

IMASCONGRESS

INTERNATIONAL MARMARA SCIENCES CONGRESS

IMASCON 2020 SPRING PROCEEDINGS BOOK

June 19 - 20, 2020 Kocaeli / TURKEY

International Marmara Sciences Congress (Spring 2020)

19 – 20 June 2020 KOCAELI

PROCEEDINS E-BOOK

Organizer

Sponsors

This congress proceedings book is published as an electronic format as e-book.

All rights reserved.

Editorial Board

Assoc.Prof.Dr. Arif ÖZKAN
Assist.Prof.Dr. Serdar BİROĞUL
Lect. İsmail KILIÇASLAN
Lect. Dr. Ömer GÜNGÖR
Lect. Mustafa OF
Research Asist. Çağatay TAŞDEMİRCİ

ISBN: 978-605-69509-1-9

Address Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü, Umuttepe Yerleşkesi Kocaeli, TÜRKİYE
Phone +90 262 303 1000
E-mail info@imascon.com
Web www.imascon.com

All legal and ethical responsibility of the studies belongs to the authors. All rights reserved. The copyright of this proceedings book belongs to Kocaeli University. It may not be copied or reproduced without permission.

TABLE OF CONTENTS

BRIEFLY ABOUT X
IMASCON 2020 ORGANIZATION ..... Xİ
SCIENTIFIC COMMITTEE ..... Xİİ
IMASCON 2020 INVITED SPEAKERS ..... XİV
CONGRESS PROGRAMME XV
ABSTRACTS AND POSTERS 1
N4-MACROCYCLIC METAL COMPLEX CHEMICAL SENSOR AND OTHER APPLICATIONS 2
NANOBASKET, CALIXARENES : IN BIOCATALYSIS STUDIES 3
A NEW APPROACH IN CANCER TREATMENT: PHOTODYNAMIC THERAPY 4
AN INVESTIGATION OF THE INTERACTION MECHANISM OF SELECTED VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS WITH PHTHALOCYANINES AND THEIR DERIVATIVES VIA RAMAN SPECTROSCOPY AND MASS SENSITIVE SENSORS ... 5
STRONG COOPERATIVE EFFECTS IN COORDINATION CHEMISTRY WITHIN MAGNETIC BOSPHORUS 7
ASSESSMENT OF CLIMATE AREA BASED ON COLLECTED DATA OF PRECIPITATION 8
FOOD SECURITY RESEARCH: ECOLOGICAL AND SOCIAL ASPECTS 9
LIGHT POLLUTION IN METROPOLITANS AND ITS ENVIRONMENTAL EFFECTS 10
ORGANIC SOIL CARBON MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY 11
SHIITAKE MUSHROOM CULTIVATION USING SAWDUSTBASED BASED SUPPLEMENTED SUBSTRATE 12
SUCCESSION AND STABILITY OF SOIL MICROBIOME IN TRANSFORMED ECOSYSTEMS 13
USE OF PERSONAL PROTEKTIVE EQUIPMENT IN FOREST FIRES 14
EFFECT OF EMOTIONAL FREEDOM TECHNIQUE AND INFORMATION ON MOTHER'S ANXIETY LEVEL RELATED TO NEWBORN HEARING SCREENING TEST 16
EFFECT OF EMOTIONAL FREEDOM TECHNIQUE AND INFORMATION ON MOTHER'S ANXIETY LEVEL RELATED TO NEONATAL HEEL PRICK BLOOD SAMPLING 17
ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION OF ANTIOXIDANTS FROM ABELMOSCHUS ESCULENTUS SEEDS USING MULTI-RESPONSE OPTIMIZATION APPROACH 18
DYNAMIC PARAMETER IDENTIFICATION FOR A FOUR DEGREE OF FREEDOM AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE 20
ENZYME IMMOBILIZATION STUDIES IN ELECTROCHEMICAL BIOSENSORS FOR FAST AND SENSITIVE DETECTION 21
EFFECTS OF SINTERING TEMPERATURE ON THE POROUS STRUCTURE AND DISTRIBUTION IN WHITEWARES . 22
INVESTIGATION OF MYCOTOXIN PRESENCE IN SOME PACKED GLUTEN FREE PRODUCTS 24
2- ETHYLHEXYL ESTER: SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION AND LUBRICATION 25
NOVEL QUATERNER GALLIUM (III) AND INDIUM (III) PHTHALOCYANINES FOR PHOTODYNAMIC THERAPY ... 27
PHOSPHOROUS AND NITROGEN CONTAINING FLAME RETARDANT RIGID POLYURETHANE FOAMS 28
DESIGN OF WIDEBAND ELECTROMAGNETIC CLOAK WITH LOG-PERIODIC PATCH ANTENNA ARRAY 29
WEIGHTING OPERATIONAL RISKS IN THE BANKING SECTOR 31

INVESTIGATION OF PZT-5H AND PZT-8 PIEZOELECTRIC MATERIALS ON CYCLING STABILITY OF SI-MWCNT ANODE MATERIALS 33

EFFICACY OF SULFURYL FLUORIDE AGAINST THE ALMOND MOTH EPHESTIA CAUTELLA (WALKER, 1863) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)] IN STORED DRIED FIGS 34

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF IONIC LIQUID SUPPORTED PVDF POLYELECTROLYTES BY CONTROLLED POLYMERIZATION 35

COMPARISON OF MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN REAL ESTATE VALUATION 36

MODELLING OF VIBRATION MOVEMENT OF THE WASHING MACHINE BALANCING RING ON A SINGLE AXIS BY SMOOTHED PARTICLE HYDRODYNAMICS METHOD 37

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION OF MONTMORILLONITE FILLED CARRAGEENAN-PSYLLIUM COMPOSITE HYDROGELS AND INVESTIGATION OF THEIR USE IN AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT 39

THE EFFECT OF COVID -19 ON AGRICULTURAL PRODUCTION 41

POSITIVE EFFECT OF COVID-19 ON THE ENVIRONMENTAL ECONOMY 42

SYNTHESIZING NOVEL THIAZOLE-2-IMINE DERIVATIVES AS ANTIUREASE AGENTS: MACHINE LEARNING AND MOLECULAR DOCKING STUDY 43

INVESTIGATION OF THERMAL BEHAVIOR AND MECHANICAL PERFORMANCES OF ULEXITE REINFORCED HIGH DENSITY POLYETYLENE (HDPE) COMPOSITE MATERIALS 44

STABILITY OF LAGGED DIFFERENTIAL EQUATIONS IN TERMS OF HYRES-ULAM 46

THE EFFECT OF METAL NANOPARTICLES MIXTURE ON THE COMPATIBILIZED PE / TPS BLEND FILMS 48

CHARACTERIZATION OF SURFACE AND ELECTRICAL PROPERTIES OF CONDUCTIVE POLYACRYLONITRILE/CARBON BLACK (PAN/CB) NANOFIBERS 49

ULAM STABILITY FOR FIRST ORDER DYNAMIC EQUATIONS ON TIME SCALE 51

FIRE ON BOARD 52

RESONANCE PRODUCTION OF SEXTET SCALAR DIQUARKS AT THE HIGH-LUMINOSITY LARGE HADRON COLLIDER (HL-LHC) 53

ANALYSIS OF SOIL-STRUCTURE INTERACTION IN SLOPE PILES BY ANALYSIS 54

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND DRUG RELEASE APPLICATION OF PH AND TEMPERATURE-SENSITIVE XANTHAN BASED IPN HYDROGELS 56

SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF NOVEL (4-AMINOPHENYL)SULFONYL-N-N-DIMETHYLANILINE DERIVATIVE OF CALIX[4]ARENE 58

ROBOT HAND DESIGN USING A 3D PRINTER 59

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF JOHNSONGRASS (SORGHUM HALEPENSE (L.) PERS.) 60

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ONE-DIMENSIONAL NANOTUBULAR METAL-ORGANIC FRAMEWORK CONSTRUCTED FROM 5,10,15,20-TETRAKIS-[P-PHENYLPHOSPHONIC ACID] LIGAND 62

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF TRANS-A2B2 PORPHYRIN COMPOUND CONTAINING PHOSPHONIC ACID GROUPS AS ORGANIC BUILDING BLOCK IN METAL-ORGANIC FRAMEWORKS 64

EFFECTS OF PROJECT MANAGER'S TEAM MANAGEMENT FEATURES ON PROJECT SUCCESS IN SOFTWARE PROJECTS 65

REMOVAL OF METFORMIN HCL FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY MAGNETIC MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES 67

PROTECTIVE EFFECTS OF MOMORDICA CHARANTIA EXTRACT IN METHOTREXATE INDUCED LIVER DAMAGE 69

EVALUATION OF FACTORS AFFECTING STUDENT SUCCESS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS BY ANALYTICAL NETWORK PROCESS (ANP) 71

THE DETERMINATION OF CYTOTOXIC EFFECTS OF GEMCITABINE AND POLYDATIN OVER HUMAN PANCREATIC CARCINOMA CELLS (PANC-1) 73

REMOVAL OF CARBAMAZEPINE AND IBUPROFEN FROM AQUEOUS MEDIA: OPTIMIZATION, KINETIC, EQUILIBRIUM AND THERMODYNAMIC STUDIES 75

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MEASURES IN CHEMISTRY RESEARCH LABORATORIES 77

INVESTIGATION OF THE CYTOTOXIC EFFECT OF A KOJIC ACID DERIVATIVE "KOJYLMETHYL DICHLOROBENZYL PIPERAZINE" ON VARIOUS CANCER CELL LINES 79

SURFACTANT MICROEXTRACTION PROCEDURE FOR PRECONCENTRATION CHROMIUM(VI) IN WATER SAMPLES BY FLAME ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY 80

PRODUCTION OF CELLULOSE MICROFIBER FROM POPULUS NIGRA L. (KAVAK) AND CONVERSION TO AN INDUSTRIAL PRODUCT 81

VARIATIONS IN THE CHAIN STRUCTURE OF POLYPROPYLENE DURING THE RECYCLING PROCESS AND THE EFFECTS OF THESE CHANGES ON MECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES 83

A METAHEURISTIC BASED DISASSEMBLY PLANNING MODEL FOR AN ELECTRICAL DEVICE 84

THE INTEGRATION OF DRONE DELIVERY SYSTEM IN LAST MILE DELIVERY SHIPMENT ON THE NATIONAL POSTAL SERVICE (PTT) CARGO COMPANY IN ANKARA PROVINCE IN TURKEY – DEPOT ALLOCATIONS AND TRUCK-DRONE DELIVERY TIME MINIMIZATION 85

TEMPERATURE RESPONSIVE CATIONIC COMB-TYPE GRAFTED JEFFAMINE BASED HYDROGEL 86

PUMICE ADDITION TO BASALT/CARBON/GLASS FIBER REINFORCED TPE MATRIX COMPOSITES: MECHANICAL, TRIBOLOGICAL AND THERMAL PROPERTIES 87

PREPARATION OF PUTRESCINE BIOSENSOR BASED ON P5 DMEDA AND DAOX 89

EVALUATION OF SOCIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT PRACTICES IN TERMS OF WORKER STAKEHOLDER CATEGORIES 92

INVESTIGATION OF THE SOLVENT EFFECTS ON C=O/C=N AND C=S/C=N STRETCHING VIBRATIONS OF 4-(4-ETHYL-PHENYL)-3-(4-METHYL-PHENYL)-1,2,4-OXADIAZOL-5(4H)-ONE AND 4-(4-ETHYL-PHENYL)-3-(4-METHYL-PHENYL)-1,2,4-OXADIAZOLE-5(4H)-THIONE 93

EFFECT OF CATALYST REDUCTION PARAMETER ON LACTIC ACID PRODUCTION FROM GLYCERIN 95

R PEAK DETECTION OF ECG SIGNAL USING MAXIMUM OVERLAP DISCRETE WAVELET TRANSFORM 96

CYTOTOXIC EFFECT OF CARYA ILLIONOINENSIS ETHANOLED SHELL EXTRACTS ON VARIOUS CANCER CELL LINES 97

INVESTIGATION OF OCCUPATIONAL SAFETY APPLICATIONS IN FURNITURE MANUFACTURING SECTOR 99

INTRODUCTION TO ALGEBRAIC GEOMETRIC CODES 101

FAILURE ANALYSIS OF A TIMING BELT PULLEY 102

A NEW BIO-CELLULOSE BASED LATERAL FLOW ASSAY DESIGN FOR COMMERCIAL PROTEIN DETECTION 103

PRIORITIZATION OF SECTORS WHICH OCCURS TO THE OCCUPATIONAL ACCIDENT WITH THE FUZZY MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING APPROACH IN THE CONTEXT OF RISKS 104

CURVES IN SPECIAL POSITION FOR ALGEBRAIC GEOMETRIC CODES 106

DETERMINATION OF BIOACTIVE AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF SAMPLES OF MADIMAK WHICH SUPPLIED FROM TURKEY'S DIFFERENT REGIONS 107

CONNECTOR POSITION DETECTION SIMULATION USING OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETER ANALYSIS 109

INVESTIGATIONS OF A CAPTURE REACTION CROSS SECTIONS ON 121SB ISOTOPE 110

DIMER DIAMINE CONTAINING POLYIMIDE FOAMS 111

METAL VIBRATION FEED PRODUCTION FOR LRF FISHING BY CENTRIFUGAL CASTING METHOD 112

COMPARISON OF BIOTOPE TYPES IN THE RESIDENTIAL AREAS OF IZMIT 113

CURRENT REMOVER CIRCUIT DESIGN, SIMULATION AND IMPLEMENTATION FOR LED DRIVERS WITH HIGH OUTPUT CURRENT FLUCTUATION 115

SECONDARY METABOLITES AND PRODUCTION WAYS 116

COMPARISON OF THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF MICROCARRIER ON BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR LEVELS IN ADIPOSE TISSUES- AND WHARTON'S JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS CULTURES 117

INVESTIGATION OF EMBRYONIC ANTIGEN EXPRESSIONS IN 3D CULTURE IN STEM CELLS DERIVED FROM ADIPOSE TISSUE AND WHARTON JELLY 119

EFFECTS OF METAL OXIDE LAYER DEPOSITION TECHNIQUE ON ORGANIC POLYMER SOLAR CELLS EFFICIENCY 120

MWCNT/SIS/EOC THERMOPLASTIC ELASTOMER BASED NANOCOMPOSITES: ELECTRICAL, MECHANICAL AND SHAPE MEMORY PROPERTIES 121

ETHNOBOTANIC STUDY OF SOME VILLAGES OF ARTUKLU, OMERLI AND YESILLI DISTRICTS IN MARDIN PROVINCE 123

HARRAN UNIVERSITY (OSMANBEY, EYYÜBİYE, YENİŞEHİR CAMPUSES) DETERMINATION OF LANDSCAPE PLANTS 124

EVALUATION OF GEOFIT FAMILIES IN HARRAN UNIVERSITY HERBARIUM (HARRAN) 125

EFFECTS OF CHOLINERGIC AND EGF RECEPTORS ANTAGONISTS ON HEPG2 AND STEATOTIC HEPG2 CELL PROLIFERATION 126

RUBBER TOUGHENED CHOPPED CARBON FIBER REINFORCED PEIT COMPOSITES: EFFECT OF ELASTOMER CONTENT 128

A RECYLED TPO FOR AUTOMOTİVE APPLİCATİONS FROM PAİNTED PLASTİC SCRAPS OF CAR BUMPERS 130

FULL PAPER PROCEEDINGS 132

MOBİL YANGIN GÖZETLEME KULESİ 133

ORMAN YANGINLARINDA KULLANILAN ELBİSELER VE ÖZELLİKLERİ 140

DOĞALGAZ YAKMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ VE PLC İLE SERTLEŞTİRME FIRININ KONTROLÜ 144

BİYODİZEL KATKILI GEMİ VE UÇAK YAKITLARININ DİZEL MOTORLARDAKİ KULLANIMI VE TEK YAKITLILIK KONSEPTİ 149

SUDAN'DAKİ BALIKÇILIĞIN MEVCUT DURUMUNA GENEL BİR BAKIŞ 157

BİR ÇİMENTO FABRİKASINDAKİ YARDIMCI İŞLETMELERE AİT ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN VE TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ 165

BİR SÜT FABRİKASINDA SÜT TOZU ÜRETİMİ PROSES İHTİYACI İÇİN ISI EŞANJÖRÜ TASARIMI VE ANALİZİ 174

AVRUPA BİRLİĞİ VE TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA VERİLEN TEŞVİKLERİN İNCELENMESİ 180

3D BOYUTLU YAZICI: ENDÜSTRİYEL ÜRETİMDE GELECEKTEKİ DEVRİM 193

DETERMINATION OF KINETIC PARAMETERS FOR OLIVE STONE PYROLYSIS BY APPLYING DIFFERENTIAL METHODS ON THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS DATA 204

ROBUST CONTROL OF SEESAW MODEL 214

FUZZY LOGIC-PID CONTROL OF SEESAW MODEL 220

ÇAĞRI MERKEZİNE GELEN ŞİKAYETLERİN METİN MADENCİLİĞİ YÖNTEMİYLE SINIFLANDIRILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ 225

EFFECT OF PARTICLE SIZE ON THE PYROLYSIS CHARACTERISTICS AND KINETICS OF SOUR CHERRY STONE ... 233

LSTM DERİN ÖĞRENME YÖNTEMİ İLE ARIMA ZAMAN SERİLERİ YÖNTEMİNİN ARAÇ KİRALAMA SEKTÖR VERİLERİ ARACILIĞIYLA KARŞILAŞTIRILMASI 244

ÇELİK SEKTÖRÜNDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSKLERİ VE KAİZEN UYGULAMASI 251

KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDE FP-GROWTH ALGORİTMASIYLA SEPET ANALİZİ (ERKEK GİYİM ÖRNEĞİ) 259

H13 TAKIM ÇELİĞİNİN TORNALANMASI SONRASINDA OLUŞAN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE TALAŞ DEBİSİNİN DENEYSEL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ 265

YONGA LEVHALARA ÜRE FORMALDEHİT REÇİNESİ KULLANILARAK YENİ ALEV GECİKTİRİCİ KİMYASALLARIN GELİŞTİRİLMESİ VE YANMA SÜRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ 274

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK FUTBOL MÜSABAKALARININ ANALİZ EDİLMESİ 279

GEMİ ELEKTRİK SİSTEMİ TASARIMININ İNCELENMESİ 286

AFET DURUMLARI İÇİN DRONE DESTEKLİ ERİŞİM NOKTASI 292

BELEDIYECILIK SORUNLARININ ÇÖZÜM MASASI VERILERI KULLANILARAK METIN MADENCILIĞI YÖNTEMIYLE SINIFLANDIRILMASI 300

EKLEMELİ METAL İMALAT TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMA ALANLARI 306

GSM OPERATÖRLERİNE YÖNELİK ATILAN TÜRKÇE TWEETLERİN DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİYLE DUYGU ANALİZİ 314

NEWLY DEVELOPED DEGRADABLE METALLIC IMPLANT MATERIALS 323

ADLİ BİLİŞİM DELİL İNCELEMELERİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME 328

ADLİ BİLİŞİM DELİL İNCELEMELERİNDE İŞLENEN GÖRÜNTÜLERİN KARŞILAŞTIRILMASI VE ÖLÇÜMLERİNİN YAPILMASI 337

ADLİ BİLİŞİM DELİL İNCELEMELERİNDE İŞLENEN GÖRÜNTÜLERİN YORUMLANMASI VE SUNULMASI 344

WHELL DESING FOR VEHİCLE TİRES AND STATIC ANALYSIS WITH FINITE ELEMENT METHOD (FEM) 350

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM İÇİN MOTOSİKLET RADYAL LASTİKLERİNDE DİNAMİK ANALİZLER İÇİN VERİ OLUŞTURULMASI 353

NANO KARBON PARÇACIK VE GRAFİT TAKVİYELİ POLİPROPİLEN KOMPOZİT MALZEMENİN BAZI TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 359

MİKRO TALAŞLI İMALAT İŞLEMLERİ İÇİN CNC FREEZE TEZGAHININ STATİK YAPISAL ANALİZİ 369

BALIKESİR'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ 378

YÜKSEK HASSASİYETLİ KAYAN NOKTA SAYI HESAPLAMALARINDA BULUT TEMELLİ KUANTUM BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA PLATFORMLARININ KULLANIMI 384

ÇOK MAKİNALI GÜÇ SİSTEMLERİNDE PSS-AVR İLE KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞININ İYİLEŞTİRİLMESİ 398

MEKANİK ÖLÇÜM MASTARLARI VE TAMPON MASTARI ANALİZİ 406

TRAFİK PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜNDE YAPAY ZEKA YAKLAŞIMLARININ KULLANILMASI 414

GEMİ ÇALIŞMA KOŞULLARININ PERSONEL ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ 421

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ FİRMASINDA HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ İLE PROSES GELİŞTİRME 428

PROJE/VANA SEKTÖRÜNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİ İLE PAZARLAMA STRATEJİSİ BELİRLEME 436

İTHAL KÖMÜR DEPOLAMA SAHASI ATIKSULARININ NANOFİLTRASYON PROSESİ İLE GERİ KAZANIMI 443

MÜŞTERİYE YÖNELİK ÜRÜN ÖNERİSİNDE İŞBİRLİKÇİ YÖNTEMLERİN KULLANILMASI 451

İKİ BOYUTLU (2D) ANALİZ İLE BARAJ YIKILMA TAŞKININ HAVZA ÜZERİNDE İNCELENMESİ: MELEN ÇAYI ÖRNEĞİ 457

DERIVATION OF ACTUAL PROCESS CAPABILITY INDEX (CPK) FOR NEUTROSOPHIC SETS 465

EFFECTS OF NEUTROSOPHIC SETS ON POTENTIAL CAPABILITY INDEX 473

AFET ÇALIŞANLARINDAN AFAD VE İTFAİYE KURTARMA EKİPLERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ ÖNCELİĞİ VE KADERCİLİK AÇISINDAN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜRLERİNİN DEĞERLENDIRILMESI: ÇANAKKALE İLİ ÖRNEĞİ 480

POLİ (VİNİL ALKOL) HİDROJEL PARÇACIKLARIN ESTERLEŞME REAKSİYONUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ 488

GLİSERİN KARBONATIN ÜRETİMİNDE OLUŞAN YAN ÜRÜNÜN TUTULMASI İÇİN MEMBRAN GELİŞTİRİLMESİ 494

OTO YETKİLİ VE ÖZEL SERVİSLERİNDE ÇALIŞAN PERSONELLERİN MARUZ KALDIĞI RİSK ETMENLERİ, TEHLİKE VE İŞ KAZALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇANAKKALE İLİ İÇİN BİR ALAN ARAŞTIRMASI 498

DOĞAL GAZ BASINÇ DÜŞÜRME İSTASYONLARINDA VORTEKS TÜPÜN ENERJİ GERİ KAZANIMINA ETKİSİ 508

BİLYALI DÖVME PARAMETRELERİNİN AA1050 ALÜMİNYUM ALAŞIMININ YÜZEY MORFOLOJİSİNE ETKİSİ ... 516

BİLYALI DÖVÜLEN AA1050 ALAŞIMININ YÜZEY ALTI ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 524

BİR PETRO – KİMYA FABRİKASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜDÜ 532

FREZELEME İŞLEMİNDE KESME FORMUNUN VE KESİCİ TAKIM UÇ RADYÜSÜNÜN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ 538

DİYET LİF KAYNAĞI: KAHVE ÇEKİRDEK ZARI VE ÖZELİKLERİ 544

KAĞIT İŞLETMELERİNDE KESTİRİMCİ BAKIM UYGULAMALARI VE TİTREŞİM ANALİZİ 551

SUBSETHOOD MEASURE FOR PICTURE FUZZY SETS 557

BİLYALI DÖVÜLEN Ti6Al4V ALAŞIMININ GRİT PÜSKÜRTME İLE YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN MODİFİKASYONU ... 563

INSIGHTS INTO THE BIODIESEL DERIVED FROM HEMP (*CANNABIS SATIVA* L.) SEED OIL AS AN IMPORTANT RAW MATERIAL AND ITS FUEL CHARACTERISTICS 571

POLİETİLEN (HDPE) ZİNCİRLERİNİN YÖNLENDİRİLMESİ 585

ANALYZING SINGLE ACCEPTANCE SAMPLING PLANS BASED ON NEUTROSOPHIC POISSON DISTRIBUTION .. 596

KORONAVİRÜS TESPİTİNDE BİYOMEDİKAL CİHAZLARIN ETKİSİ 604

ALÜMİNYUM – SODA KİREÇ SİLİKAT CAM BİRLEŞTİRMELERİ 609

NANO TİTANYUM DİOKSİT TOZLARIN MİKRO EMÜLSİYON TEKNİĞİ İLE ÜRETİLMESİ 616

LİNEER LED ARMATÜRLERI İÇİN DÜŞÜK ÇIKIŞ AKIM DALGALANMASINA SAHİP YÜKSEK VERIMLİLİKLİ SABİT AKIM GÜÇ KAYNAĞI TASARIMI, SİMÜLASYONU VE GERÇEKLENMESİ 622

OTOMOTİV YETKİLİ VE ÖZEL SERVİSLERDE ÇALIŞAN TEKNİK PERSONELLERİN YÖNETİM BAĞLILIĞI, İŞ GÜVENLİĞİ ÖNCELİĞİ, ÇALIŞAN KATILIMI AÇISINDAN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. 629

AFAD VE İTFAİYE EKİPLERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜRÜNE İŞ GÜVENLİĞİ DENETİMLERİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ 637

GÜRÜLTÜ SEVİYESİ VE KİŞİSEL MARUZİYET SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTALARI: MAKİNE İMALAT ATÖLYESİ İÇİN BİR UYGULAMA 645

BİR MOBİLYA ÜRETİM ATELYESİNİN GÜRÜLTÜ VE KİŞİSEL MARUZİYET SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN GÜRÜLTÜ HARİTALARININ HAZIRLANMASI 654

YÜKSEK HIZLI TRENDEN KAYNAKLI ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ 664

KENTSEL ULAŞIMDA ENERJİ VERİMLİ TAŞIMACILIK UYGULAMA ÖRNEĞİ: AKÇARAY 669

YANGIN SÖNDÜRME KÖPÜĞÜNDE YÜZEY AKTİVİTENİN ÖNEMİ 676

CONNECTOR POSITION DETECTION SIMULATION USING OTDR ANALYSIS..... 684

SAGNAC-MICHELSON TABANLI DAĞITIK FİBER OPTİK AKUSTİK SENSÖR AĞI HARMONİK ANALİZİ..... 691

İHA, SİHA, SEYİR FÜZELERİ VE TFX MİLLİ MUHARİP UÇAĞI İÇİN TURBOJET MOTORU ÖN TASARIMI VE İYİLEŞTİRİLMESİ..... 696

ANTİBAKTERİYEL PAMUKLU KUMAŞ ELDESİ İÇİN FENOLİK BİLEŞİK UYGULAMASI..... 721

XGBOOST VE RASTGELE ORMAN ALGORITMALARININ AĞ TABANLI SALDIRI TESPITINE YÖNELIK PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI 730

GERÇEK ZAMANLI SICAKLIK VERİSİ İZLEMEK İÇİN WEB TABANLI BİR SİSTEM TASARIMI 737

HAVA LİMANLARINDA ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ 741

ŞANLIURFA'DA ANTEP FISTIĞINDAN ELDE EDİLEN *NEOSCYTALİDİUM DİMİDİATUM* ETMENİNE KARŞI BAZI FUNGUSİTLERİN İN VİTRO ETKİNLİKLERİ..... 749

ÇİFTLİK ATLARINDA VÜCUT KONDİSYON SKORU; ISPARTA ÖRNEĞİ 757

GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE VİRAJDA SAVRULMA ERKEN UYARI SİSTEMİ TASARIMI 764

PLASTİK ENJEKSİYON İLE FARKLI ENDOTERMİK KİMYASA AJAN KATKILI KÖPÜRTME PROSESLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI AKIŞ ANALİZİ VE ÜRETİMİ..... 769

3D YAZDIRMA TEKNOLOJİLERİ İLE FARKLI PARAMETRE VE MATERYALLER İLE BASKISI ALINAN NUMUNELERİN ÇEKME DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 777

EFFECT OF SENSORY MARKETİNG ON CONSUMER BUYING 787

KAPALI ÇEVRİM RÜZGAR TÜNELİ TASARIMI VE KONTROLÜ..... 794

PAMUKLU KUMAŞLARIN GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE PLAZMA TEKNOLOJİSİNİN KUMAŞLARA UYGULANMASI 800

FIXED POINT RESULTS IN PARTIAL FUZZY METRİC SPACES..... 808

BRIEFLY ABOUT

International Marmara Science Congress was held between 19-20 June 2020 by Kocaeli University and Körfez Municipality. The congress aims to bring together researchers whose working on interdisciplinary subjects in science and social sciences and also to establish an effective communication platform between them. In congress;

In Sciences; Acoustical Engineering, Astrophysics, Astronomy and Space Sciences, Atmospheric Sciences, Bacteriology, Fisheries Sciences, Computer Engineering, Building Services Engineering, Plant Sciences, Biochemistry Biodiversity, Biology, Biomedical Engineering, Botany, Environmental Science Environmental Engineering, Ecology, Electrical Engineering, Electrical Engineering , Electronics Engineering Industrial Engineering, Energy Engineering, Pharmacology, Physics and Physics Engineering, Physical Sciences, Physiology, Genetic Engineer, Geotechnical Engineering, Food Engineering, Climate and Climate Change, Civil Engineering, Statistics and Actuarial Sciences, Geophysics, Geophysical Engineering, Geology, Geological Engineering, Chemistry, Chemical Engineering, Mechanical Engineering, Materials Engineering, Mathematics, Mechatronics Engineering, Meteorology, Microbiology, Molecular Biology and Genetics, Molecular Engineering, Nano Engineering, Nuclear Engineering, Optics M Engineering, Automotive Engineering, Petroleum Engineering, Psychology, Agricultural Engineering, Transportation Engineering, Applied Engineering Sciences, Space Engineering, Production Engineering, Software Engineering, Earth Sciences

The language of the congress is English or Turkish, and all full papers and abstracts submitted for publication in the congress on current issues have been evaluated by at least two referees by the blind reviewing method. 181 papers, abstracts and posters were accepted for oral presentation and publication as a result of peer review. We would like to thank all the researchers who have shown interest in the Congress..

IMASCON 2020 ORGANIZATION

IMASCON 2020, organized by Kocaeli University (KOÜ) and Körfez Municipality and also sponsored by Kocaeli Metropolitan Municipality, Kartepe Municipality, Gölcük Municipality and East Marmara Development Agency.

Imascon 2020 General Chair

Öznur GÖKKAYA (KOÜ)

Organizing Committee

Eda BEZHANI (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Flora MERKO (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Lyudmyla SYMOCHKO (Uzhhorod National University, Ukraine)

Luis M. F. ROSEIRO (ISEC, Portuga)

Hysen MANKOLI (Health and Environment, USA)

Reyhan DADASH (Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi, Azerbaycan)

Violeta NEZA (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Daniela LIKA (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Fernando Domingues MOITA (ISEC, Portuga)

Şükrü DURSUN (Konya Teknik Ü)

Arif ÖZKAN (Kocaeli Ü)

Serdar BİROĞUL (Düzce Ü)

Ömer GÜNGÖR (Kocaeli Ü)

Mustafa OF (Kocaeli Ü)

Barış DEMİR (Kocaeli Ü)

İsmail KILIÇASLAN (Kocaeli Ü)

Kazım KAHRAMAN (Kocaeli Ü)

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet Küçük, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Alaeddin Bobat, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşe Gül Gürek, Gebze Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Durmuş Kaya, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Engin Özdemir, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Fatma Çanka Kılıç, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. C. Gazi Uçkun, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Hanefi Bayraktar, Bayburt Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan Latif, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Hristo Ivanov Katrandzhiev, Marketing and Strategic Planning, University of National and World Economy, Bulgaria

Prof. Dr. Hysen Mankolli, Editor of IJEES, Health and Environment Association, U.S.A.

Prof. Dr. İlyas Uygur, Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Juan Carlos, Roca Unıversıty Of Huelva, İspanya

Prof. Dr. Kadri Süleyman Yiğit, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Luis M. F. Roseiro, ISEC

Prof. Dr. Maan T. J. MAAROOF, Mousul University, Iraq

Prof. Dr. Mahmut Durmuş, Gebze Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Bitlis Eren Üniversitesi,

Prof. Dr. Mustafa Yaşar, Karabük Üniversitesi

Prof. Dr. Nardane Yusifova, Azerbaycan Milli ilimler Akademisi, Milli Tarih Müzesi

Prof. Dr. Novo Palakalovic, Faculty of Economics, University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Prof. Dr. Olena Demyanyuk, Institute of Agroecology and Environmental Management, Ukraine

Prof. Dr. Orhan Gezici, Ömer Halis Demir Üniversitesi

Prof. Dr. Osman Taylan, King Abdulaziz University, Saudi Arabia

Prof. Dr. Resul Kara, Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Shahabuddin Memon, University of Sindh, Pakistan

Prof. Dr. Sibel Zor, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Şükrü Dursun, Konya Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Vefa Ahsen, Gebze Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, Faculty of Economics, University of Nis, Serbia

Assoc. Prof. Dr. Azeta Tartaraj, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

Assoc. Prof. Dr. Flora Merko, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

Assoc. Prof. Dr. Eda Bezhani, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

Assoc. Prof. Dr. Brunela Trebicka, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

Assoc. Prof. Dr. Lyudmyla Symochko, Uzhhorod National University, Ukraine

Assoc. Prof. Dr. Nagip Skenderi, Faculty of Economy, University of Prishtina, Kosovo

Assoc. Prof. Dr. Natalya Gudkova, The State Ecological Academy, Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine

Assoc. Prof. Dr. Ylber Aliu, AAB College, Public Administration Faculty, Kosovo

Assoc. Prof. Dr. Yoshito Ando, Kyushu Institute of Technology

Assoc. Prof. Dr. Arif Özkan, Kocaeli Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Ayşe GÜNSEL, Kocaeli Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Erdinç Doğancı, Kocaeli Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Fatih Koç, Kocaeli Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Halil Atmaca, Artro Klinik

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Dikme, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Samad Rahimi Aghdam, Tabriz Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Selda Uca, Kocaeli Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Sinan Aydın, Kocaeli Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr.Şükran Güzin Ilıcak Aydınalp, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Mazin Nazar Fadhel, College of Environmental Science and Technology Mosul university, Musul, IRAQ

Assist. Prof. Dr. A. Arzu Arı Bural, Kocaeli Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Aslıhan Kuyumcu Vardar, Düzce Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Fatih Sevgi, Selçuk Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Larissa Shragina, Odessa I. I. Mechnikov Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Seyil Najımudınova, Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Vystavkina Daria, Odessa I. I. Mechnikov Üniversitesi

Phd. Alba Ramallari, Economics Department Faculty of Bussines "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania

Phd. Alma Zisi, Economics Department Faculty of Bussines "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania

PhD. Blerina Vrenozi, Tirana University, Albania

PhD. Mirela Alushllari, University of Albania, Albania

PhD. Jonida Gashi, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

PhD. Olta Nexhipi, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania

PhD. Sonila Zerelli, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

PhD. Violeta Neza, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

PhD. Cand. Ariola Harizi, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

PhD. Saeid Shojaei, University of Tabriz · Department of Electronics and Photonics

PhD. Ada Aliaj, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania

PhD. Moses M. Solomon, King Fahd University of Petroleum and Minerals

PhD. Emma Gurashi Nikolaoy, University Of Patras, Greece

PhD. Hisham M. Alidrisi, King Abdulaziz University, Saudi Arabia

PhD. Thawee Numsakulwong, Rajamangala University of Technology Isan, Tayland

PhD. Reyhan Dadash, Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi, Azerbaycan

Lect. Daniela Lika, Aleksander Moisiu Durres University, Albania

IMASCON 2020 INVITED SPEAKERS


Prof. Dr. Vefa Ahsen, Gebze Technical University


Prof. Dr. Mustafa Yılmaz, Selçuk University


Prof. Dr. Murat Altun, Uludağ University



Prof. Dr. Mahmut Durmuş, Gebze Technical University


Prof. Dr. Necip Atar,
Pamukkale University


Prof. Dr. Ahmet Kala, İstanbul University


Prof. Dr. M. Atilla Taşdelen, Yalova University


Prof. Dr. Nardane Yusifova, Azerbaijan National Academy of Sciences


Prof. Dr. Novo Palakalovic, University of East Sarajevo,
Bosnia and Herzegovina


Prof. Dr. Tom Gillpatrick, Portland State University, U.S.A.


Prof. Dr. Dominique Luneau, Université Claude Bernard Lyon 1, France


Prof. Dr. Hysen Mankolli Editor of IJEES, Illinois, USA



Prof. Dr. Hristo Ivanov Katrandzhiev, University of National and World Economy, Bulgaria


Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, University of Nis, Serbia


Prof., Dr. Olena Demyanyuk, Institute of Agroecology and Environmental Management NAAS, Ukraine


Prof. Assoc. Dr. Flora Merko, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania


Prof. Assoc., Dr. Lyudmyla Symochko
Uzhhorod National University,
Institute of Agroecology and Environmental Management NAAS , Ukraine


Prof. Assoc., Dr. Mehboob Nagarbawdi, Aki's Poona College Of Arts, Science & Commerce, India


Prof. Assoc. Dr. Nagip Skenderi, University of Prishtina, Kosovo


Doç. Dr. İlke Gürol, TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü


Assist. Prof. Dr. Reyhan Dadaş, Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan


Lecturer Phd. Violeta Neza, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania


Lecturer Phd. Olta Nexhipi, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania


Lecturer Ada Aliaj, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania


Phd. Murzaqmatov Amanbek Kamıtoviç, Osh State University,
Kirghizistan

CONGRESS PROGRAMME

19 JUNE Friday

The Start of Registration Process

OPENING SPEECHES - 10:15 / 11:00

- İstiklal Marşı ve Saygı Duruşu
- Körfez Belediyesi Tanıtım Filmi
- Kocaeli Üniversitesi Tanıtım Filmi

- Doç. Dr. Öznur GÖKKAYA Kocaeli Üniversitesi / Imascon Kongre Başkanı
- Mak. Yük. Müh. Şener SÖĞÜT Körfez Belediye Başkanı
- Prof. Dr. Sadettin HÜLAGÜ Kocaeli Üniversitesi Rektörü
- Doç. Dr. Tahir BÜYÜKAKIN Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanı
- Dr. Bekir Pakdemirli, T.C.Tarım ve Orman Bakanı

IMASCON PANEL – 11:00 / 11:30	
SESSION CHAIR :	
Assoc. Prof. Dr. Arif OZKAN Kocaeli University	Küresel Salgın Döneminde Sürdürülebilirlik / Sustainability in the Global Pandemic Period
Av.Vedat DOĞUSEL Turkish Chamber of Shipping / Head of Kocaeli Branch	
Eng. Recep OZTURK Head of Korfez Chamber of Commerce	
Yahya OZTURK Head of Korfez Trademans Chamber of Commerce	
Prof. Dr. N.Zafer CANTÜRK Kocaeli University Hospital Chief Physician	
Prof.Dr. Mehmet YILDIRIM Kocaeli University Dean of Technology Faculty	
IMASCON PANEL I – 11:30 / 13:00	
SESSION CHAIR :	
Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, University of Nis, Serbia	Küresel Salgın Döneminde Sürdürülebilirlik / Sustainability in the Global Pandemic Period
Prof. Dr. Andrei Mitic, Belgrad University, Serbia	
Prof. Assoc. Dr. Flora Merko, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania	
Prof. Dr. Ahmet Kala, İstanbul University	
Prof. Dr. Nardane Yusifova, Azerbaijan National Academy of Sciences	
Prof. Dr. Novo Palakalovic, University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina	
Assist. Prof. Dr. Reyhan Dadaş, Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan	
Lecturer Phd. Violeta Neza, "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albaniaoturu	
Prof. Dr. Özcan Gündoğdu, Kocaeli Üniversitesi	
IMASCON PANEL II – 14:00 / 15:30	
SESSION CHAIR :	
Prof. Dr. Şükrü Dursun, Konya Teknik Üniversitesi	Küresel Salgın Döneminde Sürdürülebilirlik / Sustainability in the Global Pandemic Period
Prof. Assoc., Dr. Lyudmyla Symochko, Uzhhorod National University, Ukraine	
Prof. Dr. Luis Manuel Ferreira Roseiro, Coimbra Polytechnic- ISEC, Portugal	
Prof. Dr. Tom Gillpatrick, Portland State University, U.S.A.	
Phd. Murzaqmatov Amanbek Kamıtoviç, Osh State University, Kirghizistan	
Prof. Dr. Mehboob Nagarbawdi, Aki's Poona College Of Arts, Science & Commerce, India	
Prof. Dr. Hüseyin Toros, İstanbul Teknik Üniversitesi	
Doç. Dr. Ayşe Günsel, Kocaeli Üniversitesi	

IMASCON PANEL III – 14:00 / 15:30	
SESSION CHAIR : Prof.Dr. Dominique LUNEAU	
Prof.Dr. Vefa AHSEN	N4-Macrocyclic Metal Complex Chemical Sensor And Other Applications
Prof.Dr. Mustafa YILMAZ	Nanobasket, Calixarenes : In Biocatalysis Studies
Prof.Dr. Dominique LUNEAU	Strong Cooperative Effects In Coordination Chemistry Within Magnetic Bosphorus
Prof.Dr. Mahmut DURMUŞ	A New Approach In Cancer Treatment: Photodynamic Therapy
Prof.Dr. İlke GUROL	An Investigation of the Interaction Mechanism of Selected Volatile Organic Compounds with Phthalocyanines and Their Derivatives via Raman Spectroscopy and Mass Sensitive Sensors

19 JUNE Friday 14:00 – 16:30 POSTER PRESENTATION		
Poster No		
P1	Merve Bat Özmatara	Çoklu optimizasyon ile bamya tohumu antioksidanlarının ultrases destekli ekstraksiyonu
P2	Zeynep DEĞİRMEN	Bazı Paketli Glutensiz Ürünlerde Mikotoksin Varlığının Araştırılması
P3	Lyudmyla Symochko	Successıon And Stability Of Soil Microbiome In Transformed Ecosystems
P4	Muradulla Hamidov	Fosfor ve azot içeren yanma geciktirici rijit poliüretan köpükler
P5	Burak Bekdaş	İyonik Sıvı Destekli PVDF Polielektrolitlerin Kontrollü Polimerizasyon ile Hazırlanması ve Karakterizasyonu
P6	Cansu Sarı	Şev Kazıklarında Zemin-Yapı Etkileşiminin Analizlerle İncelenmesi
P7	Özen Eroğlu	Kanyaş (Sorghum halepense (L.) Pers.) otunun kimyasal bileşiminin tespit edilmesi
P8	Ceyda Bayraktar	Porfirin Bazlı 5,10,15,20-Tetrakis[P-Fenilfosfonik Asit] Ligandı İle Tek Boyutlu Nanotubular Metal-Organik Kafes Yapısının Sentezi Ve Karakterizasyonu
P9	Ceyda Bayraktar	Metal-Organik Kafes Yapılarda Organik Bağlayıcı Ligand Olarak Fosfonik Asit Grupları İçeren Trans-A2b2 Porfirin Bileşiğinin Sentezi Ve Karakterizasyonu
P10	Emaduldeen Jasim Mohammed Alisawi	P5 Dmeda Ve Daox'e Dayalı Putresin Biyosensör Hazırlanması
P11	Mustafa ÜNSAL	4-(4-etil-fenil)-3-(4-metil-fenil)-1,2,4-oksadiazol-5(4H)-on ve 4-(4-etil-fenil)-3-(4-metil-fenil)-1,2,4-oksadiazol-5(4H)-tiyon' un C=O/C=N ve C=S/C=N Gerilme Titreşimlerine Çözücü Etkilerinin Araştırılması
P12	Şükrü YÜKSEL	Bir Petro–Kimya Fabrikasının Enerji Verimliliği Etüdü
P13	Erkan Demircan	Polietilen zincirlerinin yönlendirilmesi
P14	Ali Mişe	Ticari Protein Tespiti için Yeni Biyo-selüloz Bazlı Yanal Akış Test Tasarımı
P15	Nilsu MARANGOZ	Türkiye'nin Farklı Bölgelerinden Temin Edilen Madımak Örneklerinin Biyoaktif Ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi
P16	Hasan Yiğit Çakır	Santrifüj Döküm Yöntemi İle Lrf Balıkçılığı İçin Metal Titreşim Yemi Üretimi
P17	Gülsemin Çiçek	Adipoz Doku ve Wharton Jeli Kaynaklı Mezenkimal Kök Hücre Kültürlerinde Farklı Tip Mikrotaşıyıcıların BDNF Seviyesinin Karşılaştırılması
P18	Gülsemin Çiçek	Adipoz Doku ve Wharton Jeli Kaynaklı Kök Hücrelerde 3D Kültürde Embriyonik Antijen Ekspresyonlarının Araştırılması
P19	Ariola Harizi	Effect of Sensory Marketing on Consumer Buying
P20	Merve Metin	Otomobil Tamponlarının Boyalı Plastik Hurdalarından Otomotiv Uygulamaları İçin Geri Dönüştürülmüş TPO

ORAL PRESENTATIONS		
19 June 2020	**SESSION 1**	**Time 14:00 – 15:15**
IMASCON Session 1.1 / 14:00 – 15:15	**Hall : 1**	**19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assit. Prof. Dr. İbrahim MUTLU		
Ayşenur Bozoğluer	The Determination Of Cytotoxic Effects Of Gemcitabine And Polydatin Over Human Pancreatic Carcinoma Cells (Panc-1)	
Merve Yavuz	Investigation Of The Cytotoxic Effect Of A Kojic Acid Derivative "Kojylmethyl Dichlorobenzyl Piperazine" On Various Cancer Cell Lines	
Abdulsalam Redhwan	Production Of Cellulose Microfiber From Populus Nigra L. (Kavak) And Conversion To An Industrial Product	
Ahmet Öz	Cytotoxic Effect Of Carya Illionoinensis Ethanoled Shell Extracts On Various Cancer Cell Lines	
Banu Doğan	Secondary Metabolites And Production Ways	
IMASCON Session 1.2 / 14:00 – 15:15	**Hall : 2**	**19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr.Arif ÖZKAN		
Birol Emekli	Sentiment Analysis With Deep Learning Methods Of Published Turkish Tweets For Gsm Operators	
Volkan Küçüköner	Comparing And Measuring The Images Processed In Forensic Information Evidence Investigations	
Hasan Hakan Genç	Using Of Cloud-Based Quantum Computer Programming Platforms For High Precision Floating Point Calculations	
Sungu Murat Gedikoglu	Using Collaborative Filtering Methods For Products Recommendation Intended For To Customers	
Anıl Kurt	Comparing Of Performances Of Xgboost And Random Forest Algorithms Aimed At Network Based Intrusion Detection	

ORAL PRESENTATIONS		
19 June 2020	**SESSION 2**	**Time 15:30 – 16:45**
IMASCON Session 2.1 / 15:30 – 16:45	**Hall : 1**	**19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.Sinan UĞUZ		
Nuray Şentürk	Classification And Evaluation Of Complaints Coming To Call Center By Text Mining Method	
Yasin Kalkavan	Comparison Of Lstm Deep Learning Method And Arima Time Series Method Through Car Rental Sector Data	
Mihriban Özsoy	Classification The Problems Of Municipal With Text Mining Method Using White Desk Data (Example Of Sakarya Metropolitan Municipality)	
Volkan Küçüköner	Image Processing In Computer Forensic Evidence Analysis	
Assist.Prof.Dr.Sinan Uğuz	A Web-Based System Design For Real-Time Temperature Data Monitoring	

IMASCON Session 2.2 / 15:30 – 16:45	**Hall : 2**	**19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.Asiye ASLAN		
Assist.Prof.Dr. Asiye Aslan	Renewable Energy In Balikesir	
Assist.Prof.Dr .Zekeriyya Bahadır	Surfactant Microextraction Procedure For Preconcentration Chromium(VI) In Water Samples By Flame Atomic Absorption Spectrometry	
Yahya Gökberk Kartal	Pumice Addition To Basalt/Carbon/Glass Fiber Reinforced Tpe Matrix Composites: Mechanical, Tribological And Thermal Properties	
İnan Uğur Yüceer	Vortex Tube Effect In Energy Recovery At Natural Gas Pressure Reduction Stations	
Nurettin Bulan	The Effect Of Cutting Form And Cutting Tool Radius On Surface Roughiness In Milling Process	
IMASCON Session 2.3 / 15:30 – 16:45	**Hall : 3**	**19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc Prof. Dr. Arif ÖZKAN		
Sena Kasım	Basket Analysis With FP-Growth Algorithm In Garment Industry (Men's Clothing Example)	
Noyan Tanrıver	Drone Supported Access Point For Disaster Situations	
Volkan Küçüköner	Interpretation And Presentation Of Images Processed In Forensic Information Evidence Analysis	
Seda Kılıçer	Investigation Of Study On Data Mining Applied To The Education Sector In Turkey	
Meltem Türkmen Küçük	Effects Of Project Manager's Team Management Features On Project Success In Software Projects	
ORAL PRESENTATIONS		
19 June 2020	**SESSION 3**	**Time 17:00 – 18:15**
IMASCON Session 3.1 / 17:00 – 18:15	**Hall : 1**	**19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist. Prof. Dr. Necmi ÖZDEMİR		
Özge Cura	Investigation Of Energy Consumption Of Auxiliary Enterprises In A Cement Factory	
Ulaş Köse	Heat Exchanger Design And Analysis For Milk Powder Production Process Needs In A Milk Factory	
Research Assist. Dr. Ömür Can Özgüney	Robust Control Of Seesaw Model	
Dr.Burak Gökalp	Fire On Board	
Yuşa Haktanır	Mechanical Gauge And Plug Gauge Analysis	
IMASCON Session 3.2 / 17:00 – 18:15	**Hall : 2**	**19 June 2020**
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Hysen MANKOLLI		
Prof. Dr. Hysen Mankolli	Assessment Of Climate Area Based On Collected Data Of Precipitation	
Doç. Dr.Lyudmyla Symochko	Food Security Research: Ecological And Social Aspects	
Doç. Dr.Lyudmyla Symochko	Shiitake Mushroom Cultivation Using Sawdustbased Based Supplemented Substrate	
Prof. Dr.Olena Demyanyuk	Organic Soil Carbon Management In The Context Of Climate Change	

	And Food Security
IMASCON Session 3.3 / 17:00 – 18:15	**Hall : 3 19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Hasan KAYA	
Fatih Dereoğlu	Predictive Maintenance Application And Vibration Analysis In Tissue Plants
Okan Yetik	Modification Of Surface Properties Of Shot Peened Ti6al4v Alloy By Grit Blasting
Mehmet Ali Ülker	Preliminary Design And Improvement Of A Turbojet Engine For Uav, Auav, Navigation Missiles And Tfx National Combat Aircraft
Murat Alan	Biosignal Classification And Disease Prediction With Deep Learning
Ömer Can Aydın	Design And Control Of Closed Loop Wind Tunnel
ORAL PRESENTATIONS	
19 June 2020	**SESSION 4** **Time 18:30 – 19:45**
IMASCON Session 4.1 / 18:30 – 20:00	**Hall : 1 19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Şule KUŞDOĞAN	
Assist.Prof.Dr. Şule Kuşdoğan	Investigation Of Ship Electrical System Design
Mahmut Özbay	Investigation Of Small Signal Stability With Pss-Avr In Multi-Machine Power Systems
Sadettin Burak Kılcı	Dynamic Parameter Identification For A Four Degree Of Freedom Autonomous Underwater Vehicle
Mohamad Nour Ahmad	Design Of Wideband Electromagnetic Cloak With Log-Periodic Patch Antenna Array
Mehmet Caner Başol	High Efficiency Constant Current Power Supply Design, Simulation And Implementation With Low Output Current Surge For Slim Led Luminaires
Abdullah Erkam Gündüz	Connector Position Detection Simulation Using Optical Time Domain Reflectometer Analysis
IMASCON Session 4.2 / 18:30 – 20:00	**Hall : 2 19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.Tuğçe TEZEL	
Research Assist. Dr. Ömür Can Özgüney	Fuzzy-Pid Control Of Seesaw Model
Dr.Burak Gökalp	The Use Of Biodiesel Additive Ship And Aircraft Fuels In Diesel Engines
Türker Yetkin Özdemir	Static Structural Analysis Of A Cnc Milling Machine Tool For Micro Machining Processes
Assist.Prof.Dr.Tuğçe Tezel	Failure Analysis Of A Timing Belt Pulley
Zeki Yılbaşı	Insights Into The Biodiesel Derived From Hemp (Cannabis Sativa L.) Seed Oil As An Important Raw Material And Its Fuel Characteristics
Assist.Prof.Dr Zeliha Kamış Kocabıçak	Investigation Of Electric Motors Used In Electrical Vehicles
IMASCON Session 4.3 / 18:30 – 19:45	**Hall : 3 19 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Serdar BİROGUL	
Özcan Ölçer	Investigation Of Earthquake Effect In Different Floor Types In Multi-Storey Concrete Building
Assoc.Prof.Dr. Ufuk Aydın	Lateral Heterogeneity Of Seismc Velocities And Attenuation

Gökay Gündüzalp	Investigation Of Dam Break Flood In The Basin By Two Dimensional (2d) Analysis: Melen River Study
Assoc.Prof.Dr. Ufuk Aydın	Lateral Variations Of Poisson's Ratio In Southeastern Anatolia
20 JUNE Saturday	
ORAL PRESENTATIONS	
20 June 2020	**SESSION 5** **Time 10.30 – 11:45**
IMASCON Session 5.1 / 10:30 – 11:45	**Hall : 1** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir CENGİZ	
Kübra Çelik	Kaizen Applications In The Steel Sector To Reduce Safety Risks
Research Assist. Kübra Yılmaz	Evaluation Of Occupational Safety Cultures In Terms Of Occupational Safety Priority And Fatalism Of Afad And Firefighting Teams Of Emergency And Disaster Employees: The Case Of Çanakkale Province
Sedat Tayyar	Assessment Of Risk Factors, Hazards And Occupational Accidents Exposed By Personnel Working In Authorized And Special Services: A Case Study For Çanakkale Province
Büşra Cici	Evaluation Of Social Life Cycle Assessment Practices In Terms Of Worker Stakeholder Categories
Serkan Gürsoy	Industrial Noise Maps For Assessment Of Noise Level And Personal Exposure Levels: An Application For Machine Manufacturing Workshop
IMASCON Session 5.2 / 10:30 – 11:45	**Hall : 2** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Ali TÜRKCAN	
Cihad Gültekin	Based On Sagnac Michelson Interferometer Distributed Fiber Optic Acoustic Sensor Network Harmonic Analysis
Mehmet Caner Başol	Current Remover Circuit Design, Simulation And Implementation For Led Drivers With High Output Current Fluctuation
Macit Aydın	Mathematical Analysis, Simulation And Implementation Of PFC Methods
Uğur Yücel	European Union And Renewable Energy Sources In The Electricity Generation In Turkey Investigation Of The Incentives
Serhat Taşer	Energy Saving Analysis Of Urban Transportation: The Case Of Akcaray
IMASCON Session 5.3. / 10:30 – 12:00	**Hall : 3** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Pınar ILGIN	
Assist.Prof.Dr.Zehra Ölçer	Enzyme Immobilization Studies In Electrochemical Biosensors For Fast And Sensitive Detection
Emine Demir	2- Ethylhexyl Ester: Synthesis, Structural Characterization And Lubrication
Ahmet Erdem	Preparation And Characterization Of Temperature Responsive Cationic Comb-Type Grafted POE-POP Based Hydrogel
Assist.Prof.Dr. Pınar Ilgın	Synthesis, Characterization And Drug Release Application Of Ph And Temperature-Sensitive Xanthan Based Ipn Hydrogels
Melika Pirhashemi	Dimer Diamine Containing Polyimide Foams
Numan Harımdar	Phenolic Compound Application For Obtaining Antibacterial Cotton

	Fabric
Dr. Omer GUNGOR	Synthesis and Structural Characterization of Novel (4-aminophenyl)sulfonyl-N-N-dimethylaniline Derivative of Calix[4]arene
ORAL PRESENTATIONS	
20 June 2020	**SESSION 6** **Time 12:00 – 13:30**
IMASCON Session 6.1 / 12:00 – 13:30	**Hall : 1** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Ali TÜRKCAN	
Yakup Başol	Investigation Of Occupational Safety Applications In Furniture Manufacturing Sector
Sedat Tayyar	Evaluation Of Occupational Safety Cultures In Terms Of Management Commitment, Occupational Safety Priority, Employee Participation Of Technical Personnel Working In Automotive Authorized And Special Services
Research Assist.Kübra Yılmaz	Investigation Of The Effects Of Occupational Safety Supervisions On Firefighting And Afad Teams' Occupational Safety Cultures
Serkan Gürsoy	Preparation Of Noise Maps For Assessment Of Noise And Personal Exposure Levels Of A Furniture Production Workshop
Esra Yıldızbaşı	Prioritization Of Sectors Which Occurs To The Occupational Accident With The Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Approach In The Context Of Risks
Lecturer. Dr. Ömer Güngör	Occupational Health And Safety Measures In Chemistry Research Laboratories
IMASCON Session 6.2 / 12:00 – 13:30	**Hall : 2** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Korkut AÇIKALIN	
Nur Gümüş	Development Of New Flame Retardant Chemicals By Using Urea Formaldehyde Resin On Particle Boards And Their Effects On Burning Times
Assist.Prof.Dr.Arif Mermer	Synthesizing Novel Thiazole-2-Imine Derivatives As Antiurease Agents: Machine Learning And Molecular Docking Study
Cihan Aktaş	The Importance Of Surface Activity In Fire Fighting Foam
Dr.Banu Aydın	Effects of Cholinergic and EGF Receptors Antagonists on HEPG2 and Steatotic HEPG2 Cell Proliferation
Assist.Prof.Dr.Korkut Açıkalın	Determination Of Kinetic Parameters For Olive Stone Pyrolysis By Applying Differential Methods On Thermogravimetric Analysis Data
IMASCON Session 6.3 / 12:00 – 13:30	**Hall : 3** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist. Prof. Dr. Uğur SOYKAN	
Şüheda Özel	3d Printing: The Next Revolution In Industrial Manufacturing
Assist.Prof.Dr.Uğur Soykan	Investigation Of Thermal Behavior And Mechanical Performances Of Ulexite Reinforced High Density Polyetylene (Hdpe) Composite Materials
Ümit Gencay Başcı	Metal Additive Manufacturing Tencnologies And Application Areas
Ömer Şengül	Comparison Of Experimental Data Of Some Thermal And Mechanical Properties Of Nano Carbon Particle And Graphite Reinforced Polypropylene Composite Material

Assist.Prof.Dr .Alper Kaşgöz	Variations In The Chain Structure Of Polypropylene During The Recycling Process And The Effects Of These Changes On Mechanical And Rheological Properties
Sıdıka Burcu Karaca	Titanium Dioxide Nano Powders Production By Microemulsion Technique
ORAL PRESENTATIONS	
20 June 2020	**Sessıon 7** — **Time 13:30 – 14:45**
IMASCON Session 7.1 / 13:30 – 14:45	**Hall : 1** — **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Şükrü DURSUN	
Ebru Avcı Kaplan	Imported Coal Storage Area Wastewaters Recovery With Nanofiltration Processes
Hazal Katmiş	Evaluation Of Environmental Noise From High Speed Train
Havva Gülenç	Evaluation Of Environmental Noise At Airports
Mergengeldi Akmyradov	Studying Of Natural Gas Combustion System And Controlling Of Hardening Furnace With Plc
Prof. Dr.Şükrü Dursun	Light Pollution In Metropolitans And Its Environmental Effect
IMASCON Session 7.2 / 13:30 – 14:45	**Hall : 2** — **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Gözde GÖZKE	
Assist.Prof.Dr. Gözde Gözke	Effect Of Particle Size On Pyrolysis Characteristics And Kinetics Of Sour Cherry Stone By Thermogravimetric Analysis
Nazlı Yenihan Yüzer	Development Of Membrane For Removing Of By-Product In Glycerin Carbonate Production
Seda Aygül	Effect Of Catalyst Reduction Parameter On Lactic Acid Production From Glycerin
Mehbare Doğrusöz	Investigation Of Pzt-5h And Pzt-8 Piezoelectric Materials On Cycling Stability Of Si-Mwcnt Anode Materials
Elif Canbaz	Anode Material Synthesis Via Hydrothermal Carbonization Of Hazelnut Shell
IMASCON Session 7.3 / 13:30 – 14:45	**Hall :3** — **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.Dilek ÖZBEYLI	
Nurefşan Akkuş	Novel Quaterner Gallium (Iii) And Indium (Iii) Phthalocyanines For Photodynamic Therapy
Assist.Prof.Dr.Dilek Özbeyli	Protective Effects Of Momordica Charantia Extract In Methotrexate Induced Liver Damage
Assist.Prof.Dr .Özlem Sevinç Kaya	Resonance Production Of Sextet Scalar Diquarks At The High-Luminosity Large Hadron Collider (Hl-Lhc)
Muzaffer Eroglu	Investigations Of A Capture Reaction Cross Sections On 121sb Isotope
Ress. Assit. Dr. İdris CANDAN	Effects of Metal Oxide Layer Deposition Technique on Organic Polymer Solar Cells Efficiency
IMASCON Session 7.4 / 13:30 – 14:45	**Hall :4** — **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Dr. Aslı Günay BULUTSUZ	
Dr.Vedat Taşdemir	Experimental And Statistical Analysis Of Surface Roughness And Material Removal Rate After Turning Of H13 Tool Steel

Emin Övünç Şengün	Modelling Of Vibration Movement Of The Washing Machine Balancing Ring On A Single Axis By Smoothed Particle Hydrodynamics Method
Research Assist.Dr. Asli Gunay Bulutsuz	Newly Developed Degradable Metal Implant Materials
Ömer Şengül	Wheel Design For Vehicle Tires And Static Analysis With Finite Element Method (Fem)
Berkay Gönül	Investigation Of Sub-Surface Properties Of Shot Peened Aa1050 Alloy
ORAL PRESENTATIONS	
20 June 2020	**Sessıon 8** **Time 15:00 – 16:45**
IMASCON Session 8.1 / 15:00 – 16:45	**Hall : 1** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Barış BOZKURT	
Barış Bozkurt	Comparative Flow Analysis And Production Of Plastic Injection And Various Endothermic Chemical Blowing Agent Process
Kadir Bekar	Effect Of Samples Printed By 3d Printing Technologies With Different Parameters And Materials On Tensile Strength: Literature Research
Assist.Prof.Dr. Celalettin Yüce	Mechanical and Microstructural Properties of Cold Metal Transfer Welded 6082-T6 Aluminum Alloys
Ömer Şengül	Creating data for dynamic analysis on motorcycle radial tires for Sustainable Production
Berkay Gönül	Effect Of Shot Peening Parameters On Surface Morphology Of Aa1050 Aluminum Alloy
IMASCON Session 8.2 / 15:00 – 16:45	**Hall : 2** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Prof.Dr. Hasan AKAN	
Cebrail Eksik	Ethnobotanic Study Of Some Villages Of Artuklu, Omerli And Yesilli Districts In Mardin Province
Dr.Elvan Beyhan	Comparison Of Biotope Types In The Residential Areas Of Izmit
Nour Al Hasan	Evaluation Of Geofit Families In Harran University Herbarium (Harran)
Remziye Yayğın	Harran University (Osmanbey, Eyyübiye, Yenişehir Campuses) Determination Of Landscape Plants
Berfin Kılınç	In Vitro Activities Of Some Fungicides Against The Factor Of Neoscytalidium Dimidiatum Obtained From Pistachio In Şanlıurfa
Zülal Büyük	A Dietary Fiber Source: Coffee Silverskin And Its Properties
IMASCON Session 8.3 / 15:00 – 16:45	**Hall : 3** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Dr.Sait Ertürk	
Dr. Sait Ertürk	Depolanmiş Kuru İncirde Zararli Kuru İncir Kurdu [Ephestia Cautella (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae)]'Na Karşi Sulfuryl Fluoride'in Etkinliği
Fatih Şahiner	Body Condition Score In Farm Horses; Isparta Example
İkram Çelik	Mobile Fire Surveillance Towers
Obey Alnaiem	Overview Of The Current Status Of Fisheries In Sudan
İkram Çelik	Use Of Personal Protektive Equipment In Forest Fires

Neslihan Atar	Factor Affecting On Natural Regeneration Success Of Taurus Cedar (Cedrus Libani A. Rich) In Antalya-Kaş Vicinity
İkram Çelik	Clothes Used In Forest Fires And Their Characteristics
IMASCON Session 8.4 / 15:00 – 16:30	**Hall : 4** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr . Celalettin KAYA	
Nurgül Ünal	Stability Of Lagged Differential Equations In Terms Of Hyres-Ulam
Büşra Aydın	Ulam Stability For First Order Dynamic Equations On Time Scale
Assist.Prof.Dr.Ali Aydoğdu	Subsethood Measure For Picture Fuzzy Sets
Nursabah Doğan	Introduction To Algebraic Geometric Codes
Başak Aldemir	Fixed Point Theorems On Partial Fuzzy Metric Spaces
Assist.Prof.Dr.Celalettin Kaya	Curves In Special Position For Algebraic Geometric Codes
ORAL PRESENTATIONS	
20 June 2020	**SESSION 9** **Time 16:30 – 17:45**
IMASCON Session 9.1 / 16:30 – 17:45	**Hall : 1** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr . Tufan DEMIREL	
Ezgi Bekar	Weighting Operational Risks In The Banking Sector
Rafia Öztopuz Eren	Energy Production Optimization With Fuzzy Goal Programming
Fatma Er	Comparison Of Machine Learning Techniques In Real Estate Valuation
Ozan Barlas	Analysis Of Football Competitions Using Machine Learning Methods
Assist.Prof.Dr.Tufan Demirel	Using Artificial Intelligence Approaches In The Solution Of Traffic Problems
IMASCON Session 9.2 / 16:30 – 18:00	**Hall :2** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr.Demet AYDINOĞLU	
Ramazan Durgun	Effects Of Sintering Temperature On The Porous Structure And Distribution In Whitewares
Assoc.Prof.Dr.Demet Aydınoğlu	Synthesis, Characterization Of Montmorillonite Filled Carrageenan-Psyllium Composite Hydrogels And Investigation Of Their Use In Agricultural Water Management
Numan Harımdar	Developing Flammability Of Cotton Fabrics And Application Of Plasma Technology To Fabrics
Sercan Alkan	Aluminum – Soda Lime Silicate Glass Join
Beyza Biçer	The Effect Of Silicon Carbide Reinforcement On Magnesium Metal Matrix Composite Materials
Assist.Prof.Dr.Emre Tekay	Mwcnt/Sis/Eoc Thermoplastic Elastomer Based Nanocomposites: Electrical, Mechanical And Shape Memory Properties
IMASCON Session 9.3 / 16:30 – 18:00	**Hall :3** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assit. Prof. Dr. İbrahim MUTLU	
Selay Kasap	Process Development By Failure Mode And Effect Analysis In An Automotive Company
Ezel Özkan	Determining Marketing Strategy In The Project / Valve Sector By Analytical Hierarchy Process Method

Selin Yalçın	Effects Of Neutrosophic Sets On Potential Process Capability Index
Research Assist. Muhammet Enes Akpinar	A Metaheuristic Based Disassembly Planning Model For An Electrical Device
Wael Khatib	The Integration Of Drone Delivery System In Last Mile Delivery Shipment On The National Postal Service (Ptt) Cargo Company In Ankara Province In Turkey – Depot Allocations And Truck-Drone Delivery Time Minimization
Murat Şahin	Designing Early Warning System For Deflection In Bend With The Image Processing Method
ORAL PRESENTATIONS	
20 June 2020	**SESSION 10** **Time 18:00 – 19:30**
IMASCON Session 10.3 /18:00 – 19:30	**Hall : 1** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.Şebnem Düzyer Gebizli	
Assist.Prof.Dr.Şebnem Düzyer Gebizli	Characterization Of Surface And Electrical Properties Of Conductive Polyacrylonitrile/Carbon Black (Pan/Cb) Nanofibers
Elif Özdemir	The Effect Of Metal Nanoparticles Mixture On The Compatibilized Pe / Tps Blend Films
Ferda Civan Çavuşoğlu	Removal Of Metformin Hcl From Aqueous Solutions By Magnetic Multi-Walled Carbon Nanotubes
Gülsüm Özçelik	Removal Of Carbamazepine And Ibuprofen From Aqueous Media: Optimization, Kinetic, Equilibrium And Thermodynamic Studies
Nazlı Yenihan Yüzer	Investigation Of The Effect Of Poly (Vinyl Alcohol) Hydrogel Particles On The Esterifications Reaction
Assist.Prof.Dr .İzzet Paruğ Duru	Tracing Room Temperature Ferromagnetism In Nickel Boride Nanoparticles
IMASCON Session10.2 /18:00 –19:15	**Hall : 2** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc .Prof. Dr. Hasan KAYA	
Selay Kasap	Evaluation Of The Effect Of Ship Working Conditions On The Staff By Fuzzy Analytical Hierarchy Process
Ezel Özkan	Evaluation Of Factors Affecting Student Success In Higher Education Institutions By Analytical Network Process (Anp)
Gürkan Işık	Analysis of One Level Acceptance Sampling Plans on Neutrosofic Poisson Distribution
Selin Yalçın	Derivation Of Actual Process Capability Index (Cpk) For Neutrosophic Sets
IMASCON Session 10.3 /18:00 – 19:15	**Hall 3:** **20 June 2020**
SESSION CHAIR : Assoc .Prof. Dr. Arif ÖZKAN	
Research Assist.Çağatay Taşdemirci	Robot Hand Design Using A 3d Printer
Cansu Var	Best Protection Against Coronavirus: Polypropylene Meltblown Surgical Face Masks
Sümeyra Alan	Effect Of Emotional Freedom Technique And Information On Mother's Anxiety Level Related To Neonatal Heel Prick Blood Sampling
Mühendis, Yasin İlhan	The Effect Of Biomedical Devices In Coronavirus Detection

Sümeyra Alan	Effect Of Emotional Freedom Technique And Information On Mother's Anxiety Level Related To Newborn Hearing Screening Test
Faruk Enes Oğuz	R Peak Detection Of ECG Signal Using Maximum Overlap Discrete Wavelet Transform

ABSTRACTS AND POSTERS

N4-MACROCYCLIC METAL COMPLEX CHEMICAL SENSOR AND OTHER APPLICATIONS

Vefa AHSEN
Gebze Teknik Üniversitesi Kimya
ahsen@gtu.edu.tr

Abstract
Both phthalocyanines (Figure 1) and vic-dioxime ligands (Figure 2) gives stable complexes over the 4N atoms. In this presentation, some of the new complexes of these ligands and their chemical sensors applications, liquid crystalline [1] properties, Langmuir Blodgett film formation [2], and their extraordinary structures (Figure 3) [3] will be mentioned.

Keywords: N4-MACROCYCLIC METAL COMPLEX, Chemical Sensor, liquid crystal

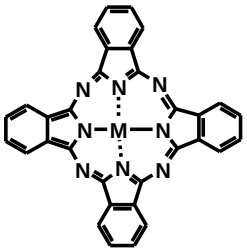


Figure 1

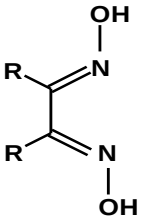


Figure 2

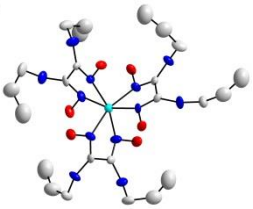


Figure 3

References

1. M. Durmuş, S. Yeşilot, V. Ahsen, "Separation and Mesogenic Properties of Tetraalkoxy- Substituted Phthalocyanines Isomers", New J. Chem., 30,(2006), 675- 678,.
2. C.Topaçlı, A. Topaçlı, B. Teşneli, T. Richardson, İ. Gürol, V. Ahsen " The Molecular Structure of Langmuir-Blodgett films of 14,15-bis(hydroxyimino)-13,16-dithiaoctacosane using Fourier Transform Infrared Spectroscopy" J. Molecular Structure, 752, (2005), 192-197.
3. F. Yüksel, A. G. Gürek, M. Durmuş, İ. Gürol, V.Ahsen, E. Jeanneau, D. Luneau, "New insight in coordination of *vic*-dioximes: Bis and tris(E,E-dioximato) Ni(II) complexes" Inorg. Chim. Acta, 361 (2008) 2225–2235.

NANOBASKET, CALIXARENES : IN BIOCATALYSIS STUDIES

Mustafa Yılmaz
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya
myilmaz@selcuk.edu.tr

Abstract

Calixarenes have become important receptors in synthesis and applications as supramolecular platforms for molecular recognition, sensing and self-assembly, catalysis, biocatalysis, nanotechnology, and drug discovery. Because of their unique molecular structure, calixarenes have been used as promising materials which could take a prominent place such as development of mimic biocatalysts, enhancing catalytic activity and enantioselctivity of enzymes, and providing organic/water solubility to the reagents for several enzyme-dependent biological reactions [1,2]. In this study, iron magnetic nanoparticles capped with fluorescent calixarene derivatives (Fe_3O_4@Calix-2 and Fe_3O_4@Calix-3) were prepared in one-step using coprecipitation of Fe(II) and Fe(III) in basic solution. Different techniques were used to characterize the synthesized magnetic nanoparticles, such as Fourier Transform Infrared spectroscopy (FTIR), powder X-ray diffraction (XRD), vibrating sample magnetometer (VSM) and confocal microscopy. Enzyme was encapsulated on synthesized nanoparticles following sol–gel method. The results showed that encapsulated lipases nanoparticle with calixarene moieties lead to increased activity, stability, reusability and enhanced stereoselectivity in kinetic resolution.

Keywords: Calixarene, biocatalys, fluorescent

References

1. Yilmaz M., Sayin S. Calixarenesin Organo and Biomimetic Catalysis. In: Neri P., Sessler J., Wang MX. (eds) Calixarenes and Beyond. Springer, Cham., 2016. P.219-242.
2. Karakurt, S., Kellici, T.F., Mavromoustakos, T., Tzakos A.G., Yilmaz, M., Curr. Org. Chem., 2016, 20, 1043-1057 // Curr. Org. Chem.-2016, -**20**, 1043-1057.

A NEW APPROACH IN CANCER TREATMENT: PHOTODYNAMIC THERAPY

Mahmut Durmuş
Gebze Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya
durmus@gtu.edu.tr

Abstract
Recently cancer has become one of the most dangerous diseases. Although many different treatment methods have been applied to combat cancer disease, a definitive treatment for this disease has not been found yet. It was noted that 210,000 new cancer cases were reported and 116,000 people died due to cancer in our country in 2018. Different treatment methods are applied depending on the type of cancer. Among these surgery, chemotherapy and radiotherapy are the most commonly used treatment methods. Photodynamic therapy (PDT) stands out as a promising treatment method in cancer treatment as it has less side effects than other treatment methods. The principle of the cancer treatment with the PDT method is the destroy of tumor cells with light. PDT is a rapidly developing method in the treatment of cancer that causes the death of tumor cells as a result of photochemical interaction between where a light sensitive material called as photosensitizer, light at the appropriate wavelength and molecular oxygen.

Keywords: Photodynamic Therapy (PDT), Cancer, photochemical

AN INVESTIGATION OF THE INTERACTION MECHANISM OF SELECTED VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS WITH PHTHALOCYANINES AND THEIR DERIVATIVES VIA RAMAN SPECTROSCOPY AND MASS SENSITIVE SENSORS

Ilke Gürol
TÜBITAK Marmara Research Center, Materials Institute, Gebze, Kocaeli, Turkey
ilke.gurol@tubitak.gov.tr

Serpil Harbeck
TÜBITAK Marmara Research Center, Institute of Chemical Technology , Gebze, Kocaeli, Turkey
serpil.harbeck@tubitak.gov.tr

Funda Kus
TÜBITAK Marmara Research Center, Materials Institute, Gebze, Kocaeli, Turkey
Koc University, Department of Physics, Koç University, 34450 Istanbul, Turkey
ks.funda@gmail.com

Cihat Tasaltin
TÜBITAK Marmara Research Center, Materials Institute, Gebze, Kocaeli, Turkey
cihat.tasaltin@tubitak.gov.tr

Ayşe Gül Gürek
Gebze Technical University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Gebze, Kocaeli, Turkey
gurek@gtu.edu.tr

Phthalocyanines and their derivatives are a group of molecules, which have been studied for a very long time. At the beginning they were used as pigments and dyes, afterwards, they passed a renaissance and have been used in the field of photovoltaic, electrochromism, optical data storage, chemical sensors, catalysis and photodynamic therapy etc. [1]. Phthalocyanine molecules are very stable molecules due to their aromatic and symmetric structure. Because of their stability, phthalocyanine molecules are commonly used as sensitive layers for gas sensors based on different detection principles like QCM (Quartz Crystal Microbalance) or SAW (Surface Acoustic Wave) as well as conductive or capacitive sensors. Recently, it has been that volatile organic compounds (VOCs) in exhaled human breath can be used as markers for certain diseases [2]. The large majority of these compounds can be classified as volatile organic compounds (VOCs) which are homologous series of alcohols, aldehydes, ketones and long-chain and branched-chain hydrocarbons. Many studies have been carried out that focus on linking these compounds with established disease conditions such as cancer and diabetes[3-5]. In our previous studies, non-peripheral and peripheral Phthalocyanines and their derivatives including different substituent group (Pc) have been used to detect these marker compounds from the surface acoustic wave (SAW) transducers and Quartz Crytals Microbalance (QCM) and discussed for their sensitivity and selectivity towards VOCs such as n-hexane, toluene, chloroform and acetone [6,7]. Similar studies to understand sensing molecule and analyte interaction have been performed previously via FT-IR [6-8]. Also in these studies, to understand of interaction between sensing molecule and analyte have been used combined density functional theory (DFT) studies of 3d metal phthalocyanines ZnPcs and VOCs. In addition, we compared the results of RAMAN and DFT with obtained data from measurements of VOCs against coated Phthalocyanines on the SAW sensor.

Acknowledgements: The authors acknowledge the financial support by TÜBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) through the TÜBITAK 1003 funding programme (project number 115E045)

References

[1]. Leznoff C.C. ; Lever A.B.P. Phthalocyanines, Properties and Applications, VCH, New York, **2016**, vol. 1–4, 1989-1996

[2] T. Mathew, P. Pownraj, S. Abdulla, B. Pullithadathil, "Technologies for Clinical Diagnosis Using Expired Human BreathAnalysis" Diagnostics, 2015.
[3] A. Amann, D. Smith. Volatile Biomarkers: Non-Invasive Diagnosis in Physiology and Medicine. Elsevier, 2013,
[4] T. Bruderer, T. Gaisl, M. T. Gaugg, N. Nowak, B. Streckenbach, S. Müller, A. Moeller, M. Kohler, and R. Zenobi, On-Line Analysis of Exhaled Breath, Chem. Rev. 2019, 119, 10803−10828.
[5] R. Kalidoss , S. Umapathy, A comparison of online and offline measurement of exhaled breath for diabetes pre-screening by graphene-based sensor; from powder processing to clinical monitoring prototype, J Breath Res. 2019 May 1;13(3):036008.
[6] F. Kus, C. Tasaltin, M. Albakour, A.G. Gurek, I. Gurol, "Macromolecular Hexa-Asymmetric Zinc(II) Phthalocyanines Bearing Triazole-Modified Triphenylene Core : Synthesis, Spectroscopy and Analysis towards Volatile Organic Compounds on Surface Acustic Wave Devices" Journal of Porphyrins and Phthalocyanines, 2019,.
[7] S. Harbeck, Ö.F. Emirik,I. Gürol,A.G. Gürek, Z.Z. Öztürk,V.Ahsen, Understanding the VOC sorption processes on fluoro alkyl substituted phthalocyanines using ATR FT-IR spectroscopy and QCM measurements, Sens. Actuat. B Chem. 176 (2013) 838–849.
[8] S. Harbeck, D. Atilla, I. Dülger, M. Harbeck, A. G. Gürek, Z. Z. Öztürk, V. Ahsen. "The role of hydrogen bonding in the sensitivity of QCM sensors: A spectroscopic study on tosylamido phthalocyanines" Sensors and Actuators B 191 (2014) 750–756.
[9] A. Mujahid, F.L. Dickert "Surface Acoustic Wave (SAW) for Chemical Sensing Applications of Recognition Layer" Sensors, 2017, 17, 2716.

STRONG COOPERATIVE EFFECTS IN COORDINATION CHEMISTRY WITHIN MAGNETIC BOSPHORUS

Dominique LUNEAU
Gebze Teknik Üniversitesi
chemistry luneau@univ-lyon1.fr

Abstract
For more than two decades we have been cooperate with Vefa Ashen and his group. Our first contacts trace back in our mutual interest for complexes of vic-dioxime. On our own side, this was first for building molecule-based magnets mixed with some attraction for fascinating Bosphorous and well beyond. Built on coordination chemistry and close contacts this resulted in strong cooperative effects both in science and personal relationships which widen our knowledge in many fields and by the way our humanity. During this lecture some of these points and their results will be presented and discussed along with novel prospective.[1]

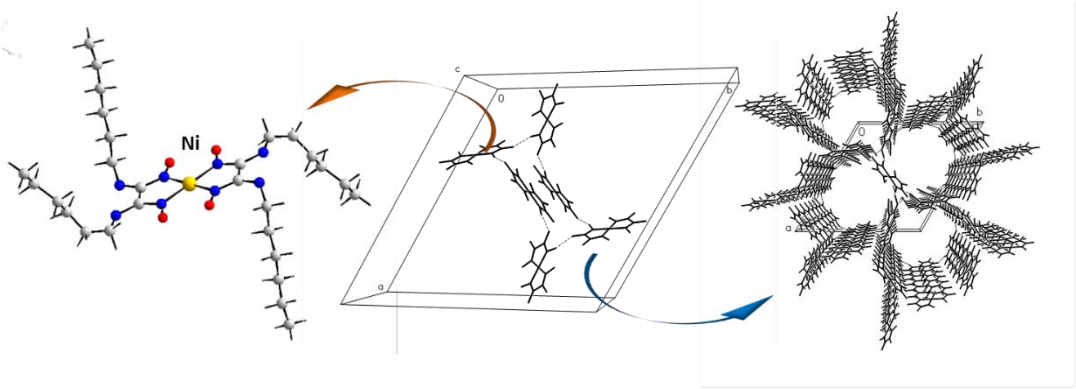


Figure 1: Molecular and crystal structure of an hexyl-substituted oxamide oxime nickel(II) complexes used as support in our crystallography and coordination chemistry lectures.[1c]

Keywords: vic-dioxime, magnetic Bosphorus, crystal structure

References

[1] a) A. G. Gurek, V. Ahsen, D. Luneau and J. Pecaut, *Inorg. Chem.* **2001**, *40*, 4793-4797; b) M. Durmus, V. Ahsen, D. Luneau and J. Pecaut, *Inorg. Chim. Acta* **2004**, *357*, 588-594; c) G. Gumus, V. Ahsen, C. Lebrun, D. Luneau and J. Pecaut, *New. J. Chem.* **2004**, *28*, 177-179; d) A. G. Gurek, T. Basova, D. Luneau, C. Lebrun, E. Kol'tsov, A. K. Hassan and V. Ahsen, *Inorg. Chem.* **2006**, *45*, 1667-1676; e) Y. Chumakov, D. Luneau, F. Yuksel, V. Ahsen, G. Gumus and I. Gurol, *Acta Cryst. A* **2007**, *63*, S159-S160; f) F. Yuksel, A. G. Gurek, E. Jeanneau, I. Gurol, M. Durmus, D. Luneau and V. Ahsen, *Acta Cryst. A* **2007**, *63*, S160-S161; g) F. Yuksel, S. Tuncel, A. G. Gurek, E. Jeanneau, D. Luneau and V. Ahsen, *Acta Cryst. E* **2007**, *63*, M1380-M1382; h) F. Yuksel, G. Gumus, I. Gurol, V. Ahsen, Y. Chumakov, E. Jeanneau and D. Luneau, *Dalton Trans.* **2008**, 241-252; i) F. Yuksel, A. G. Gurek, M. Durmus, I. Gurol, V. Ahsen, E. Jeanneau and D. Luneau, *Inorg. Chim. Acta* **2008**, *361*, 2225-2235; j) E. Onal, Y. Yerli, B. Cosut, G. Pilet, V. Ahsen, D. Luneau and C. Hirel, *New. J. Chem.* **2014**, *38*, 4440-4447; k) S. Z. Topal, U. Isci, U. Kumru, D. Atilla, A. G. Gurek, C. Hirel, M. Durmus, J. B. Tommasino, D. Luneau, S. Berber, F. Dumoulin and V. Ahsen, *Dalton Trans.* **2014**, *43*, 6897-6908; l) E. Onal, V. Ahsen, J. Pecaut, D. Luneau and C. Hirel, *Tetrahedron Lett.* **2015**, *56*, 5157-5160; m) I. Fidan, E. Onal, Y. Yerli, D. Luneau, V. Ahsen and C. Hirel, *Inorg. Chem.* **2016**, *55*, 11447-11453; n) I. Fidan, E. Onal, Y. Yerli, D. Luneau, V. Ahsen and C. Hirel, *Chempluschem* **2017**, *82*, 1384-1389; o) I. Fidan, D. Luneau, V. Ahsen and C. Hirel, *Chem. Eur. J.* **2018**, *24*, 5359-5365.

***Remerciement** : A mon ami Vefa AHSEN pour la chaleur de nos relations et dont je salue sa grande culture scientifique et générale et son éducation française, le tout non dénué d'humanité et d'humour apprécié.*

ASSESSMENT OF CLIMATE AREA BASED ON COLLECTED DATA OF PRECIPITATION

Hysen Mankolli
Consultant Scientific Earth System Science Interdisciplinary Center (ESSIC) USA Expert in Ecology Expert in Ecology
hysenmankolli@yahoo.com

Cezar Kongoli
University of Maryland College Park, USA Expert in Ecology Expert in Ecology
cezar.kongoli@noaa.gov

Şükrü Dursun
Konya Teknik Üniversitesi Engineering & Natural Sicience Fac. Environmental Engineering
sdursun1@hotmail.com

Lyudmyla Symochko
Uzhhorod National University, Ukraine Faculty of Biology
lyudmilassem@gmail.com

Flora Ndroqi Merko
University of Durres, Albania Department of Economics Economy
floramerko@yahoo.it

Andi Mankolli
University of Ilinois at Urbana-Champaign, USA Department of Physics Department of Physics
hysenmankolli@yahoo.com

Fatma Kunt
Necmettin Erbakan Üniversitesi Faculty of Engineering and Architecture Department of Environmental Engineering
drfatmakunt@gmail.com

Massimo Zucchetti
Engineering Faculty Politecnico di Torino Physics
zucchetti@polito.it

Abstract
The collected data of precipitation it is an important on assessment of climate area. The impact on ecosystem it is direct and indirect. Its assessment constitutes a necessity. For the evaluation of the precipitation regime and its tendencies in the region of Shkodra, there has been analyzed data for a period of over 45 years. These values are the contribution of meteorological control centers in Shkodra. For analysis of meteorological indicators were used mathematical methods of statistical analysis, regression equations, and mean deviation. The data processed with the Excel program and its graphical presentation, gives us the possibility of having a clear interpretation on local climate and its changes. The regression equation was y =-0.894x + 181.5 with r = 0.368. This means that for every 5 years there is a variation of precipitation with about 4.5 mm per month. Analysis of the factual and theoretical results indicates significant differences. By analyzing the varying average, we conclude on large margins. From analysis of data presented in the precipitation chart it results that the precipitation values are of cyclical character. These cycles of precipitation, with approximate values, are of the time periods between 1951-1961, 1962-1972, 1973-1983, 1984-1994 and 1995-2005 onwards.

Keywords: Assessment, climate area, collected data of precipitation, Albania

FOOD SECURITY RESEARCH: ECOLOGICAL AND SOCIAL ASPECTS

Lyudmyla Symochko
Uzhhord National University, Uzhhorod, Ukraine Faculty of Biology Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine
lyudmilassem@gmail.com

Hysen Mankolli
University of Maryland College Park Earth System Science Interdisciplinary Center Earth System Science Interdisciplinary Center
hysenmankolli@yahoo.com

Patyka Volodymyr
D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NASU, Kyiv, Ukraine
patykavolodymyr@gmail.com

Abstract
Food security depends in part on the sustainable use of natural resources and usually examined through three dimensions, namely the availability, access, and utilization of food. Food security in the context of social determinants of health is interconnected with population growth, political instability, economic development, agricultural policy, and environmental factors. Other such factors include educational level, gender equality, health services, and culture. Aim of our proposals: to analyze food security research in Ukraine including social aspects (gender and age of scientists in this field). In 2012 The Economist Intelligence Unit introduced the Global Food Security Index which until recently consisted of three main parameters: quality, safety, financial and physical accessibility of food. Last year the fourth parameter was added – natural resources and sustainability. In the general rating, Ukraine was ranked 63rd among 113 countries, having scored 54,1 points. Antibiotic resistance microorganisms in agricultural production systems and food chains are the major public health challenge. The World Health Organization has identified antibiotic resistance as a serious threat to human health across the world. Soils to providing humanity with 98.8% of its food. Soil microbiome plays an important role in the development and spread of antibiotic resistance in humans. There are many scientific studies on this field, and many of them are realized by women scientists. In Ukraine, the ratio of women involved in science is 45%. This is the 12th place in the ranking, which includes 41 countries. But only 28% of women scientists are involved in research in the agricultural sector and the age of the majority (67%) more than 45 years. What shows that there is a gap between man and women participation in scientific studies in this field. Food security is an extremely important component of sustainable development which defines by environmental and social aspects.

Keywords: food security, index, soil, microbiome, health.

LIGHT POLLUTION IN METROPOLITANS AND ITS ENVIRONMENTAL EFFECTS

Sukru Dursun
Konya Teknik Üniversitesi Konya Technical University Mühendislik ve Doğa Bilimleri Çevre Mühendisliği
sdursun@ktun.edu.tr

Hysen Mankolli
Consultant Scientific Earth System Science Interdisciplinary Centre (ESSIC), University of Maryland Engineering
hysenmankolli@yahoo.com

Özet
The light rays responsible to see for eye and realize the vision called light. In order to have good visual perception in any space, the quality of the light is used in accordance with the characteristics of the environment situation. Because of wrong and inadequate illumination, activating by daytime is the problem caused by the transport light pollution into the night period.As with all environmental pollutions, light pollution affects the environment by regulating the environment and disrupting the necessity of nature. Using time makes the pollinator brighter by disrupting the nature of the collision. Night vision impairment is demonstrated through researches that decrease comfort and harm to human health, ecosystems and other living things. On the other hand, production of energy with high expenditures. Illumination is undeniable facts that cause waste of energy. As a general rule, this is bad illumination if the light source is directly visible from a long distance. Dazzling light sources are not used in good lighting. Only the area illuminated by the light source can be seen. A dazzling situation does not occur in a well-lit outdoor lighting area. It is not recommended to use unnecessary and extremely strong light sources. The problem of light pollution is not noticed in cities with the right lighting system. Those who suffer from bad lighting are not only those who want to watch the state budget or the night sky. The most basic method of eliminating the problem is to design lighting well. To realize the importance of lighting design for this, to take into account what needs to be done in this regard. For this, as the form of illumination is designed and problems related to light pollution will be considered, it will be easier to eliminate this problem.

Keywords: Light pollution, light sources, environment, pollution, comfort, economy

ORGANIC SOIL CARBON MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY

Olena Demyanyuk
Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine
demolena@ukr.net

Ivan Mostoviak
Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine
mostovjak@gmail.com

Lyudmyla Symochko
Uzhhord National University, Uzhhorod, Ukraine Faculty of Biology
lyudmilassem@gmail.com

Abstract
Carbon contained in soil organic matter is crucial for the environmental status of soil, fertility and ecosystem services, including food production. The population of the Earth is projected to increase to 9 billion people, which means that agricultural producers must produce 60% more food by 2050, given the negative impact of climate change on agriculture. Soil organic carbon plays an important role in climate change, posing both a threat and an opportunity to help achieve the goals of the Paris Agreement and the Kyoto Protocol. Globally, carbon in the upper 1 m of soil is estimated at 1,417 gigatons (Gt), almost twice as much as in the atmosphere and ten times more than the annual anthropogenic emissions. Soil organic carbon is sensitive to how the soil is managed; poor land use causes soils to lose organic matter / carbon and greenhouse gas emissions. Due to degradation, one third of the world's soils have already released up to 78 Gt of carbon into the atmosphere. Ukraine plays a strategic role in the global food market and in ensuring global food security. It is ranked 2-3 in the world in the number of positions. In particular, Ukraine is among the top ten exporters of agricultural products to EU countries, ranking 8th in the ranking of the most developed agrarian countries. The soils of Ukraine are characterized mainly by medium (2–3%) and high (3–4%) humus content in the arable layer. The area with soils is 16.4 million hectares, or about half of the arable land. The total reserves of organic carbon in the soils of Ukraine are about 7 Gt. This is comparable to 1/3 of the soil carbon stock in the European Union agricultural soils, which is estimated at around 18 Gt in the 0-30 cm layer.

Keywords: Carbon, soil, climate change, food security

SHIITAKE MUSHROOM CULTIVATION USING SAWDUSTBASED BASED SUPPLEMENTED SUBSTRATE

Andrew Ravlikovsky
Uzhhorod National University Faculty of Biology
andrew@naturegreen.eu

Lyudmyla Symochko
Uzhhorod National University Faculty of Biology SR&E Center of Molecular Microbiology and the Immunology of Mucous Membranes
lyudmilassem@gmail.com

Abstract
Shiitake mushroom (Lentinula edodes (Berk.) Peg.) is second most cultivated mushroom in the world. In recent years, there has been a significant increase in demand for this mushroom due to its excellent nutrition value and low calorie. Most common technique used – cultivation on sawdust supplemented substrate (bag cultivation). Main advantages of this technique are short incubation period, lower risk of pest and diseases, high yield and year-round cultivation. Besides the advantages there is one main disadvantage which creates nuisance not only for mushroom industry itself but also for environment – huge amounts of spent mushroom substrate or spent mushroom compost (SMS / SMC). This article represents main aspects of shiitake mushroom cultivation using sawdust based supplemented substrate including overviews about SMS and possible ways of it reuse.

Keywords: shiitake, bag cultivation, spent mushroom substrate (SMS)

SUCCESSION AND STABILITY OF SOIL MICROBIOME IN TRANSFORMED ECOSYSTEMS

Lyudmyla Symochko
Uzhhorod National University Faculty of Biology SR&E Center of Molecular Microbiology and the Immunology of Mucous Membranes
lyudmilassem@gmail.com

Olga Hafiak
Uzhhorod National University Faculty Biology
gafiakolga@gmail.com

Abstract
The soil microbiome carries out important ecosystem functions, but interactions between soil microbial communities have been difficult to study due to the high microbial diversity and complexity of the soil habitat. Soil microbiomes are among the most diverse microbial communities on the planet and the majority of soil microbes have not yet been cultivated or studied under laboratory conditions. Despite this, a deeper understanding of the ecological properties that control the structure and function of soil microbiomes is needed, as they underpin almost every terrestrial food web, regulate many elements of Earth's biogeochemical cycles. Successional dynamics of soil microbiomes are related to changes in substrate availability and are crucial to predicting ecosystem development. During primary succession, early-colonizing taxa shape available niche space by regulating pH and nutrient availability, anthropogenic impact. However, the feedbacks and processes driving successional patterns constitute fundamental knowledge gaps in understanding trajectories of ecosystem development. Microbial succession patterns can be influenced by available resources, including nutrient pools. In transformed ecosystems in comparison with the natural, stability of soil microbiome was lower. Under anthropogenic pressure number of correlation, links decreased and the integration of the soil community was lower. At the same time, it is necessary to note the active development of oligotrophic microbiota in transformed ecosystems. Our study has improved understanding of the succession and stability of soil microbial communities in a different type of ecosystems

Keywords: ecosystem, stability, soil, microbiome, succession

ORMAN YANGINLARINDA KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM KULLANIMI

İkram ÇELİK
Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Genel Müdürlüğü Orman Mühendisliği
ikramcelik@ogm.gov.tr

Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Özet
Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de orman varlığını tehdit eden faktörlerin başında orman yangınları gelmektedir. Ülkemizde gerçekleşen yangınların son 10 yıllık periyodu incelendiğinde; yıllık ortalama 2365 adet orman yangını çıktığı ve yılda ortalama 8.763 hektar alanının yangından zarar gördüğü anlaşılmaktadır. Yürürlükteki Anayasanın 169. maddesi ile 6831 sayılı Orman Kanununun 68-76. maddeleri orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesine ilişkin özel hükümleri ihtiva etmekte ve kanun bu konuda organizasyon oluşturma görevini Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Teşkilatına vermektedir. Orman Genel Müdürlüğü bu hizmeti her yıl ortalama 19000 çalışanı ile yerine getirmeye çalışmaktadır. Orman Yangınları 29.03.2013 tarih ve 28602 sayılı resmi gazetede yayımlanan "iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin işyeri tehlike sınıfları tebliğinde değişiklik yapılmasına dair tebliğ" de OGM'de yapılan işlerin tehlike sınıfı belirlenmiş olup orman yangınları bu tebliğde tehlikeli sınıfta yer almaktadır. OGM orman yangınlarıyla mücadele eden tüm çalışanları için gerekli Kişisel Koruyucu Donanımı (KKD) ve standartlarını belirleyerek her yıl bunları temin ederek ilgililere teslim etmektedir. Ancak temininde ve tesliminde sorun olmayan KKD kullanım aşamasına geldiğinde büyük sorunlarla karşılaşılmaktadır. Çünkü çalışanlar bu donanımları kullanmamaktadır. Son yıllarda, küresel ısınmanın da etkisiyle, orman yangınlarının sayısında ve yanan alan miktarlarında önemli bir artış söz konusudur. Bu kamuoyunun ilgisini çekmekte ve hassasiyetini artırmaktadır. Özellikle ülkemizde 2019 yılında çıkan orman yangınları kamuoyunda hassasiyet oluşturmuş ve görsel medyanın ilgisini daha çok çekmiştir. Televizyonlara yansıyan görüntülerden de anlaşılacağı gibi yangın söndürmede görevli çalışanların KKD kullanmadıkları ve tedbirsizce yangınla mücadele ettiği görülmektedir. Bugüne kadar orman yangınlarında 117 vatandaşımız şehit olmuştur Yangınla mücadele eden çalışanların KKD kullanmamaların altında birçok neden yatmakla birlikte bu konuda yöneticilerin duyarsızlığı, çalışanların bana bir şey olmaz hastalığı, iş müfettişlerinin kamu denetimlerinde yaptırım uygulamaması, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun bazı maddelerinin kamu kurumlarında uygulanmasının sürekli ertelenmesi gibi başlıca nedenler olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangını, KKD, İş Sağlığı ve Güvenliği

USE OF PERSONAL PROTEKTIVE EQUIPMENT IN FOREST FIRES

Abstract
As in many countries of the world, Forest Fires are the leading factor that threaten existence of forests in our country. When the last 10-year period of fires in our country is examined, it is understood that the average of 2365 forest fires occured per year and an average of 8,763 hectares were damaged by the fire per year. Article of 169 of the Current Constitution and the articles 68-76. of the Forestry Law No. 6831 involve special provisions about the prevention and extinguishment of forest fires and the law gives the task of creating an organization in this regard to the General Directorate of Forestry (GDF). The General Directorate of Forestry tries to fulfill this mission with an average of 19000 workers every year. General Directorate of Forestry determines the necessary Personal Protective Equipment (PPE) and its standards for all the employees fighting forest fires and delivers them to the concerned people every year. In recent years, due to global warming, there has been a significant increase in the number of forest fires and the amount of burning areas. This situation attracts public attention and increases the sensitivity. Especially in our country in 2019, forest fires have created public sensitivity and attracted more attention of visual media. As can be seen from the images

reflected on televisions, it is seen that the employees in charge of putting out the fire do not use PPE and fight with fire improvidently. Although there are many reasons why fire fighters do not use PPE, the insensitivity of managers, “nothing happens to me disease” of employees, the failure of the labor inspectors to impose sanctions on public audits, and continuous postponement of the implementation of certain articles of the Occupational Health and Safety Law in public institutions are seen as the main reasons.

Keywords: Forest Fire, PPE, Occupational Health and Safety

DUYGUSAL ÖZGÜRLÜK TEKNİĞİ VE BİLGİLENDİRMENİN ANNELERİN YENİDOĞAN İŞİTME TARAMA TESTİNE İLİŞKİN KAYGI DÜZEYİNE ETKİSİ

Sümeyra ALAN
Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik
sumeyraalan@hotmail.com

Şule ECEVİT ALPAR
Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik
salpar@marmara.edu.tr

Özet
Bu araştırmanın amacı, Duygusal Özgürlük Tekniği uygulamasının ve bilgilendirmenin annelerin yenidoğan işitme tarama testine ilişkin kaygı düzeyine etkisini belirlemektir. Gereç ve Yöntem: Araştırma, yenidoğan işitme tarama testi için bir devlet hastanesine başvuran 46 anne ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma öntest sontest desenli tesadüfi kontrollü deneysel bir çalışmadır. Duygusal Özgürlük Tekniği, tanı işlemine ilişkin bilgilendirme ve müdahalesiz grup olmak üzere anneler üçer gruba atanmıştır. Araştırmanın verileri Ebeveyn Bilgi Formu, Öznel Rahatsızlık Düzeyi Skalası ve Durumluk-Sürekli Kaygı Ölçeği ile toplanmıştır. Veriler tanımlayıcı istatistikler, Ki-kare, Tekrarlı ölçümler ANOVA, Spearman ve Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Bulgular: Duygusal Özgürlük Tekniği'nin işleme ilişkin kaygıyı azalttığı, müdahalesiz grupta ise kaygının arttığı saptanmıştır. Sürekli kaygısı daha yüksek olan annelerin işleme ilişkin durumluk kaygıları da daha yüksektir. ÖRDS duruma özgü kaygıyı ölçebilmektedir ($p<0,05$). Sonuçlar: Sağlık profesyonellerinin, annelerin yenidoğan işitme tarama testine ilişkin kaygısını azaltmak için annelere Duygusal Özgürlük Tekniği uygulaması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Anksiyete, işitme testleri, akupunktur noktaları

EFFECT OF EMOTIONAL FREEDOM TECHNIQUE AND INFORMATION ON MOTHER'S ANXIETY LEVEL RELATED TO NEWBORN HEARING SCREENING TEST

Abstract
The aim of this study is to determine the effect of applying Emotional Freedom Technique and providing information about the procedures on maternal anxiety level related to newborn hearing screening test. Material and Method: The study is conducted with 46 mothers who applied to a state hospital for newborn hearing screening test. The study is a randomized controlled experimental study with pre-test and post-test design. The mothers are assigned to three groups as Emotional Freedom Technique, information about the diagnostic procedure and non-intervention group. The data of the study were collected with Parental Information Form, Subjective Units of Disturbance Scale and State-Trait Anxiety Scale. Data were assessed with descriptive statistics, chi-square, repeated measures ANOVA, Spearman and Pearson correlation coefficients. Results: It was found that Emotional Freedom Technique reduced anxiety about the test, anxiety increased in non-intervention groups. The mothers with higher trait anxiety have also higher state anxiety about the test. The SUDS can measure state anxiety ($p<0,05$). Conclusion: It may be suggested that health professionals should apply the Emotional Freedom Technique to reduce the anxiety of mothers related to newborn hearing screening test.

Keywords: Anxiety, hearing tests, acupuncture points

DUYGUSAL ÖZGÜRLÜK TEKNİĞİ VE BİLGİLENDİRMENİN ANNELERİN YENİDOĞAN TOPUK KANI ÖRNEĞİ ALINMASINA İLİŞKİN KAYGI DÜZEYİNE ETKİSİ

Sümeyra ALAN
Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik
sumeyraalan@hotmail.com

Şule ECEVİT ALPAR
Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik
salpar@marmara.edu.tr

Özet
Bu araştırmanın amacı, Duygusal Özgürlük Tekniği uygulamasının ve bilgilendirmenin annelerin yenidoğan topuk kanı örneği alınmasına ilişkin kaygı düzeyine etkisini belirlemektir. Gereç ve Yöntem: Araştırma, yenidoğan topuk kanı örneğialınması için bir devlet hastanesine başvuran 55 anne ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma öntest sontest desenli tesadüfi kontrollü deneysel bir çalışmadır. Duygusal Özgürlük Tekniği, tanı işlemine ilişkin bilgilendirme ve müdahalesiz grup olmak üzere anneler üçer gruba atanmıştır. Araştırmanın verileri Ebeveyn Bilgi Formu, Öznel Rahatsızlık Düzeyi Skalası ve Durumluk-Sürekli Kaygı Ölçeği ile toplanmıştır. Veriler tanımlayıcı istatistikler, Ki-kare, Tekrarlı ölçümler ANOVA, Spearman ve Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Bulgular: Duygusal Özgürlük Tekniği'nin ve bilgilendirmenin topuk kanı örneği alınmasına ilişkin kaygıyı azalttığı, Duygusal Özgürlük Tekniği'nin kaygıyı azaltmada daha etkili olduğu, müdahalesiz grupta ise kaygının arttığı saptanmıştır. Sürekli kaygısı daha yüksek olan annelerin tarama işlemine ilişkin durumluk kaygıları da daha yüksektir. ÖRDS duruma özgü kaygıyı ölçebilmektedir ($p<0,05$). Sonuçlar: Sağlık profesyonellerinin, annelerin yenidoğan işitme tarama testine ilişkin kaygısını azaltmak için annelere Duygusal Özgürlük Tekniği uygulaması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Anksiyete, neonatal tarama, akupunktur noktaları, bilgi

EFFECT OF EMOTIONAL FREEDOM TECHNIQUE AND INFORMATION ON MOTHER'S ANXIETY LEVEL RELATED TO NEONATAL HEEL PRICK BLOOD SAMPLING

Abstract
The aim of this study is to determine the effect of applying Emotional Freedom Technique and providing information about the procedures on maternal anxiety level related to neonatal heel prick blood sampling. Material and Method: The study is conducted with 55 mothers who applied to a state hospital for neonatal heel prick blood sampling. The study is a randomized controlled experimental study with pre-test and post-test design. The mothers are assigned to three groups as Emotional Freedom Technique, information about the diagnostic procedure and non-intervention group. The data of the study were collected with Parental Information Form, Subjective Units of Disturbance Scale and State-Trait Anxiety Scale. Data were assessed with descriptive statistics, chi-square, repeated measures ANOVA, Spearman and Pearson correlation coefficients. Results: It was found that applying Emotional Freedom Technique and providing information reduced anxiety about the neonatal heel prick blood sampling, applying Emotional Freedom Technique was more effective than providing information, anxiety increased in non-intervention groups. The mothers with higher trait anxiety have also higher state anxiety about the screening procedure. The SUDS can measure state anxiety ($p<0,05$). Conclusion: It may be suggested that health professionals should apply the Emotional Freedom Technique and provide information to reduce the anxiety of mothers related to neonatal heel prick blood sampling.

Keywords: Anxiety, neonatal screening, acupuncture points, knowledge

ÇOKLU OPTİMİZASYON İLE BAMYA TOHUMU ANTİOKSİDANLARININ ULTRASES DESTEKLİ EKSTRAKSİYONU

Ayşegül Peksel
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri fakültesi Kimya
aysegulpeksel@yahoo.com

Şule Dinç Zor
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri fakültesi Kimya
sule_dinc@yahoo.com

Merve Bat Özmatara
Gebze Teknik Üniversitesi Temel bilimler fakültesi Kimya
mervebatt@gmail.com

Özet
Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyen veya serbest radikallerle reaksiyona giren maddelerdir. Güneş ışığında, kimyasal reaksiyonlarda ve doğal hücre metabolizmasının bir sonucu olarak vücutta serbest radikaller oluşur. Artmış serbest radikaller pro-oksidan / anti-oksidan dengeyi bozar ve oksidatif stres oluşur [1]. Oksidatif stres DNA hasarı, karsinogenez, diyabet ve hücresel dejenerasyon gibi çeşitli patolojik etkilere neden olur. Doğada birçok bitki, fenoller, terpenoidler gibi aktif bileşiklerinin varlığı nedeniyle farklı biyolojik aktivitelere sahiptir. Bu değerli bileşikleri elde etmek için maserasyon, soxhlet ekstraksiyonu, süperkritik sıvı ekstraksiyonu veya ultrason destekli ekstraksiyon (BAE) yaygın olarak kullanılmaktadır [2] . Son yıllarda, ekstraksiyon süresini, solvent tüketimini azaltan ve BAE gibi ekstraktların kalitesini artıran yeni sürdürülebilir ekstraksiyon teknikleri, geleneksel ekstraksiyon yöntemi olarak bilinen soxhlet ekstraksiyonunun yerini almaya başladı. Bamya tohumu (Abelmoschusesculentus), alkoloidler, karbonhidratlar, tanenler ve fenolik bileşikler içerdiğinden antioksidan, antidiyabetik ve hepatoprotektif özelliklere sahiptir. BAE yönteminin optimum koşulları, yanıt yüzeyi yöntemlerinden biri olan Box-Behnken tasarımı ile farklı antioksidan kapasite testlerine dayanan çoklu yanıt optimizasyon metodolojisi ile belirlenmiştir. Optimizasyon için kullanılan bağımsız değişkenlerin aralıkları ekstraksiyon süresi; 10-20 dakika, eluent kompozisyon; % 50-100, eluent hacmi; 10-20 dk. Elde edilen sonuçlara göre BAE, bamya tohumlarından doğal antioksidan malzemelerin çıkarılmasında etkili, hızlı ve ekonomik bir yoldur.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, bamya tohumu, ultrases destekli ekstraksiyon

ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION OF ANTIOXIDANTS FROM ABELMOSCHUS ESCULENTUS SEEDS USING MULTI-RESPONSE OPTIMIZATION APPROACH

Abstract
Antioxidants are substances that inhibit formation of free radicals or react with free radicals. Free radicals are formed in the body as a result of sunlight, chemical reactions and natural cell metabolism. Increased free radicals disrupt pro-oxidant/anti-oxidant balance and oxidative stres occurs [1]. Oxidative stres causes various pathological effects such as DNA damage, carcinogenesis, diabetes and cellular degeneration. Many plants in nature have different biological activities due to the presence of its active compounds such as phenols, terpenoids.To obtain these valuable compounds, maceration, soxhlet extraction,supercritical fluid extraction or ultrasound-assisted extraction(UAE) are widely used[2]. In recent years, new sustainable extraction techniques reducing extraction time, solvent consumption and improve the quality of extracts such as UAE has begun to replace soxhlet extraction, known as the conventional extraction method. Okra seed (Abelmoschusesculentus) has antioxidant, antidiabetic and hepatoprotective properties, since it includes alkoloids, carbohydrates, tannins and phenolic compounds.In this study, antioxidant activity of okra seed extracts obtained by UAE method was evaluated. Optimum conditions of UAE method were determined by Box-Behnken design which is one of the response surface methods along with multi-response optimization methodology based on

different antioxidant capacity tests. The ranges of independent variables used for the optimization were extraction time; 10-20 min, eluent composition; 50-100%, eluent volume; 10-20 min. According to the obtained results, UAE is an effective, rapid and economic way for extracting natural antioxidant materials from okra seeds

Keywords: Antioxidant activity, ABELMOSCHUS ESCULENTUS SEEDS, ultrasound assisted extraction

DYNAMIC PARAMETER IDENTIFICATION FOR A FOUR DEGREE OF FREEDOM AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE

Sadettin Burak KILCI
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
burakkilci1@gmail.com

Serhat YILMAZ
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
yilmazserhat@gmail.com

Gülten YILMAZ
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
gulten@kocaeli.edu.tr

Abstract
Nowadays, activities such as energy resources exploration and rapidly escalating commercial and border security lead to rise the number of the use of Autonomous Underwater Vehicles (AUV) remarkably and they have gained considerable prominence for mankind. Hence, AUVs have made their presence felt significantly in the market. Lucky Fin that is the result of co-operation of students and tutors of Kocaeli University Electronics and Communication Engineering has complex geometry. Hence, obtaining its dynamic parameters are difficult in terms of mathematical. In order to obtain its dynamic parameters accurately, they have been calculated with the help of computer aided mathematical modeling, design and drawing programs. Thus, some dynamic equations that related dynamic model of Lucky Fin have been obtained.

Keywords: Dynamic Modeling, Autonomous Underwater Vehicles, Four Degree Of Freedom Underwater Vehicle

HIZLI VE HASSASİYETLİ TESPİT İÇİN ELEKTROKİMYASAL BİYOSENSÖRLERDE ENZİM İMMOBİLİZASYON ÇALIŞMALARI

Zehra Ölçer
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
z.olcer@gtu.edu.tr

Özet
Biyosensörlerin tespit yöntemi oldukça çeşitlidir ve optik metotdan elektrokimyasal dönüştürücülere kadar birçok değişik metod vardır. Yüksek hassasiyet, seçicilik, hızlı analiz, bulanık çözeltilerde çalışabilme yeteneği ve minyatürleştirilmelerinin mümkün olması elektrokimyasal biyosensörlerin yaygın olarak kullanılan biyosensörler olmasını sağlamıştır. Elektrokimyasal biyosensörlerde, çip yüzeyi üzerindeki biyolojik algılama moleküllerinin kolay immobilizasyonu ve özellikle bu moleküllerin yüzey etkileri yoluyla zarar görmemesini engellemesinden dolayı hangi immobilizasyon yönteminin kullanıldığı önemlidir. Enzimlerin bağlanma aktivitelerini ve spesifik aktivitelerini değiştirmeden yüzeylerde immobilize edilmeleri önemlidir. Bu nedenle, immobilizasyon yöntemleri, yüzeyi belirli gruplarla fonksiyonlandırarak çeşitli malzemelerin yüzeyleriyle uyumlu hale getirmelidir. Yüzeyler, kendiliğinden monte edilen tekli katmanlar (SAM) veya polimerik filmler ile doğrudan fonksiyonlandırılabilirler. Bu çalışmada kullanılan, yeni biyosensör cihazı, yeni bir elektrot dizisiyle birlikte entegre olan bir mikroakışkan sistem içermektedir ve enzim-substrat akışı sırasında gerçek zamanlı amperometrik ölçümler yapmaktadır. Geleneksel ölçümler, yani statik ölçümlü elektrokimyasal yöntemler, kimyasallar ve enzimler için uzun inkübasyon süreleri gerektirirken, mikroakışkan sistemlerde akış sırasında kütle transfer etkileri biyosensör sisteminde minimize edilir ve hızlı bir reaksiyon meydana gelir. Kullanılan mikroakışkanlı ve entegre biyoçipli, otomatik enjeksiyon sistemli elektrokimyasal biyosensör, duyarlılığı ve hızlı cevabı nedeniyle faydalı bir araçtır, substrat reaksiyonları ve elektron transferi hızlı bir şekilde gerçekleştirilir. Otomatik bir biyosensörün kullanımı, belirli gruplarla elektrot yüzeyinin hızlı ve kolay bir şekilde modifiye edilmesini ve enzimlerin kısa sürede immobilize edilmelerini sağlar.

Anahtar Kelimeler: Biyosensörler, elektrokimyasal tayin, enzim immobilizasyonu

ENZYME IMMOBILIZATION STUDIES IN ELECTROCHEMICAL BIOSENSORS FOR FAST AND SENSITIVE DETECTION

Abstract
The detection method of biosensors is quite diverse and varies from optical to electrochemical transducers. High sensitivity, selectivity, rapid analysis, the ability to operate in turbid solutions and the possibility of miniaturization enabled electrochemical biosensors to become widely used biosensors. In electrochemical biosensors, it's important which immobilization is method used because of the easy immobilization of biological sensing molecules on the chip surface and especially not damage of these molecules through surface effects. It is essential to immobilize enyzmes on surfaces without changing their binding activity and specificity. Therefore immobilization methods should be made compatible with the surfaces of various materials, by functionalizing the surface with specific groups. Surfaces can be used directly functionalized with self assembled monolayers (SAM) or polymeric films. In the study, new biosensor device include a new electrode array, an integrated microfluidic system and real-time amperometric measurements during the flow of enzyme substrate. While the conventional assays, static measurement electrochemical methods, require long incubation times for the chemicals and enymes, the mass transfer effects during microfluidic flow are minimized in the biosensor system and a rapid reaction occurs. In used automated electrochemical biosensor with a microfluidic and automatic injection system with an integrated biochip is useful tool due to its sensitivity and fast response, because the substrate reactions and electron transfer be carried out quickly. The use of an automated biosensor enables fast and easy modification of electrode surface with specific groups and immobilization of the enzymes in a short period of time.
Keywords: Bioosensors, electrochemical detection, enzyme immobilization

YER KAROSU BÜNYESİNDE SİNTERLEME SICAKLIĞININ GÖZENEK YAPISI VE DAĞILIMI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Ramazan DURGUN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı
durgunramazan14@gmail.com

Serkan ABALI
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği
sabali@comu.edu.tr

Özet
Bu çalışma kapsamında Etili Seramik fabrikalarında üretilen yer karosu reçetesinde kullanılan kil, kaolen silis kumu, feldspat, bentonit hammaddelerinden yararlanılmıştır. 3000 gr üzerinden ağırlıkça %25 kaolen, %5 silis kumu, %30 felsdpat ve % 40 kil ve bunlara ilaveten 3000 gr baz alınarak 3000 gr değerinin üstüne % 2 bentonit, % 0.5 magnezyum kili, %0.09 STPP ve %1.06 cam suyundan oluşan toz hammadde laboratuvar tipi bilyalı jet değirmenlerde 3000 gr üzerinden ağırlıkça %40 su ile karıştırılmıştır. Karıştırma işlemini takiben numune etüvde 200°C'de 2 saat kurutmaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden sonra gevrek malzeme havanda kaba kırılarak 1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Bu işlemden sonra toz karışım, topaklanmayı engellemek için 90 mikronluk elekten elenmiştir. Daha sonra toz karışımının granül hale gelmesi için toz numuneler 800°C, 900°C ve 1000°C sıcaklıklarda 1 saat süre ile kalsine edilmiştir. Her kalsinasyon sıcaklığı için 3'er adet numune 200 bar basınç altında hidrolik olarak şekillendirilmiştir. Şekillendirilen numuneler 250°C sıcaklıkta 15 dk Etili Seramik üretim hattında kurutulmuştur. Kurutulan numuneler 6 saatlik bir fırın rejiminde 1100°C, 1150°C ve 1200°C sıcaklıklarda sinterlenmiştir. Toplam 9 adet numunenin XRD ile faz analizleri yapılarak mineralojik tanımlamaları tamamlanmış, BET yüzey alan analizleri ile gözenek boyut ve dağılımları incelenmiş, su emme analizleri tamamlanmış ve üç nokta eğme mukavemeti ölçülerek, sonuçlar SEM mikroyapı analizleri ile desteklenmiştir.

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2020-3187.

Anahtar Kelimeler: Yer karosu, gözenek, sinterleme

EFFECTS OF SINTERING TEMPERATURE ON THE POROUS STRUCTURE AND DISTRIBUTION IN WHITEWARES

Abstract
In this study, clay, kaolin silica sand, feldspar, bentonite raw materials used in the floor tile recipe produced in Etili Seramik factories were used. Dust consisting of 25% kaolin, 5% silica sand, 30% felsdpat and 40% clay over 3000 gr, plus 2% bentonite, 0.5% magnesium clay, 0.09% STPP and 1.06% glass water above 3000 gr based on 3000 gr. The raw material was mixed with 40% by weight water over 3000 gr in laboratory type ball jet mills. Following mixing, the sample was left to dry in the oven at 200 ° C for 2 hours. After drying, the brittle material was crushed in a mortar and passed through a 1 mm sieve. After this process, the powder mixture was sieved through a 90 micron screen to prevent agglomeration. The powder samples were then calcined for 1 hour at 800 ° C, 900 ° C and 1000 ° C to make the powder mixture granulate. 3 samples for each calcination temperature are hydraulically shaped under 200 bar pressure. The shaped samples were dried in the Etili Seramik production line at 250 ° C for 15 minutes. The dried samples were sintered at 1100 ° C, 1150 ° C and 1200 ° C in a 6 hour oven regime. Mineralogical definitions were completed by performing phase analyzes with XRD of 9 samples, BET surface area analyzes and pore sizes and distributions were examined, water absorption analyzes were completed, and the three-point bending strength was measured, and the results were supported by SEM microstructure analyzes.

Keywords: Whiteware, porosity, sintering

This work was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University The Scientific Research Coordination Unit, Project number: FYL-2020-3187

BAZI PAKETLİ GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE MİKOTOKSİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Zeynep DEĞİRMEN
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya
zeynepdastan@gmail.com

Seda KARAYÜNLÜ BOZBAŞ
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya
sedak@kocaeli.edu.tr

Özet
Günümüzde insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli sorunlardan biri toksinlerdir. Bazı küfler tarafından üretilen toksik (zararlı) maddelere 'mikotoksin' denir. Bu küflerin başlıcaları Aspergillus, Penicillium ve Fusariumdur. Tahıl ürünleri en önemli besin kaynaklarından biridir. Çölyak hastalığı, glutene karşı ince bağırsakta görülen hassasiyet olması nedeniyle çölyak hastalarının gluten içeren tahılları tüketmemesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, çölyak hastalarının kullandığı glutensiz ürünlerde aflatoksin ve okratoksin varlığını incelemek ve bu analizlerin verifikasyon çalışmalarını yapmaktır. Analizler HPLC cihazı ile yapılmış ve floresan (FLD) dedektör kullanılmıştır. Bu çalışmada piyasadan rastgele yöntemle, farklı markalarda glutensiz ürün alınmış, her numune toksin yönünden incelenmiştir. Ayrıca blanck örneklere spike yapılarak verifikasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Toplam 90 paralelli analiz yapılmış olup, bu çalışmalar Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (29.12.2011 Resmi Gazete Sayısı: 28157)' ne göre değerlendirilmiştir. Bu çalısmada Okratoksin A analizi yapılan tahıl ve tahıl içeren ürünlerin 4'ünde toksin tespit edilmiş ancak bu değerlerin Türk Gıda Kodeksi'ne göre uygun olduğu saptanmıştır. Aflatoksin, ise tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, bu özel ürünler sağlık sorunu oluşturmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çölyak, Gluten, HPLC, Mikotoksin

INVESTIGATION OF MYCOTOXIN PRESENCE IN SOME PACKED GLUTEN FREE PRODUCTS

Abstract
Today, toxins are one of the most important problems threatening human and animal health. The toxic (harmful) substances produced by some molds are called 'mycotoxins'. These molds are mainly Aspergillus, Penicillium and Fusarium. Cereal products are one of the most important food sources. Celiac disease and gluten sensitivity to the small intestine therefore celiac patients should not consume gluten-containing grains. The aim of this study was to investigate the presence of aflatoxin and ochratoxin, in gluten-free products used by celiac patients and verification of these analyzes. Analyzes were performed by HPLC and fluorescence (FLD) detector was used. In this study, gluten-free products sold in packaged form were randomly purchased from the market. Each sample was examined for toxin. In addition, verification studies were completed by spiking blanck samples. A total of 90 parallel analyzes were conducted and these studies were evaluated according to Turkish Food Codex Contaminants Regulation (29.12.2011 Official Gazette Number: 28157). In this study, toxin was detected in 4 of cereal and cereal-containing products which were analyzed for Ochratoxin A analysis, but these values were found to be appropriate according to the Turkish Food Codex. Aflatoxin was not detectable. Given these results, these special products do not pose a health problem.

Keywords: Celiac, Gluten, HPLC, Mycotoxin

2- ETİLHEKZİL ESTERİN SENTEZİ, YAPISAL KARAKTERİZASYONU VE YAĞLAYICILIĞI

Emine Demir
3-S Engineering Consultancy Industry and Commerce Company, Duzce, Turkey
arge@3-s.com.tr

Mesut Özdinçer
3-S Engineering Consultancy Industry and Commerce Company, Duzce, Turkey
arge@3-s.com.tr

Ertuğrul Kaya
3-S Engineering Consultancy Industry and Commerce Company, Duzce, Turkey
arge@3-s.com.tr

Haydar Göksu
Kaynasli Vocational College, Düzce University, Düzce, Turkey
haydargoksu@duzce.edu.tr

Özet
Yağlayıcılar, çeşitli endüstriyel uygulamalar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak dünyada halihazırda kullanılan tüm yağlayıcıların yaklaşık %85'i mineral bazlı yağlardan elde edilmektedir. Yağlayıcılar, yüksek termal ve termo-oksidatif stabilite, iyi yağlama özellikleri ve düşük sıcaklıklarda uygun viskozite değeri göstermektedir. Su, metal kesme sıvılarında kullanılan ilk sıvıdır, ancak son yıllarda su-yağ emülsiyonları gibi ürünler tercih edilmektedir. Su ile karışabilen metal işleme sıvılarında su soğutma sağlarken, yağ yağlama ve aşınmayı önleme işlevini yerine getirmektedir. Yağlayıcıların artan teknik ve çevresel gereksinimi sıvı ve katkı özellikleri üzerinde bir etkiye sahiptir. Alkol ve asit seçiminin değişkenlik göstermesi ile olası sentetik esterlerin sayısı sonsuzdur. Spesifik özellikler, parlama noktası, polarite, viskozite, kayganlık, uçuculuk, çözülebilirlik, oksidasyon, termal ve hidrolitik kararlılığa sahip sentetik esterler geliştirilebilmektedir. Makinelerin boyutu ve hassasiyeti, metal malzemelerin sertliği, çalışma sırasında oluşan basınç ve sıcaklıktaki artış gibi çalışma koşullarındaki zorluklar giderek artmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmek için, daha yüksek kayganlık, düşük sıcaklıkta akışkanlık ve anti-bakteriyel özelliklere sahip esterler kullanılmaktadır. Metal işleme sıvılarında kullanılan esterlerin, anti-bakteriyel, yağlama, dayanıklılık, düşük sıcaklıkta akışkanlık, yüksek parlama noktası, köpük dayanımı gibi çeşitli özellikler sağlaması istenmektedir. Bu amaçla, tetraizopropil titanat katalizörü varlığında oleik asidin 2-etilheksanol ile esterleştirilmesiyle 2-etilheksil ester sentezi yapılmıştır. Reaksiyon süresi ve sıcaklığının optimum parametreleri sırasıyla 6 saat ve 180 oC olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada sentezlenen esterin yapısal karakterizasyonu Fouirer Transform Infrared Spektrofotometre (FTIR) ve Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile belirlenmiştir. Bunun yanı sıra sentezlenen 2-etilheksil esterin korozyon ve aşınma önleme özellikleri de incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lubrikant, 2-etilhekzil ester, metal işlem sıvısı

2- ETHYLHEXYL ESTER: SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION AND LUBRICATION

Abstract
Lubricants are widely used for various industrial applications, however, approximately 85% of all lubricants presently used in the world are derived from mineral based oils. High thermal and thermo-oxidative stability, good lubricating properties, and excellent viscosity at low temperatures are their main features. Water is the first liquid in metal cutting fluids, but in recent years products such as water-oil emulsions have been used. In water-miscible metalworking fluids while the water provides cooling, the oil performs the lubrication and wear function. The increasing technical and environmental requirement of lubricants has an impact on the base fluid and additive characteristics.

Due to the enormous choice of alcohol and acid the number of possible synthetic esters is infinite. Synthetics esters with specific properties, flashpoint, polarity, viscosity, lubricity, volatility, solvability, oxidation, thermal and hydrolytic stability can be developed. The challenges in metal working conditions, such as the size and precision of various working machines, the hardness of metal materials, the increase in pressure and temperature generated in metal working conditions, have gradually increased. To overcome such problem, esters are used, which have higher lubricity, low temperature fluidity and anti-bacterial properties. It is desired that the esters used in metalworking fluids should provide various properties as anti-bacterial, lubrication, durability, low temperature fluidity, high flash point, good foaming stability. In this purpose, 2- ethylhexyl esters was synthesized by esterification of oleic acid with 2- ethylhexanol in the presence of tetraisopropyl titanate catalyst and the optimum experimental parameters of reaction time and temperature were determined as 6 hours and 180 oC, respectively. In this study, structural characterization of the synthesized ester was determined by Fouirer Transform Infrared Spektrofotometre (FTIR) and Gas Chromatography–Mass Spectrometer (GC-MS). Besides this, the corrosion and anti-wear properties of the synthesized 2-ethylhexyl ester was also examined.

Keywords: Lubricant, 2- ethylhexyl ester, metalworking fluid.

FOTODİNAMİK TERAPİ AMAÇLI SUDA ÇÖZÜNÜNEN YENİ GALYUM (III) VE İNDİYUM (III) FTALOSİYANİNLER

Nurefşan AKKUŞ
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik
akkusnurefsan@gmail.com

Mahmut DURMUŞ
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
durmus@gtu.edu.tr

Esra BAĞDA
Cumhuriyet Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya
esraer@cumhuriyet.edu.tr

Efkan BAĞDA
Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik
ebagda@cumhuriyet.edu.tr

Özet
Çağımızın en ölümcül hastalıklarından olan kanser hastalığının tedavisi için çeşitli çalışmalar günümüzde devam etmekte olup bu çalışmalardan biri de fotodinamik terapi (PDT)'dir [1]. Bu yöntem; düşük yan etkilere sahip olması, kolay uygulanabilir olması, ucuz olması gibi birçok avantaja sahiptir. Bu çalışmada; galyum (III) veya indiyum (III) metalleri içeren 4-merkaptopiridin subtitue yeni peripheral tetra, non-periferal tetra ve periferal okta ftalosiyanin bileşikleri sentezlenmiştir. Daha sonra, bu ftalosiyaninler PDT uygulamaları için kuaternizasyon yoluyla suda çözünür türevlerine dönüştürülmüştür (Şekil 1). Sentezlenen bu yeni ftalosiyaninlerin yapıları FT-IR, UV-Vis, NMR ve kütle spektroskopisi gibi farklı tekniklerle karakterize edilmiştir. Elde edilen yeni ftalosiyanin fotosensitizerlerinin PDT aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla fotofiziksel (floresans kuantum verimi ve ömrü) ve fotokimyasal (singlet oksijen üretimi ve fotobozunma kuantum verimi) özellikleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fotodinamik terapi, Kanser, Galyum (III) ftalosiyanin, İndiyum (III) ftalosiyanin

NOVEL QUATERNER GALLIUM (III) AND INDIUM (III) PHTHALOCYANINES FOR PHOTODYNAMIC THERAPY

Abstract
Various studies continue for the treatment of cancer disease. One of these studies is photodynamic therapy (PDT) that doesn't have some badly drug resistance effects that has low side effects, can be targeted to tissue, is a cheaper therapy, it has an easy application and it allows real-time dosage adjustment for cancer treatments [1]. One of the groups of the compounds that can be used in PDT for cancer treatment is called phthalocyanine compounds that known as a second generation photosensitizers. Phthalocyanine compounds are very important photosensitizers for PDT applications to cancer treatment because they can effectively create singlet oxygen when illuminated with light at a specific wavelength. In this study, novel 4-mercaptopyridine substituted phthalocyanine compounds were synthesized that contain gallium (III) or indium (III) metals in their cavity. These phthalocyanines were converted to their water soluble derivatives by quaternization for investigation their PDT applications. The structures of these novel phthalocyanines were characterized by different spectroscopic techniques such as FT-IR, UV-Vis, NMR and mass.

Keywords: Photodynamic Therapy, Gallium(III) Phthalocyanines, Indium(III) Phthalocyanines, Cancer.

FOSFOR VE AZOT İÇEREN YANMA GECİKTİRİCİ RİJİT POLİÜRETAN KÖPÜKLER

Muradulla HAMİDOV
Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Kimya
tm140695@gmail.com

Emrah ÇAKMAKÇI
Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Kimya
emrah.cakmakci@marmara.edu.tr

Memet Vezir KAHRAMAN
Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Kimya
mvezir@marmara.edu.tr

Özet
İzosiyanat, polioller, şişirici ajanlar, katalizörler ve çeşitli katkı malzemelerinin karışımından üretilen poliüretan köpükler geniş bir kullanım alanına sahiptir. Rijit poliüretan köpükler genellikle yalıtım amaçlı kullanılırlar. Bu köpüklerin ana dezavantajı doğal yanıcılıklarıdır. Bu nedenle, halojen veya fosfor içeren alev geciktirici katkı maddeleri ve şişen alev geciktiriciler yaygın olarak kullanılmaktadır. Poliüretanlarda kullanılan alev geciktiriciler arasında azot ve fosfor bazlı şişen alev geciktiriciler oldukça etkilidir. Ancak genellikle bu tür alev geciktiriciler reaktif değildir, bu da zamanla polimer içerisinden göç etmelerine neden olur, köpükler daha az alev geciktirici hale gelir ve ayrıca mekanik özellikler kötü etkilenir. Bu nedenle, sadece etkili değil, aynı zamanda izosiyanatlar veya poliollerle reaksiyona girebilen reaktif alev geciktiriciler de gereklidir. Bu çalışmada piperidin ve 9,10-dihidro-9-oksi-10-fosfafenantren-10-oksitten (DOPO) reaktif alev geciktirici bir katkı maddesi hazırlanmıştır. Bileşik FTIR ve NMR specktrospkopileri ile karakterize edilmiştir. Bu bileşik, farklı oranlarda poliüretan köpük formülasyonuna ilave edilmiştir. Köpüklerin alev alma özellikleri Oksijen indeksi (LOI) ölçümleri ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poliüretan köpük, alev geciktirici, DOPO, piperidin, LOI

PHOSPHOROUS AND NITROGEN CONTAINING FLAME RETARDANT RIGID POLYURETHANE FOAMS

Abstract
Polyurethane foams which are manufactured from mixtures of isocyanates, polyols, blowing agents, catalysts and several different additives, have a wide range of uses in our homes. Rigid polyurethane foams are generally used for insulation purposes. The main drawback of these foams is their inherent flammability. Therefore, halogenated or phosphorus flame retardant additives, intumescent flame retardants are widely used. Among the flame retardants used in polyurethanes nitrogen and phosphorous based intumescent flame retardants are highly effective. But generally these types of flame retardants are not reactive which cause them to migrate off from the polymer matrix over time, foams become less flame retardant and also the mechanical properties are badly affected. Therefore, not only effective but also reactive flame retardants which can react with the isocyanates or polyols are required. In this work we prepared a reactive flame retardant additive from piperidine and 9,10-dihydro-9-oxy-10-phosphafenanthrene-10-oxide (DOPO). The structure of the flame retardant was characterized by FTIR, and NMR spectroscopies. This compound was added to a polyurethane foam formulation in different ratios. Flammability properties were determined by Limiting oxygen index (LOI) measurements.

Keywords: Polyurethane foam, flame retardant, DOPO, piperidine, LOI

LOG-PERİYODİK YAMA ANTEN DİZİSİ İLE GENİŞ BANTLI ELEKTROMANYETİK PELERİN TASARIMI

Mohamad Nour AHMAD
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
mnourahmad996@gmail.com

Gonca ÇAKIR
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
gonca@kocaeli.edu.tr

Özet
Elektromanyetik görünmezlik konusu birçok sivil ve askeri uygulamada ilgi çekmektedir. Askeri uygulamalarda daha ziyade radara karşı görünmezlik ön plandadır ve radardan gönderilen elektromanyetik dalgaların hedefe çarptıktan sonra tekrar radara doğru saçılmaması için, hedef soğurucu tabakalarla kaplanır ya da dalganın başka bir yöne doğru yansımasını sağlayacak geometriler kullanılır. Bu tip uygulamalarda radara karşı görünmezliğin tanımı hedefin Radar Kesit Alanı (RKA) ile yapılır ve RKA'nın düşürülmesi için değişik teknikler uygulanır. Bir başka görünmezlik türü ise, radar ya da haberleşme anteninden gelen elektromanyetik dalganın "hedef yokmuş gibi" hedefin etrafından dolanarak yoluna devam etmesidir. Bu tip uygulamalar için tasarlanan yapılara literatürde "Elektromanyetik Pelerin Yapıları" (Electromagnetic Cloaking Structures) ismi verilmiştir. Elektromanyetik pelerinler kapladıkları cismin üzerine gelen elektromanyetik dalgaların saçılmasını azaltıp dalgaların yayılma yönünde iletilmesi sağlamaktadırlar. Elektromanyetik Pelerinlerin en büyük dezavantajı pelerin kaplı cisim üzerinden iletilen dalgaların faz bozulmasına uğraması ve bant genişliklerinin dar olmasıdır. Bu çalışmada geniş bantlı elektromanyetik pelerin tasarımı hedeflenmiştir ve geniş bantlı anten tasarımlarında eskiden beri bilinen log-periyodik anten dizisi, yama anten formunda kullanılarak pelerin tasarımı yapılmıştır. Log-periyodik yama anten dizisi tasarımı için birden fazla yöntem vardır. Pelerin tasarımında yama antenlerin bir katmanda ve besleme iletim hattının farklı bir katmanda olduğu iki katmanlı yöntem kullanılmıştır. Tasarlanan log-periyodik yama anten dizisi bir silindir oluşturacak şekilde bükülerek pelerin tasarımı tamamlanmaktadır. Elde edilen bant genişliği olup, literatürde yer alan diğer elektromanyetik pelerinlere kıyasla çok daha iyi bir performans göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik Görünmezlik, Soğurucu Tabakalar, Elektromanyetik Pelerin, Log-Periyodik Anten Dizileri, Yama Antenler

DESIGN OF WIDEBAND ELECTROMAGNETIC CLOAK WITH LOG-PERIODIC PATCH ANTENNA ARRAY

Abstract
Electromagnetic invisibility topic is of interest in many civil and military applications. In military applications, the invisibility to the radar is more relevant, in order to make electromagnetic waves sent from radar don't scatter again toward radar after hitting a target, the target is covered with absorber layers or it uses geometries to make incident waves reflecting to another direction. In this type of applications invisibility against radar is defined using Radar Cross Section (RCS) and various techniques are applied to minimize RCS. Another type of invisibility occurs when the electromagnetic waves transmitted from radar or telecommunication antenna follow the vicinity of target object and continue its propagation "as there is no target". Structures that designed for application types like this are called in literature as "Electromagnetic Cloaking Structures". When an electromagnetic cloak covers an object it minimizes scattering of incident electromagnetic waves while it transmits incident waves in its propagation direction. The main disadvantage of electromagnetic cloaks is that incident waves which transmitted over cloak covered object are phase distorted and in addition to this, electromagnetic cloaks suffer from narrow bandwidth. In this paper it is aimed to design a wideband electromagnetic cloak. In order to design such a cloak, designing a wideband antenna is required, Log-periodic antenna arrays which are known from previous workings are used in form of patch antenna to

achieve this aim. There are several methods to design a log-periodic patch antenna array. Two layered method in which patches are laid on a layer and feed line laid on another layer is used to design the wideband antenna. After bending the designed log-periodic antenna array to make a cylinder, cloak design will be completed. The obtained bandwidth is 40%, comparing it to other electromagnetic cloaks in literature the result obtained in this work demonstrates a much better performance.

Keywords: Electromagnetic Invisibility, Absorbing Layers, Electromagnetic Cloak, Log-Periodic Antenna Arrays, Patch Antennas

BANKACILIK SEKTÖRÜNDEKİ OPERASYONEL RİSKLERİN AĞIRLIKLANDIRILMASI

Ezgi BEKAR
Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği
ezgibekar95@gmail.com

Nihan ÇETİN DEMİREL
Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği
nihan@yildiz.edu.tr

Özet
Operasyonel risk insan, sistem, süreç ve dış faktörlerin neden olabileceği, iş süreçlerinin akışına engel olabilecek ve banka için pek çok kayıp yaratabilecek zarar olasılığıdır. Operasyonel riskler iş süreçlerinin sekteye uğraması, itibar kaybı, müşteri kaybı, finansal kayıp, marka değerinin azalması ve rekabet gücünün zayıflaması gibi konularda bankayı oldukça yüksek bir seviyede etkilemektedir. Bu nedenle banka çalışanlarının operasyonel risk konusunda eğitim almaları ve bilinçli olmaları gerekirken; banka süreç ve sistemlerinin teknoloji ile uyumlu, kullanıcı dostu ve yüksek güvenlikli olması gerekmektedir. Bu çalışmada bankacılık sektöründeki operasyonel risklerin, risk seviyeleri açısından ağırlıklandırılması amaçlanmıştır. Ağırlıklandırma konusunda çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılmıştır. Çok kriterli karar verme, herhangi bir kararın verilmesi sürecinde, kararın verilmesini etkileyen çeşitli kriterler bazında, karar alternatifleri arasında ikili değerlendirmelerin sayısal yöntemler ile yapıldığı bir süreçtir. Çalışmada TODIM ve EVAMIX yöntemleri ile bankacılık sektöründeki operasyonel riskler ağırlıklandırılmıştır. 100 kişinin cevaplandırdığı bir anket yardımıyla TODIM ve EVAMIX yöntemlerinin alternatif ve kriterleri belirlenmiştir. Yöntemlerde kullanılan alternatifler yani operasyonel risk olay örnekleri şu şekildedir: Kurum çalışanının dahil olduğu hırsızlık, gasp, zimmet, soygun; hırsızlık ve soygun; çalışanlara karşı yapılan her türlü ayrımcılık (mobbing); kara paranın aklanması; doğal felaketlerden kaynaklanan kayıplar (yangın, deprem, sel, mücbir sebep vb.); telekomünikasyon çökmeleri (bilgi teknolojileri şebekesi, çağrı merkezi vb.) ve zorunlu raporlama yükümlülüklerindeki başarısızlıklar. Yöntemlerde kullanılan kriterler ise itibar, finansal kayıp, iş süreçleri sürekliliği, yasa ve mevzuata uyum ile müşteri bağlılığıdır. AHP yöntemi ile 5 adet kriterin ağırlığı belirlendikten sonra, TODIM ve EVAMIX yöntemleri ile 7 adet alternatif yani operasyonel risk olay örneği risk düzeylerine göre sıralandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, TODIM, EVAMIX, Bankacılık Sektörü, Operasyonel Risk

WEIGHTING OPERATIONAL RISKS IN THE BANKING SECTOR

Abstract
Operational risk is the possibility of losses that can be caused by human, system, process and external factors, which can hinder the flow of business processes and cause many losses for the bank. Operational risks affect the bank at a very high level on issues such as disruption of business processes, loss of reputation, loss of customers, financial loss, loss of brand value and weak competition. For this reason, while bank employees need to be trained and conscious about operational risk; bank processes and systems must be compatible with technology, user-friendly and high-security. In this study, it is aimed to weight operational risks in the banking sector in terms of risk levels. Multi-criteria decision making methods have been used for weighting. Multi-criteria decision-making is a process in which, during the decision-making process, bilateral evaluations between decision alternatives are made with numerical methods on the basis of various criteria that affect the decision-making. In the study, operational risks in the banking sector were weighted by TODIM and EVAMIX methods. Alternative and criteria of TODIM and EVAMIX methods were determined with the help of a survey that 100 people answered. Alternatives used in the methods, namely operational risk event examples are as follows: Theft, extortion, embezzlement, robbery, including employee of the institution; theft and robbery; all kinds of discrimination (mobbing) against employees; money

laundering; losses due to natural disasters (fire, earthquake, flood, force majeure etc.); telecommunications crashes (information technology network, call center etc.) and failures in mandatory reporting obligations. The criteria used in the methods are reputation, financial loss, continuity of business processes, compliance with laws and regulations and customer loyalty. After determining the weight of 5 criteria with the AHP method, 7 alternatives, namely operational risk event examples, were ranked according to their risk levels with TODIM and EVAMIX methods.

Keywords: Multiple Criteria Decision Making, TODIM, EVAMIX, Banking Sector, Operational Risk

PZT-5H VE PZT-8 PİEZOELEKTRİK MALZEMELERİN Sİ-MWCNT ANOTLARIN ÇEVRİM KABİLİYETİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehbare Dogrusoz
Gebze Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
mdogrusoz@gtu.edu.tr

M. Taha Demirkan
Gebze Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği
mtdemirkan@gtu.edu.tr

Rezan Demir-Cakan
Gebze Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
demir-cakan@gtu.edu.tr

Özet
Silikon içerikli anot malzemeleri indirgeme sırasında hacim genleşmesinin tetiklediği mekanik gerilimler nedeniyle ticari lityum iyon pillerinde etkin bir şekilde kullanılamamaktadır. Yüksek hacim genleşmesi deşarj boyunca mekanik kararsızlıklara sebep olur ve sonuçta hızlı kapasite kaybı ortaya çıkar. Diğer taraftan, piezoelektrik malzemelere basınç uygulandığında elektrik alan oluşturma kabiliyeti sayesinde hacim genleşmesi problemi için bir çözüm olabilir. Bu amaçla, PZT-8 ve PZT-5H türü piezoelektrik malzemeler Si ve çok duvarlı karbon nanotüp (MWCNT) ile belirli oranlarda karıştırılarak anot malzemeleri elde edilmiştir ve elektrokimyasal olarak lityum metaline karşı test edilmiştir. Bu anot malzemelerinin elektrokimyasal aktivitesi üzerindeki piezoelektrik etki, anot malzemelerinin piezoelektrik malzeme katkılanarak ve katkılanmadan hazırlanan anot malzemeleri ile araştırılmıştır. Ek olarak, elde edilen anot malzemeleri X Işınları Kırınım Testi ve Taramalı Elektron Mikroskobu ile karakterize edilmiştir. Sonuç olarak, özgün kapasite değeri 50. çevrimde, C/5 şarj hızında, PZT katkılı örnekler daha kararlı bir kolombik verim eğrisiyle yaklaşık olarak 500 mAhg-1 değerine ulaşmışken, PZT olmayan anot malzemesi çok daha az özgün kapasite değeri (< 100 mAhg-1) göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Silisyum Anot, Lityum-iyon Pil, Piezoelektrik Katkılama

INVESTIGATION OF PZT-5H AND PZT-8 PIEZOELECTRIC MATERIALS ON CYCLING STABILITY OF SI-MWCNT ANODE MATERIALS

Abstract
Silicon containing materials cannot be effectively used in commercial lithium ion batteries due to the mechanical stress problem triggered by volume expansion during reduction (Li insertion). The high volume change causes mechanical instability of silicon (Si) anode materials during discharging, resulting fast capacity fading. On the other hand, piezoelectric materials can be a solution for the volume expansion problem because of their ability to generate electric field when pressure is applied on them. For this purpose, PZT-8 and PZT-5H type piezoelectric materials mixed with Si and multiwalled carbon nanotube (MWCNT) in a certain amount to obtain anode composites, and tested electrochemically versus lithium metal. The piezoelectric effect on the electrochemical activity of these anodes is investigated by preparing anode composites with and without any piezoelectric material additives. Additionally, obtained anode composites were characterized with X- Ray Diffraction and Scanning Electron Microscopy. As a result the specific capacity of PZT added samples reaches approximately 500 mAhg-1 while the no-PZT samples shows much less values (< 100 mAhg-1) at 50th cycles with a more stable columbic efficiency line at C/5 charge rate.

Keywords: Silicon Anode, Lithium-ion Battery, Piezoelectric Additives.

DEPOLANMIŞ KURU İNCİRDE ZARARLI KURU İNCİR KURDU [EPHESTIA CAUTELLA (WALKER, 1863) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)]'NA KARŞI SULFURYL FLUORIDE'İN ETKİNLİĞİ

Sait ERTÜRK
Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bitki Zararlıları Bölümü Bitki Zararlıları Bölümü
saiterturk@gmail.com

Mustafa ALKAN
Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bitki Zararlıları Bölümü Bitki Zararlıları Bölümü
alkan0101@gmail.com

Özet
Kurutulmuş incir, depolanma sırasında bazı böcek ve fungus kontaminasyonlarına maruz kalmakta ve bu ürünler kullanılamaz hale gelmektedir. Bu zararlı organizmalara karşı Metil Bromid (MB) ve Fosfin (PH3) gazı en sık ve yoğun kullanılan fümigantlardır. Bu çalışma ile kuru incirin en önemli böcek zararlılarından birisi olan kuru incir kurdu [Ephestia cautella (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae)]'nun biyolojik dönemlerine karşı farklı sülfüril florit gazı (Propestgas %99.8) (50, 75 ve 100 g/m3) konsantrasyonlarının etkinliği araştırılmıştır. Çalışmalar 24 saatlik uygulama süresinde ve 20-25oC'lik sıcaklıklarda 2017 yılında İzmir'de ambarlarda yürütülmüştür. Denemelerde en düşük etki 50 g/m3 dozunda %27'lik ölüm oranı ile yumurta dönemine karşı elde edilmiştir. Larva, pupa ve ergin evre için sırası ile ölüm oranları %38, %48 ve %48 şeklinde olmuştur. 75 g/m3 dozunda ise en yüksek ölüm oranı %61 ile ergin evrede meydana gelmiştir. 100 g/m3 dozunda ise çalışılan bütün dönemlerde mutlak ölüm meydana gelmiştir. Propestgas adlı bitki koruma ürününün, ülkemiz depolarında 100 g/m3 dozunda ve 24 saat maruz kalma süresi ile 20-25 oC sıcaklık derecesinde incir kurdunun kontrolünde kullanılan fümigantlara alternatif olabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fümigasyon, kuru incir, depolanmış ürün zararlıları, toksisite

EFFICACY OF SULFURYL FLUORIDE AGAINST THE ALMOND MOTH EPHESTIA CAUTELLA (WALKER, 1863) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)] IN STORED DRIED FIGS

Abstract
Dried figs are exposed to some insect and fungus contaminations during storage and therefore the products become economically unusable. Methyl Bromide (MeBr) and Phosphine (PH3) gas are the most frequently and intensely used fumigants against these harmful organisms. In this study, the effectiveness of different sulfuryl fluoride (Propestgas 99.8%) gas concentrations (50, 75, and 100 g/m3) was investigated against the biological stages of Ephestia cautella (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae), which is one of the most important insect pests of dried figs. The trails were carried out 24 hour exposure time, 20-25 oC degree in the warehouses in İzmir in 2017. The lowest mortality was achieved against the eggs with a death rate of 27% at the dose of 50 g/m3. At the same dose, mortality rates for larvae, pupae and adult stage were 38%, 48% and 48%, respectively. At the dose of 75 g/m3, the highest mortality rate occurred in the adult stage with 61%. Complete mortality were provided against eggs, larva, pupa and adult stages of the E. cautella at the dose of 100 g/m3. It has been evaluated that the plant protection product named Propestgas can be an alternative to fumigants used for the control of almond moth at the dose of 100 g/m3 and 24 hours exposure time and 20-25 oC degree in the warehouses of the our country.

Keywords: Fumigation, dried fig, stored product pests, toxicity

İYONİK SIVI DESTEKLİ PVDF POLİELEKTROLİTLERİN KONTROLLÜ POLİMERİZASYON İLE HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU

Burak BEKDAŞ
Marmara Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
burakbekdas52@gmail.com

Burcu OKTAY
Marmara Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
burcu.oktay@marmara.edu.tr

Nilhan KAYAMAN APOHAN
Marmara Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
napohan@marmara.edu.tr

Özet
Bilişim teknolojisinin gelişmesiyle daha yüksek kapasiteli, düşük boyut ve ağırlığa sahip şarj edilebilen pillere olan ihtiyaç artmıştır. Tekrar şarj edilebilen lityum iyon piller (LİB); iyonik iletkenliği sağlayan elektrolitler, organik çözücü ve elektrolit tuzları içermektedir. Lityum iyon bataryalarda kullanılan organik çözücülerin uçucu özellik göstermesi yüksek sıcaklıklarda termal olarak risk taşımasına neden olmaktadır. Bu dezavantajı nedeniyle araştırmalar geleneksel organik çözücülere alternatif aramaya yönelmiştir. 100 ˚C altında sıvı olan iyonik sıvılar yüksek termal ve kimyasal stabiliteleri, düşük buhar basıncı, yüksek iyonik iletkenliği ve düşük uçuculukları gibi benzersiz özelliklerinden dolayı lityum iyon bataryalarda elektrolit olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada imidazol aşılı iyonik sıvı destekli poli(viniliden florür) (PVDF) nanofiberlerin kontrollü polimerizasyon metodu ile sentezi hedeflenmektedir. İlk olarak elektrospin metoduyla PVDF nanofiberler sentezlenecek daha sonra yüzeyde başlatılan atom transfer radikal polimerizasyon (ATRP) metodu ile imidazol aşılı PVDF nanofiberler oluşturulup, farklı halojenür grupları ile imidazol bölgesi kuaternize edilerek iyonik sıvı içeren polielektrolitler elde edilecektir. Sentezlenen elektrolitler TGA, FT-IR, SEM, XPS ve İmpedans Spektroskopisiyle karakterize edilecektir. Sentezlenen bu elektrolitlerin lityum iyon bataryalara alternatif bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir. Bu proje Marmara Üniversitesi BAPKO FEN-C-YLP-100719-0246 proje kapsamında desteklenmiştir.
Anahtar Kelimeler: İmidazol, PVDF nanofiber, İyonik sıvı, Yüzeyde başlatılan ATRP

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF IONIC LIQUID SUPPORTED PVDF POLYELECTROLYTES BY CONTROLLED POLYMERIZATION

Abstract
With the development of information technology, the need for higher capacity, low size and weight rechargeable batteries has increased. Rechargeable lithium-ion batteries (LIB); Contains ionic conductivity electrolytes, organic solvent and electrolyte salts. The fact that organic solvents used in lithium ion batteries exhibit volatile properties causes thermal risks at high temperatures. Due to this disadvantage, research has focused on searching for an alternative to traditional organic solvents. Ionic liquids, which are liquid below 100 ˚C, have started to be used as electrolytes in lithium ion batteries due to their unique properties such as high thermal and chemical stability, low vapor pressure, high ionic conductivity and low volatility. In this study, it is aimed to synthesize imidazole grafted ionic liquid supported poly (vinylidene fluoride) (PVDF) nanofibers with controlled polymerization method. First, PVDF nanofibers will be synthesized with the electrospin method, then imidazole grafted PVDF nanofibers will be created with the imidazole grafted PVDF nanofibers, and polyelectrolytes containing ionic liquid will be obtained by different halide groups. Synthesized electrolytes will be characterized by TGA, FT-IR, SEM, XPS and Impedance Spectroscopy. These synthesized electrolytes are thought to be an alternative approach to lithium-ion batteries. This project was supported by Marmara University BAPKO FEN-C-YLP-100719-0246 project.
Keywords: İmidazole, PVDF nanofiber, İonic liquid, Surface-initiated ATRP

GAYRİMENKUL DEĞERLEMESİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ TEKNİKLERİNİN KIYASLANMASI

Fatma Er
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü Endüstri Mühendisliği
fatmaaeer@gmail.com

Selçuk Çebi
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü Endüstri Mühendisliği
cebiselcuk@gmail.com

Özet
Bu çalışmada, gayrimenkul değerlemesinde Doğrusal (Lineer) Regresyon, Rasgele Orman (Random Forest) algoritması, Destek Vektör (Support Vector) algoritması ve Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network) yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Değerleme çalışması için uygulama alanı olarak, Türkiye'nin popülasyon açısından en kalabalık, ekonomik, tarih ve sosyo-kültürel açıdan en zengin, gelir dağılımı açısından en geniş aralığına sahip olan ve en fazla konutun bulunduğu İstanbul ili seçilmiştir. Bu çalışma kapsamında İstanbul ilinin tüm ilçe ve mahallerinde bulunan satılık daire ilanları referans alınarak modeller geliştirilmiş. Tahmin modelleri İstanbul'daki konutların fiyatları için geliştirilmiştir. Çalışmada çeşitli emlak sitelerinden 25.089 adet satılık daire ilan verisi indirilmiştir. Veriler temizlendikten sonra analiz çalışmaları yapılmıştır. Çalışma kapsamında toplanan verilerin analizi için kullanılan yöntemler python dilinde kodlanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda python makine öğrenme algoritmaları için açık kaynak kodlu programlardan en sık kullanılan dillerden biri olarak öne çıkmaktadır.Model tahmin sonuçlarını arttırmak için çeşitli veri dönüşümleri yapılmıştır. Model üzerinde etkili özellikleri bulabilmek özellik seçim algoritmaları kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda en iyi tahminleme Rasgele Orman modeli ile elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gayrimenkul , Değerleme, Makine, Öğrenme, Algoritmaları

COMPARISON OF MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN REAL ESTATE VALUATION

Abstract
In this study, the results obtained by using Linear Regression, Random Forest algorithm, Support Vector algorithm, and Artificial Neural Network methods in real estate valuation are compared. As an application area for the valuation study was chosen Istanbul province, which in Turkey has the highest population density and represents the economical, historical and socio-cultural center of the country. Within the scope of the research, models were developed by referring to the advertisements for the sale of flat all over the districts of Istanbul. Forecasting models for the prices of residences were developed. For the research 25.089 apartment data were downloaded from various real estate sites. After the data had been cleaned, analysis studies were carried out. The methods used for the analysis of the data collected were coded in the python language and analyzed. In recent years, python has become one of the most frequently used languages from open source programs for machine learning algorithms. Various data transformations were made to increase the model prediction results. Feature selection algorithms were used to find effective features on the model. As a result of the analysis, the best estimation was obtained with the Random Forest model

Keywords: Real estate , valuation, Machine, Learning, Algorithms

ÇAMAŞIR MAKİNESİ DENGELEME HALKASININ TEK EKSENDEKİ TİTREŞİM HAREKETİNİN İNTERPOLASYONLU TANECİK YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

Emin Övünç ŞENGÜN
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksiyon
e.ovuncsengun@gmail.com

Birgül AŞÇIOĞLU TEMİZTAŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği
birgul@yildiz.edu.tr

Özet
Günümüzde, çamaşır makineleri kullanıcılara günlük hayatı kolaylaştıracak birçok özellik sunmaktadır. Bu özelliklerin sunulabilmesi için makineler çok farklı devir aralıklarında çalışmaktadır. Gerek bu zorlayıcı durum gerekse de fiziksel ortamın koşulları ve kullanıcı alışkanlıkları devreye girdiğinde stabilizasyon problemleri ortaya çıkmaktadır. Üreticiler, stabilizasyon problemini en aza indirmek için birçok iyileştirme ve yenilik yapmaktadırlar. Bu çalışmada; üstten yüklemeli bir çamaşır makinesinin stabilizasyonuna katkıda bulunan dengeleme halkasının tek eksendeki titreşim hareketinin, interpolasyonlu tanecik metodu ile sayısal olarak modellenmesi amaçlanmıştır. Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, akışkan dinamiğindeki Lagrange yaklaşımını temel alan ve ağ yapısına sahip olmayan bir yöntem olan interpolasyonlu tanecik metodunun doğrulanması üzerine çalışılmıştır. Konuyla ilgili literatürde bulunan hem deneysel hem de hesaplamalı akışkanlar mekaniği ile elde edilmiş nümerik çalışmalarla karşılaştırma işlemi yapılmıştır. Ayrıca modellemede kullanılan tanecik sayısı ve tanecik oluşturma metodu değiştirilerek model çeşitliliği sağlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise; çamaşır makinesi dengeleme halkası gerçek boyutlarına yakın olacak şekilde basitleştirilmiş ve tek bir eksende titreşim hareketi yapacak şekilde hareket ettirilmiştir. İçinde bulunan sıvının çalkalanması sebebiyle dengeleme halkasında oluşan gerilmeler, tepki kuvvetleri ve deformasyonlar nümerik yolla hesaplanmıştır. Bu çalışma Arçelik A.Ş. Ar-Ge Direktörlüğü tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çamaşır makinesi, dengeleme halkası, çalkalanma, interpolasyonlu tanecik metodu, hesaplamalı akışkanlar dinamiği

MODELLING OF VIBRATION MOVEMENT OF THE WASHING MACHINE BALANCING RING ON A SINGLE AXIS BY SMOOTHED PARTICLE HYDRODYNAMICS METHOD

Abstract
In today, washing machines offer users many features that will make daily life easier. In order to meet the needs, the machines operate at very different speed ranges. Stabilization problems arise when both this challenging situation and the conditions of the physical environment and user habits come into play. Manufacturers make many improvements and innovations to minimize the stabilization problem. In this study, the vibration movement of the balancing ring, which contributes to the stabilization of a top loading washing machine, on the single axis is modelled with the smoothed particle hydrodynamics (SPH) method. The study consists of two parts. In the first part, it has been studied to verify the smoothed particle hydrodynamics (SPH) method, which is a method based on Lagrange approach in fluid dynamics and does not have mesh. Comparison with both experimental and numerical solutions obtained with computational fluid dynamics in the relevant literature has been made. In addition, the model was diversified by changing the number of particles and particle generation method. In the second part of the study; the washing machine balance ring is simplified to be close to their actual size and moved to make a vibration movement on a single axis. The stresses, reaction forces and deformations occurring in the balance ring due to the sloshing of the liquid contained in it were calculated by numerical method. This study is supported by the Arçelik A.Ş. R&D Directorate.

Keywords: Washing machine, balance ring, sloshing, smoothed particle hydrodynamics (SPH), computational fluid dynamics

MONTMORİLLONİT DOLGULU KARRAGENAN-PSYLLİUM KOMPOZİT HİDROJELLERİNİN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE TARIMSAL SU YÖNETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Demet AYDINOĞLU
Yalova Üniversitesi Armutlu MYO Gıda İşleme
daydinoglu@yahoo.com

Nurcan KARACA
Yalova Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı
nurcankaraca83@gmail.com

Özgür CEYLAN
Yalova Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı
ceylanozgur@gmail.com

Özet
Doğal, biyolojik olarak parçalanabilen ve tarımda absorban olarak kullanılabilen yeni bir hidrojel malzemenin sentezlenmesini amaçlayan bu çalışmada, farklı kompozisyon oranlarında karagenan, psyllium ve montmorillonit içeren jeller başarıyla hazırlanmıştır. Hidrojellerin karakterizasyonu kapsamında serbest ve yük altında şişme denemeleri gravimetrik yöntemle gerçekleştirilmiş ve mekanik davranışları tek yönlü sıkıştırma testleri ile aydınlatılmıştır. Jellerin morfolojik yapılarının belirlenmesi adına ise taramalı ve geçirimli elektron mikroskopları (SEM ve TEM) kullanılarak içyapılarının görüntülenmesi sağlanmıştır. Jellerin termal özelliklerinin belirlemesi anlamında ise termal gravimetrik analiz (TGA) uygulanmış olup, veriler hidrojellerin yapısını aydınlatmak için kullanılmıştır. Öte yandan, jellerin toprağa karıştırılmasıyla, toprağın su absorplama ve su tutma özelliklerine olan katkısı araştırılmış ve son olarak, jellerin toprak içine gömülmesi ile toprağa gömme metoduna dayanan biyobozunma testleri gerçekleştirilmiştir. Her test için, farklı bileşim oranına sahip hidrojel genellikle projede başarılı olmuştur. Ancak, genel olarak değerlendirildiğinde %4215 (72 saat sonra) serbest, %775'lik yük altında şişme değerlerine ve ayrıca 100 kPa'lık bir elastik modül değerine sahip olan C1P3-MMT2 hidrojelinin iyi bir performans sergilediği gözlenmiştir. 35 günlük biyodegredasyon testi sonucunda %56,68 ağırlık kaybı gösteren hidrojelin aynı zamanda yüksek derecede biyobozunma davranışı gösterdiği de ortaya konulmuştur. Hidrojelin toprak testlerinde de oldukça iyi sonuçlar rapor edilmiş olup, toprağa% 0.4 oranında dahil edildiğinde, 0.533 g su / g toprağın emilim oranını 0.964'e çıkardığı ve toprağın su tutma gücünü yaklaşık% 5 arttırdığı kaydedilmiştir. Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: 218M525) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hidrojel, karagenan, psyllium, tarım, toprak, su tutma.

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION OF MONTMORILLONITE FILLED CARRAGEENAN-PSYLLIUM COMPOSITE HYDROGELS AND INVESTIGATION OF THEIR USE IN AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Abstract
In this study, which aims to synthesize a new hydrogel material that is natural, biodegradable and can be used as an absorbent in agriculture, gels containing carrageenan, psyllium and montmorillonite in different composition ratios have been successfully prepared. Within the scope of the characterization of hydrogels, free and under-load swelling trials were carried out by gravimetric method and their mechanical behaviors were illuminated by one-way compression tests. In order to determine the morphological structures of the gels, scanning and permeable electron microscopes (SEM and TEM) were used to display their internal structures. On the other hand, the contribution of the gels to the water absorption and water retention properties of the soil was investigated by mixing the gels into the soil, and finally biodegradation (soil-burial) tests were carried out by embedding the gels in the soil. For each test, the hydrogel with a different composition ratio has been generally successful in the project. However, when evaluated in general, it was observed that C1P3-MMT2 hydrogel, which has

4215% (after 72 hours) free, swelling values under 775% load and also an elastic modulus value of 100 kPa, performed well. As a result of the 35-day biodegradation test, it was revealed that the hydrogel, which showed 56.68% weight loss, also showed a high degree of biodegradation behavior. The hydrogel's soil tests have also been reported to be quite good, and when it is included in the soil at 0.4%, it has been noted that it increases the absorption rate of 0.533 g of water / g of soil to 0.964 and increases the water retention power of the soil by about 5%. This study was supported by TÜBİTAK (Project Number: 218M525).

Keywords: Hydrogels, carrageenan, psyllium, agriculture, soil, water uptake.

COVİD -19'UN TARIMSAL ÜRETİME ETKİSİ

Ehlinaz TORUN KAYABAŞI
Kocaeli Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
ehlinaz@gmail.com

Özet
Bu çalışma dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisi sebebiyle ülkelerin ekonomilerini ve tarımsal üretimini nasıl etkileyeceğini analiz etmek amacıyla yapılmıştır. Pandeminin Çin'de çıkışı ile Türkiye'ye gelişi arasında üç ay gibi bir süreç geçmiş olması ve ilk vakanın 11 Mart'ta görülmesiyle birlikte hükümetin bazı kısıtlayıcı tedbirler almasını zorunlu kılan, covid-19'un çok hızlı yayılım göstermesi oldu. Tabii bu tedbirler bütün sektörlerde üretimin aksamasına sebebiyet verdi. Bu kısıtlardan tarımda nasibini aldı. Gıda üretimin sağlanması ve bu zincirin kopmaması için, çiftçilere ve tarımda çalışan işçilere pandemi sebebiyle getirilen kısıtlarda bazı muafiyetler getirildi. Ancak bazı bölgelerde ekim zamanının geçmesi, tarımsal üretimde azalmalara, yeterli üretim olmadığından önümüzdeki süreçte tarımsal ürünlerde yetersizlik olacaktır. Covid -19 tüm dünyayı etkisi altına aldığından, hastalığın aşısı çıkıncaya kadar bütün ülkelerde olduğu gibi Türkiye' de tedbirleri sürdürmek zorunda kalacaktır. Kademeli geçişler söz konusu olsa da hem tarımda hem de sanayide çalışanlar sürekli bir risk ve tedirginlik içinde olacaktır. Bu durum da üretimi ve verimliliği kötü etkileyecek gibi görünmektedir. Bu olumsuzlukları elemine edebilmek için hükümetin ve vatandaşın birlikte ortak çözüm üreterek, üretimi gerçekleştirmesi gerekmektedir. Çiftçilerin ve tarımda çalışan işçilerin can güvenliğini sağlayıcı tedbirlerin, koruyucu önlemlerin alınması, covid testlerinin yapılması ve gerekli izolasyonların sağlanarak güvenli çalışma ortamının, güvenli gıda üretiminin sağlanması, ülke nüfusunun beslenmesi ve ekonomisi için oldukça büyük bir öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Tarım, Tarımsal İşgücü, Covid 19, Güvenli Gıda, Tarımsal Üretim, Ekonomi

THE EFFECT OF COVID -19 ON AGRICULTURAL PRODUCTION

Abstract
This study was carried out to analyze how the economies and agricultural production of countries will affect due to the Covid-19 pandemic, which affects the world. a process that history as three months of arrival in Turkey with output in China of the pandemic and the first case that makes the government forced some restrictive measures to get together with interest on 11 March, Covidien-19 was to show very rapid spread. Of course, these measures caused disruption of production in all sectors. He got his share in agriculture from these restrictions. In order to ensure food production and not to break this chain, some exemptions were brought to farmers and workers working in agriculture due to the pandemic restrictions. However, in some regions there will be a shortage of agricultural crops in the coming period, since the sowing time has passed, there is a decrease in agricultural production, not sufficient production. Covidien -19 because the whole world is under the influence of the disease vaccine pops up Turkey as it is in all countries' will also be forced to maintain measures. Although there are gradual transitions, those working in both agriculture and industry will be in constant risk and anxiety. This seems to affect production and productivity badly. In order to eliminate these negativities, the government and the citizens need to produce a common solution and realize the production. Taking precautions, protective measures, covid tests and necessary isolations to ensure the safety of life of farmers and agricultural workers is of great importance for the safe working environment, safe food production, nutrition and economy of the country.

Keywords: Agriculture, Agriculture Labor, Covid-19, Safe Food, Agricultural Production, Economy

COVİD-19'UN ÇEVRE EKONOMİSİNE OLUMLU ETKİSİ

Ehlinaz TORUN KAYABAŞI
Kocaeli Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
ehlinaz@gmail.com

Özet
Bu çalışmada, Covid-19'un Çin'de ortaya çıkması ve sonrasında Dünya Sağlık Örgütünce pandemi olarak ilan edilmesi ile dünyada pek çok şey değişmeye başladı. Bunların başında insanların yaşam biçimleri, büyük işletmelerin üretim faaliyetlerinde değişikliklerin olması, insanların sokağa çıkmaması ve izole olması sonucu sera gazlarında azalma meydana gelmesi sonucu doğa kendisine gelmeye başlandı. Pandemi sonrası Uzaydaki Ozon Tabakasındaki yırtılmanın Kapandığı görüldü. Görünen o ki; pandemi sonrası çevrenin tahrip edilmemesi ve korunması için insanlar daha çok dikkat edecek ve çevre ile uyumlu üretim araçlarını kullanacaklardır.Dolayısıyla hem insanlar hem de doğa kendisine verilen fırsatı değerlendirerek yaptığı çalışmaları, işletmeler üretim şekellerini çevreye uyumlu hale getirerek daha iyi bir çevre yaratmış olacaklar. İnsanların tüketim alışkanlıkları da bu süreçte olumlu yönde değişiklik gösterecektir. Dolayısıyla çevrenin kirletilmemesi, çevrenin dünyaya kazandıracağı ekonomik katkıyı artıracak ve insanların yaşam kalitesini artıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Pandemi, Çevre Ekonomisi, İşletme,

POSITIVE EFFECT OF COVID-19 ON THE ENVIRONMENTAL ECONOMY

Abstract
In this study, many things started to change in the world with the emergence of Covid-19 in China and then being declared as a pandemic by the World Health Organization. At the beginning of this, nature started to come to itself as a result of people's lifestyle, changes in the production activities of large enterprises, people not going out on the streets and being isolated, and greenhouse gases decreased. After the pandemic, the rupture in the Ozone Layer in Space was closed. Apparently; After the pandemic, people will pay more attention and use environmentally compatible production tools in order not to destroy and protect the environment.herefore, both people and nature will create a better environment by harmonizing their production and production methods by making use of the opportunity given to them. People's consumption habits will also change positively in this process. Therefore, not polluting the environment will increase the economic contribution of the environment to the world and increase the quality of life of people.

Keywords: Environment, Pandemic, Environmental Economy, Business

ANTİÜREAZ AJANLARI OLARAK YENİ TİYAZOL-2-İMİN TÜREVLERİNİN SENTEZİ: MAKİNE ÖĞRENME VE MOLEKÜLER DOCKİNG ÇALIŞMALARI

Arif Mermer
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji
arif.mermer@sbu.edu.tr

Özet
Makine öğrenimi, farklı biyolojik özelliklere sahip yeni moleküllerin tasarımında kullanılan yöntemlerden biridir ve son yıllarda bir trend haline gelmiştir. Üreaz enzim inhibisyonu üzerine yayınlanmış birçok çalışma olduğundan, büyük bir veri seti oluşturduk ve enzim aktivitesi için bir model geliştirdik. Seçilen bileşiklerin dengeli doğruluğu yaklaşık %78'di ve bunların tahmini doğruluğu, çapraz validasyon ve bağımsız test setleri ile q2 = 0.2-0.7 (regresyon modelleri) belirleme katsayısına sahipti. Makine öğrenme yöntemi ile oluşturulan kimyasal kütüphane sayesinde, üreaz inhibisyonuna sahip bileşiklerin öngörücü ve deneysel sonuçlarının karşılaştırması yapılmıştır. Deneysel olarak aktif olduğu gözlenen bileşiklerin, makine öğrenme yöntemi ile aktif olduğu bulunmuştur. Bileşik 4a-d'nin aktivite potansiyelleri ayrıca AutoDock4 ve AutoDock Vina yazılımları ile moleküler yerleştirme çalışmaları yoluyla değerlendirildi.

Anahtar Kelimeler: Machine learning, Thiazole, Antiurease Activity, OCHEM, Molecular Docking.

SYNTHESIZING NOVEL THIAZOLE-2-IMINE DERIVATIVES AS ANTIUREASE AGENTS: MACHINE LEARNING AND MOLECULAR DOCKING STUDY

Abstract
Machine learning is one of the methods used in the design of new molecules with different biological properties and has become a trend in recent years. Since there are many published studies on urease enzyme inhibition, we accumulated a huge literature data set and improved a model for antiurease activity. The balanced accuracy of the selected compounds (classification models) were about 78% and the predictive accuracy of them possessed a coefficient of determination q2 = 0.2-0.7 (regression models) with cross-validation and independent test sets. Thanks to the chemical library created with the machine learning method, a comparison of the predictive and experimental results of the compounds that previously synthesized by us and investigated urease inhibition was made. Compounds observed to be experimentally active were found to be active with the machine learning method. The models are freely avaible online (http://ochem.eu) and can be used to predict potantial antiurease activity of novel compounds. The activity potentials of compounds 4a-d were further evaluated via molecular docking studies with AutoDock4 and AutoDock Vina softwares.

Keywords: Machine learning, Thiazole, Antiurease Activity, OCHEM, Molecular Docking.

ÜLEKSİT TAKVİYELİ YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN (YYPE) KOMPOZİT MALZEMELERİN ISIL DAVRANIŞ VE MEKANİK PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Uğur SOYKAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yeniçağa Yaşar Çelik Meslek Yüksekokulu Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı
ugursoykan@ibu.edu.tr

Özet
Bu çalışma, uleksitin yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) tabanlı kompozitlerin termal ve mekanik karakteristik özellikleri üzerindeki etkisini göstermektedir. Değişen yüzdelerde 45 µm uleksit (5, 10, 15, 20 ve 30 %) içeren kompozitlerin termal davranışı (kristal erime sıcaklığı ve kristallik derecesi) ve mekanik performansları (çekme mukavemeti, Young Modülü, darbe mukavemeti ve yüzde uzama) DSC ve üniversal mekanik testler gibi konvansiyonel deneysel yöntemler kullanılarak çalışılmıştır. Ayrıca, mekanik testten sonra, kompozit numunelere ait kırık yüzeylerin morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile ayrıntılı olarak incelenmiştir. DSC analizlerinden elde edilen veriler, bileşik numunelerde düşük veya yüksek içerikli uleksit mevcudiyetinin, HDPE kristalli alanın erime sıcaklıklarını önemli ölçüde etkilemediğini ve tüm içerikte neredeyse sabit kaldığını gösterdi. Ek olarak, kompozit numunelerin yüzde kristalliği, ilk uleksit ilavesiyle artma eğilimi gösterdi ve % 15 uleksit (45 µm) içeren kompozit numune ile maksimuma yani % 53.03'a (orjinal HDPE'den % 21.8 daha büyük) ulaştı. Maksimumdan sonra ise, dramatik düşüşler daha yüksek içerik seviyelerinde kaydedildi. Mekanik testlere gelince, bulgular uleksit ilavesinin kompozitlerin çekme mukavemeti, Modül ve darbe mukavemetlerinde ilerlemeye yol açtığını göstermiştir ve elde edilen değerler orjinal HDPE'ye göre (19.85 MPa, 366.78 MPa, 26.18 kj/m2) sırasıyla % 18.5, % 21.2 ve % 36.0 daha büyüktü. Ayrıca uzama yüzdesinin uleksit içerik düzeyindeki artışla tutarlı bir şekilde azaldığı gözlenmiştir. Buna ilaven, SEM analizi, HDPE esaslı kompozit numunelerin düşük içerikte iyi arayüzey yapışmasına sahip olduğunu, ancak yüksek içeriklerde polimer matrisinde lokal aglomerasyon oluşumunun bir miktarının gözlendiğini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: üleksit, ısıl davranış, mekanik performans, HDPE bazlı kompozitler, morfolojik özellikler

INVESTIGATION OF THERMAL BEHAVIOR AND MECHANICAL PERFORMANCES OF ULEXITE REINFORCED HIGH DENSITY POLYETYLENE (HDPE) COMPOSITE MATERIALS

Abstract
This study depicts the influence of ulexite on the thermal and mechanical characteristic features of high density polyethylene (HDPE) based composites. The thermal behavior (the crystalline melting temperature and degree of crystallinity) and mechanical performances (tensile strength, Young's Modulus, impact strength and percent elongation) of the composites including varying percentage of 45 µm ulexite (5, 10, 15, 20 and 30 wt.%) were studied with the usage of conventional experimental methods such as DSC and universal mechanical tests. Moreover, after mechanical test, the morphological properties of the fractured surfaces belonging to the composite samples were examined in details by means of scanning electron microscopy (SEM). The data obtained from DSC analyses showed that the presence of low or high content levels of ulexite in the composite samples did not affect considerably the melting temperatures of HDPE crystalline domain and it remained almost constant at all content. Additionally, percent crystallinity of the composite samples showed the increase trend with the initial addition of ulexite, and reached the maximum value, 53.03 % (21.8 % larger than that neat HDPE had) with the composite sample containing 15 % of 45 µm ulexite. After maxima, the dramatic decreases were recorded at higher content levels. As for mechanical tests, the findings showed that the ulexite addition gave rise to the advance in the tensile strength, Modulus as well as impact strength of the composites whose values were 18.5 %, 21.2% and 36.0 % larger than that neat HDPE had (19.85 MPa, 366.78 MPa, 26.18 kj/m2), respectively. Moreover, it was observed

that the percent elongation decreased consistently with the increment in the ulexite content level. Furthermore, SEM analysis revealed that HDPE based composite samples possessed good interfacial adhesion at low content, but at high contents, some the formation of local agglomeration in the polymer matrix were observed.

Keywords: Ulexite, thermal behavior, mechanical performance, HDPE based composites, morphological properties.

GECİKMELİ DİFERENSİYEL DENKLEMLERİN HYRES- ULAM ANLAMINDA KARARLILIĞI

Nurgül ÜNAL
Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Fakültesi/ Matematik Bölümü
nurgulunal1851@gmail.com

Özet
Bu çalışmada gecikmeli diferensiyel denklemlerin Hyers-Ulam ve Hyers-Ulam-Rassias kararlılıkları incelenmiştir. Bu kapsamda ilk önce lineerlik, diferensiyel denklem ve kararlılık gibi temel tanım ve kavramlar verilmiştir. Daha sonra Hyers-Ulam ve Hyers-Ulam-Rassias kararlılıklarının tanımları verilmiş ve diferensiyel denklemlerde kararlılık anlamında Hyers'ın ve Rassias'ın ne gibi çalışmalar yaptıkları incelenmiştir. Çalışmamızın dördüncü bölümünde lineer diferensiyel denklemlerin Hyers-Ulam kararlılığı incelenmiştir. Bu bölümde Alsina, Ger'in, Miura, Takahasi ve Choda'nın, Onitsuka ve Shoji'nin ve Jung'un çalışmaları ele alınmıştır. Beşinci Bölümde ise gecikmeli lineer diferensiyel denklemlerin Hyers-Ulam ve Hyers-Ulam-Rassias kararlılıkları incelenmiştir. Bu bölümde de Jung ve Brzdęk'in, Otrocol ve Ilea'nın, Tunç ve Biçer'in, Öğrekçi'nin ve Huang ve Li'nin çalışmaları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gecikmeli Diferensiyel Denklemler, Hyers-Ulam Kararlılığı, Hyers-Ulam-Rassias Kararlılığı

STABILITY OF LAGGED DIFFERENTIAL EQUATIONS IN TERMS OF HYRES-ULAM

Abstract
In this work, Hyers-Ulam and Hyers-Ulam-Rassias stability of delay differential equations were investigated. In this context, firstly basic definitions and concepts such as linearity, differential equation and stability are given. Then, the definitions of Hyers-Ulam and Hyers-Ulam-Rassias stability are given and what kind of studies Hyers and Rassias do in terms of stability in differential equations are examined. In the fourth part of our work, Hyers-Ulam stability of linear differential equations is investigated. In this section, the works of Alsina, Ger's , Miura, Takahasi and Choda's, Onitsuka and Shoji's and Jung's are discussed. In the fifth chapter, Hyers-Ulam and Hyers-Ulam-Rassias stability of delay linear differential equations are examined. In this section, the articles of Jung and Brzdęk , Otrocol and Ilea, Tunç ve Biçer, Öğrekçi and Huang and Li were discussed.

Keywords: Delay Differential Equations, Hyers-Ulam Stability, Hyers-Ulam-Rassias Stability

METAL NANOPARTİKÜL KARIŞIMLARININ UYUMLAŞTIRILMIŞ PE/TPS FİLMLERİNE ETKİSİ

Elif ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü
ozdmrelif1248@gmail.com

Ayşe AYTAÇ
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü/Polimer Bilimi Ve Teknolojisi
aaytac@gmail.com

Ramiz GÜLTEKİN AKAY
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü
gultekin.akay@gmail.com

Özet
Doğrusal düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE) endüstriyel ambalajlar ve cihazlar için dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Her yıl tüketim sonrası atılan büyük miktarlarda LLDPE önemli ekonomik kayıplara ve çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle, birçok araştırmacı geleneksel plastiklerin biyomalzemeler ile değiştirilmesi ya da biyomalzemeler ile karıştırılması çalışmalarına odaklanmaktadır. Termoplastik nişasta (TPS), malzemenin bozunma sürecini desteklemek için PE ile harmanlanabilen ve dolgu maddesi olarak kullanılabilen yenilenebilir, biyolojik olarak parçalanabilen ve hidrofilik bir polimerdir (Dave ve diğerleri, 1997; Psomiadou ve diğerleri, 1997).Bu çalışmada; PE bazlı gıda ambalaj filmleri üretilmiştir. Biyobozunurluk hızını artırmak ve doğaya daha az zararlı malzemeler üretmek amacıyla LLDPE filmlere iki farklı yükleme oranında(%30,%40) TPS eklenmiştir. Polimerler arasında uyumlu arayüzey sağlanması amacıyla uyumlaştırıcı olarak polietilen-graftmaleik anhidrit (PE-g-MAH) kullanılmıştır. PE/TPS filmlerinin mekanik dayanımını, oksijen bariyeri ve antibakteriyel aktivite özelliklerini geliştirmek amacıyla filmlere metal ve metal oksit nanopartiküllerikarışım halinde %1 yükleme oranlarında eklenmiştir. Metal nanopartikül olarak Ag,CuO,ZnO kullanılmıştır. Örnekler çift vidalı ekstrüderde karıştırılarak, hidrolik preste film haline getirilmiştir. Nanopartiküller; Ag-CuO,CuO-ZnO,Ag-ZnOkarışım kombinasyonları ile polimerik matrise eklenmiştir. Filmlerin mekanik dayanımı çekme testi ile belirlenmiştir. Nanopartiküllerin karışım halinde eklenmesi; sinerjik bir etki oluşturarak mekanik dayanımı artırmıştır. Uyumlaştırıcı ve nişasta arasındaki moleküler etkileşim Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Spektrometresi (FTIR) ile belirlenmiştir. Film yüzey morfolojileri SEM ile incelenmiştir. Uyumlaştırıcı kullanılmasının PE/TPS film yüzeylerine homojen bir yapı kazandırdığı, NP'lerin ise yüzeylere pürüzlü bir yapı sağladığı görülmüştür. Üretilen filmlerin erime sıcaklıkları ve yüzde kristalinite değerleri Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) cihazı ile belirlenmiştir. Örneklerin erime sıcaklıkları arasında belirgin bir fark olmadığı görülmüş, nanopartikül katkılı filmlerin bazılarının kristalinitesinde de artış olduğu belirlenmiştir. Filmlere 60 gün süreyle belirli nem ve sıcaklık koşullarında biyobozunurluk testi yapılmış ve ağırlık kayıpları 10 gün arayla kayıt altına alınmıştır. PE dışında test uygulanan tüm filmlerde ağırlık kaybı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Polietilen, nanopartikül, termoplastik nişasta, polietilen, biyobozunurluk

Teşekkür
Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP koordinasyon birimi tarafından FLY-2020-2186 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar
Dave, H., Rao, P.V.C., Desai, J.D., 1997. Biodegradation of starch -polyethylene films in soil and by microbial cultures. World J. Microbiol. Biotechnol. 13, 655-658.

Psomiadou, E., Arvanitoyannis, I., Biliaderis, C.-G., 1997. Biodegradable films made from low density polyethylene (LDPE), wheat starch and soluble starch for food packaging applications. Part 2. Carbohydr. Polym. 33, 227-242.

THE EFFECT OF METAL NANOPARTICLES MIXTURE ON THE COMPATIBILIZED PE / TPS BLEND FILMS

Abstract

Linear low density polyethylene (LLDPE) is widely used for industrial packaging and large amounts of LLDPE which is thrown after consumption cause significant environmental problems. Therefore, many researchers focus on replacing conventional plastics by biomaterials or blending with biomaterials. Thermoplastic starch (TPS) is a renewable and biodegradable polymer that can be blended by PE and used as filler to support the degradation process (Daveet al., 1997; Psomiadou et al, 1997). In this study, PE based food packaging films were produced. TPS was added to the films at two loading rates (30%,40%) to increase the biodegradation rate. PE-g-MAH was used as a compatibilizer to provide compatible interface between the TPS and PE. To improve the mechanical strength of PE/TPS filmsmetal and metal oxide nanoparticles are added to the films at 1wt. % loading rates. Ag, CuO, ZnO are used as metal nanoparticles. The sample was compoundedin extruder and turned into a film by hydraulic press. Nanoparticles were added as a mixture form with combinations of Ag-CuO,CuO-ZnO,Ag-ZnO. The mechanical strength of the films was determined by the tensile test. Mixture of the nanoparticles increased the mechanical strength. The molecular interaction between the compatibilizer and TPS was determined by Fourier Transform Infrared Spectrometry. Film surface morphologies were examined with SEM. It has been observed that the use of a compatibilizer gives a homogeneous structure while the NPs give arough texture to the film surfaces.The melting temperatures and % crystallinity of the films were determined by the Differential Scanning Calorimetry. It was observed that there was no significant difference between the melting temperatures of the films. Biodegradable test was applied to the films for 60 days under certain humidity and temperature conditionsand weight losses were recorded. The weight loss was observed in all films except for PE.

Keywords: Polyethylene, nanoparticle, thermoplastic starch, polyethylene, biodegradability

İLETKEN POLİAKRİLONİTRİL/KARBON SİYAHI (PAN/CB) NANOLİFLERİN YÜZEY VE ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU

Şebnem Düzyer Gebizli
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü
sebnemduzyer@uludag.edu.tr

Şaban Çunayev
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü
chunayev08@gmail.com

Serpil Koral Koç
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü
skoral@uludag.edu.tr

Özet
Elektro çekim (elektrospinning) yöntemiyle üretilen elektriksel olarak iletken nanolifler; çaplarındaki azalma ile birlikte artan elektriksel iletkenlikleri nedeniyle ilgi çekmektedir. Elektriksel olarak iletken nanolifleri üretmek için pek çok yöntem bulunmaktadır. Diğerleri ile kıyaslandığında, elektro çekim ile iletken parçacık katkılı nanoliflerin üretimi daha kolay ve daha düşük maliyetli bir yöntemdir. Bu yöntemde, seçilen bir polimer (şablon polimer) uygun çözücüler içinde çözülür ve içerisine iletken parçacık eklenir. Daha sonra, hazırlanan polimer çözeltisi elektriksel alana tabi tutulur ve çapları 1 mikronun altında olan lifler elde edilir. Bu çalışmada elektro çekim ile iletken parçacık katkılı nanolif üretim yöntemi seçilmiş ve poliakrilonitril/ karbon siyahı (PAN/CB) nanolifler üretilmiştir. PAN; düşük maliyetli olması, kolay lif çekilebilmesi ve kolay bulunur bir polimer olması nedeniyle şablon polimer olarak seçilmiştir. İletken parçacık olarak ise karbon siyahı kullanılmıştır. Yapılan ön denemelerle belirlenen oranlarla (ağırlıkça %7 oranında PAN ve %1 oranında CB) polimer çözeltisi hazırlanmıştır. Nanolifler, dönen silindir üzerine yerleştirilen cam lam üzerine 10 dakika elektro çekim yapılarak elde edilmiştir. Nanoliflerin yüzey özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak, elektriksel yüzey dirençleri ise dört-nokta uç sistemi kullanılarak incelenmiştir. Sonuçta ortalama çapları 630 nm ve yüzey elektriksel dirençleri 197 kΩ/sq olan nanolifler elde edilmiştir. Nanolifli yüzeylerin üzerinde bazı noktalarda PAN/CB kümelerinin oluştuğu görülmüştür. Bu durumun çözelti hazırlama aşamasında CB partiküllerinin bir araya gelmesi nedeniyle oluşabileceği düşünülmektedir. Sonuçlar, PAN/CB nanoliflerin bazı elektrot uygulamaları için uygun olabileceğini göstermektedir. * Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir (Proje No: 118M670).

Anahtar Kelimeler: Elektriksel olarak iletken nanolifler, poliakrilonitril, karbon siyahı, elektro çekim

CHARACTERIZATION OF SURFACE AND ELECTRICAL PROPERTIES OF CONDUCTIVE POLYACRYLONITRILE/CARBON BLACK (PAN/CB) NANOFIBERS

Abstract
Electrically conductive electrospun nanofibers have gained a great attention due to their increasing electrical conductivity with the reduction in the fiber diameter. There are many methods to produce electrically conductive electrospun nanofibers. Compared to the other methods electrospinning of nanofibers with conductive additives is relatively easy and cost-friendly. In this method, a solution of a chosen polymer (template polymer) is prepared, while a conductive component is added into the polymer solution. Afterwards, the polymer solution is subjected to an electrical field and fibers with diameters under 1 μm are produced. In this study we used this method and fabricated electrospun polyacrylonitrile (PAN)/carbon black (CB) nanofibers. PAN was chosen as the template polymer since it is an inexpensive, easily spinninable and available polymer, while CB was used as the conductive component. According to our preliminary studies, we used a polymer solution containing 7% wt of PAN and 1% wt of CB in this study. The electrospun nanofibers were collected on a glass slide placed on a rotating drum for 10 minutes. The surface properties of the nanofibers were investigated by a

scanning electron microscope (SEM) and their electrical sheet resistances were measured by a four-point probe system. The results showed that nanofibers with diameters around 630 nm with an electrical sheet resistance value of 197 kΩ/sq were obtained. However, at some points of the nanofibrous mat surface, some PAN/CB accumulations were observed. This may be caused by the accumulation of the CB particles during solution preparation. The results showed that the PAN/CB nanofibers are promising candidates for some of the electrode applications. * This study is supported by TUBITAK under the project number of 118M670.

Keywords: Electrically conductive nanofibers, polyacrylonitrile, carbon black, electrospinning

ZAMAN SKALALARI ÜZERİNDE BİRİNCİ BASAMAKTAN DİNAMİK DENKLEMLER İÇİN ULAM KARARLILIĞI

Büşra AYDIN
Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik
meleknur20.19@gmail.com

Özet
Bu çalışmada bir zaman skalası üzerinde birinci basamaktan homogen ve homogen olmayan dinamik denklemler için Ulam kararlılığı incelenmiştir. Ulam kararlılığı kavramının temelleri 1940 yılına dayanmaktadır. 1940 yılında Wisconsin üniversitesinde yapılan bir toplantıda Stanislav Ulam'ın ortaya attığı sorulardan birine bir yıl sonra Hyres'in verdiği cevapla başlayan bu kararlılık teorisi günümüzde Hyres-Ulam kararlılığı olarak bilinmektedir. Bu çalışmada ilk olarak fonksiyonel denklemlerin Hyers-Ulam kararlılığı tanımı ardından da birinci basamaktan diferensiyel denklem, diferensiyel denklemlerde kararlılık gibi temel tanım ve kavramlara yer verilmiştir. Bu tanımlar verilirken Hyers, Rassias, Oblozo, Alsina, Ger, Miura, Takahasi gibi çeşitli araştırmacıların çalışmalarından faydalanılmıştır. Daha sonra zaman skalasının temel kavramları olan delta türev, delta integral, komplex Hilger düzlemi, genelleştirilmiş üstel fonksiyon ve birinci basamaktan lineer dinamik denklemler'in tanımları verilmiş ve bunlara ait özellikler incelenmiştir. Ardından D. R. Anderson ve M. Onitsuka'nın çalışmaları da göz önüne alınarak bazı özel durumlarda sürekli ve ayrık dinamik denklemleri içeren bir zaman skalası üzerinde birinci basamaktan sabit katsayılı lineer dinamik denklemlerin Hyers-Ulam kararlılığı (HUS) incelenmiştir. Bu inceleme yapılırken özellikle zaman skalasının granül fonksiyonuna bağlı bazı parametre değerleri için minimum Hyres-Ulam kararlılık sabitleri incelenmiştir. Son bölümde ise Y.Shen'in çalışması göz önüne alınarak ilk olarak integral alma yöntemi kullanılarak birinci basamaktan lineer dinamik denklemin eşleniği olan denklemin Ulam kararlılığını elde edilmiş ve daha sonra bu denklemin sonuçları ve genelleştirilmiş üstel fonksiyonun özellikleri aracılığıyla birinci basamaktan lineer dinamik denklemin Ulam kararlılığı incelenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Zaman skalası, Hyers-Ulam anlamında kararlılık, Birinci basamaktan lineer dinamik denklemler

ULAM STABILITY FOR FIRST ORDER DYNAMIC EQUATIONS ON TIME SCALE

Abstract
In this study, Ulam stability was investigated for homogeneous and inhomogeneous dynamic equations in time scale. The basis of Ulam determination dates back to 1940. At a meeting held at the University of Wisconsin in 1940, he started one of the questions posed by Stanislav Ulam with Hyres' reply a year later. This stability theory is known today as Hyres-Ulam stability. In this study, firstly, definition of Hyers-Ulam stability of functional equations and then basic definitions and concepts such as first order differential equation and stability in differential equations are given. While giving these definitions, the studies of various researchers such as Hyers, Rassias, Oblozo, Alsina, Ger, Miura, Takahasi have been used. Then, the definitions of delta derivative, delta integral, complex Hilger plane, generalized exponential function and primary order linear dynamic equations are given and their properties are examined. Considering the studies of D. R. Anderson and M. Onitsuka, the Hyers-Ulam stability (HUS) of linear dynamic equations with constant coefficients from the first step on a time scale containing continuous and discrete dynamic equations is investigated in some special cases. In particular, for certain parameter values in relation to the graininess of the time scale, we fi nd the minimum HUS constants. In the last section, considering the study of Y.Shen, firstly, the Ulam stability of the equation, which is the adjoint of the first order linear dynamic equations, was obtained by using the integrating factor method. And then, Ulam stability of the first-order linear dynamic equation is examined through the results of this equation and the properties of the generalized exponential function.
Keywords: Time scales, the Hyers-Ulam stability, first-order linear dynamic equations

FIRE ON BOARD

Burak GÖKALP
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik fakültesi Makina mühendisliği
burakgokalp@hotmail.com

Özet
The damage control for the naval ships and their organizations' reactions are very important for the vessels. These reactions depend on the damage control training program. The existing training programs and its concept focus on training crew to be more proficient so that they can respond better to damage situations (fires and flooding). In this experimental study, a fire on board was examined. The fire-causing factors were studied in detailed and explain the damage control scenarios using the survivability analysis results as a new concept of damage control training programs employing advanced systems. This approach could help the decision maker not only enhance his or her capability but also improve the reacting capability of crew members for complex situations induced by a sudden fire.

Anahtar Kelimeler: Fire at sea, damage control, fire-causing

YÜKSEK LÜMİNOSİTİLİ BÜYÜK HADRON ÇARPIŞTIRICISINDA (YL-BHÇ) ALTILI SKALER Dİ-KUARKLARIN REZONANS ÜRETİMLERİ

Özlem SEVİNÇ KAYA
Milli Savunma Üniversitesi Deniz Harp Okulu Fizik
okaya@cern.ch

Özet
Bu çalışmada, YL-BHÇ' (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi, CERN) de altılı skaler uu, ud ve dd tipli di-kuarklarin ilk nesillerinin rezonans üretimlerini incelemekteyiz. Model-bağımsız metot kullanarak farklı kütle aralıkları için altılı skaler renk yüküne sahip di-kuarkların üretim oranları, bozunma genişlikleri ve tesir kesiti değerleri tartışıldı. Uygun limit değerlerini belirlemek için, son durum dağılımları (enine momentum, pseudo rapidity ve değişmeyen kütle dağılımları) sinyal ve gürültü için karşılaştırdık. Uygun limit değerleri belirlendikten sonra, sinyal ve gürültü analizleri çalışıldı. Eğer di-kuarklar YL-BHÇ'de kinematik bölgede uzanmışlarsa, 14 TeV kütle merkezi enerjisine sahip YL-BHÇ'de model-bağımsız metot uygulanan renkli-altılı skaler di-kuarkların çok iyi bir şekilde bulunduğunu gösterdik.

Anahtar Kelimeler: Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN), YL-BHÇ, Di-kuarks, modelleme, rezonans.

RESONANCE PRODUCTION OF SEXTET SCALAR DIQUARKS AT THE HIGH-LUMINOSITY LARGE HADRON COLLIDER (HL-LHC)

Abstract
In this study, we investigate resonance production of first generation of sextet scalar uu, ud, dd-type diquarks at High-Luminosity Large Hadron Collider, CERN (HL-LHC). Production rates, decay widths and cross section values are discussed color sextet scalar diquarks for different mass ranges by using model-independent method. We compared final state distributions for signal and background (transvere momentum, pseudo rapidity and invariant mass distributions) to determine appropriate cut values. After we determined appropriate cut values, have studied signal and background analysis. We show that this model-independent method applies color-sextet scalar diquarks clearly discovered in the HL-LHC with center of mass energy at sqrt(s) = 14TeV if the diquarks mass lies in the kinematical region at the HL-LHC.

Keywords: CERN, HL-LHC, Diquarks, modelling, resonance

ŞEV KAZIKLARINDA ZEMİN-YAPI ETKİLEŞİMİNİN ANALİZLERLE İNCELENMESİ

Cansu Sarı
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği
cnsusarii@gmail.com

Mehmet Muhit Berilgen
Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği
mberilgen@gmail.com

Özet
Şevler doğal yamaçlar ve insan eliyle oluşturulmuş yarma ve dolguların eğimli yüzeyleridir. Geotekniğin başlıca konuları arasında yer alan şev duraylılık problemleri, ülkemizde yapısal hasarların yanı sıra çok sayıda can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Şevlerin duraylılığının sağlanmasında geoteknik mühendisliğinde birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birisi de şevlerin içinde kazıklar inşa ederek duraylılığının artırılmasıdır. Bu yöntemin uygulamasında amaçlanan şev duraylılığını sağlayabilen kazık tasarımının yapılması gerekir. Bu tasarımda şevin duraylılığını sağlayacak kuvvetin kazık tarafından sağlanması ve kazığa şev kütlesinden aktarılan kuvvetin kazığın taşıma kapasitesini aşmaması beklenir. Zemin ve kazık arasındaki etkileşimin oluşturduğu bu ortak kuvvetin değerini belirlemek tasarımın esasını oluşturur. Bu çalışmada şev duraylılığının kazıklarla artırılması durumu için pratikte kullanılan yaklaşımlar ile şev-kazı etkileşiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda literatür de yer alan yaklaşımlar incelenmiş ve iki boyutlu (2B) analizler için seçilen kuvvete ve yer değiştirmeye dayalı yaklaşımlar ile ayrık ve bütünleşik analizler yapılmıştır. Ayrık analizlerde şev stabilite analizlere TALREN yazılımı ile Basitleştirilmiş Bishop Yöntemi ile kazık eğilme ve kesme rijitliği dikkate alınarak hesaplanırken kazıklara gelen kuvvetler Ito-Matsui Yöntemi ile bulunmuştur. Yer değiştirmeye dayalı analizler ise bütünleşik ve ayrık yaklaşımla sonlu elemanlar yöntemi ile yapılmıştır. Ayrık ve bütünleşik yapılan sonlu elemanlar analizlerde Plaxis 2D yazılımı kullanılmış ve şev zemininin yük altında doğrusal olmayan şekil değiştirme davranışı dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında yanal yük taşıyan tek kazıkların davranışları incelenmiştir. Bu amaçla, limit denge yöntemi, amprik bağıntılar ve sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak parametrik analizler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, pasif kazık, şev duraylılığı, ayrık analiz, bütünleşik analiz

ANALYSIS OF SOIL-STRUCTURE INTERACTION IN SLOPE PILES BY ANALYSIS

Abstract
Slopes are natural slopes and inclined surfaces of human cuts and fillings. Slope stability problems, which are among the main topics of geotechnics, cause many lives and property losses as well as structural damages in our country. There are many methods in geotechnics to ensure the stability of slopes. One of these methods is to increase the stability by ensuring piles in slopes. In the application of this method, it is expected that the pile design, which can provide the targeted slope stability, is made. In this design, it is expected that the force that will ensure the stability of the slope is provided by the pile and the force transferred from the slope mass to the pile does not exceed the carrying capacity of the pile. Determining the value of this common force created by the interaction between the ground and the pile forms the basis of the design. In this study, it is aimed to examine the slope-excavation interaction with the approaches used in practice for the increment of slope stability with piles.In this context, the approaches in the literature have been examined and decoupled and coupled analyzes have been made with the approaches based on the force and displacement selected for two-dimensional (2D) analyzes.In decoupled analysis, slope stability analysis was calculated by using the TALREN software with the Simplified Bishop Method considering the bending and shearing stiffness.On the other hand, analysis based on displacement was done by finite element method with coupled and decoupled approach.decoupled and coupled finite element analysis used Plaxis 2D software and nonlinear strain behavior of slope ground under load is taken into account. There are

different methods for pile resistance calculation against lateral loads. For this purpose, parametric analyzes were made using limit equilibrium method, empirical relations and finite element method.

Keywords: Landslide, passive pile, slope stability, decoupled analysis, coupled analysis

pH VE SICAKLIK-DUYARLI KSANTAN BAZLI IPN HİDROJELLERİN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE İLAÇ SALIM UYGULAMASI

Pınar Ilgın
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki MYO Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri
pinarilgin@comu.edu.tr

Özet
Hidrojeller, ilaç salınımından çevre kirliliğine kadar çok çeşitli uygulamalar bulabilen dikkat çekici malzemeler arasındadır. Hidrojeller, üç boyutlu ağ yapısına sahip olan ve büyük miktarlarda su veya biyolojik sıvıyı emebilen hidrofilik polimerlerdir. Çeşitli biyomedikal uygulamalar için, polisakkaritler biyouyumluluk ve doğada bolluk açısından gelişmiş biyomalzeme geliştirmede yaygın olarak kullanılabilmektedir. Bu hidrojeller, ayarlanabilir ilaç dozajı ve salım zamanlaması ve salım hızı için potansiyel bir platform sağlaması nedeniyle son yıllarda büyük ilgi görmüştür. Bu çalışmada, serbest radikalik polimerizasyon yöntemi ile doğal bir polimer olan ksantan ve, pH ve sıcaklık gibi çoklu uyaranlara duyarlı bir kopolimer olan poli(N-izopropilakrilamid-ko-3-(metakriloylamino)propil]trimetilamonyum klorür) içeren iç içe geçmiş ağ yapılı (IPN) hidrojeller hazırlanmıştır. Çalışmanın sonraki aşamasında, elde edilen hidrojelin morfolojik yapısı SEM ile incelenmiş ve görüntülerden çapraz-bağlı ve makrogözeneklere sahip olduğu bulunmuştur. Kimyasal yapısal FT-IR analiziyle doğrulanmıştır. Jelleşme yüzdesi hesaplanmış ve, pH ve sıcaklık duyarlı özelliklerini değerlendirmek için su alma kapasiteleri ise şişme testleriyle belirlenmiştir. Ayrıca, TPA ile mekanik özellikleri incelenmiştir. Hidrojel ağ yapısındaki fonksiyonel grupların neden olduğu moleküller arası bağ gücüne bağlı olan sertlik, sakızlık, çiğneme gibi hidrojel doku parametrelerinin şişme özelliklerine bağlı olduğu bulunmuştur. Daha yüksek sertliklere sahip numunelerin daha düşük şişme oranları sergileme eğilimi olduğu ve moleküller arası bağ gücünün artmasıyla bu parametrelerin arttığı gözlenmiştir. Son olarak bir antibiyotik olan sefazolin sodyum ilacı absorpsiyon yöntemiyle hidrojellere yüklenmiştir ve ilaç yükleme etkinliği % 53 olarak bulunmuştur. 270 nm'de UV-vis spektrofotometrede 24 saat boyunca hidrojellerden ilaç salım oranı ölçülmüş ve PBS çözeltisinde (pH 7.4) 37 °C de yaklaşık % 90'ınını saldığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hidrojel, Ksantan, İlaç salım sistemleri

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND DRUG RELEASE APPLICATION OF PH AND TEMPERATURE-SENSITIVE XANTHAN BASED IPN HYDROGELS

Abstract
Hydrogels are among the remarkable materials that can find a wide range of applications from drug release to environmental pollution. Hydrogels are hydrophilic polymers with a three-dimensional network structure and capable of absorbing large amounts of water or biological fluid. For various biomedical applications, polysaccharides can be widely used in developing biomaterials in terms of biocompatibility and abundance in nature. These hydrogels have gained great attention in recent years as they provide a potential platform for adjustable drug dosage, release timing and release rate. In this study, interpenetrating network (IPN) hydrogels contain xanthan, which is a natural polymer, and poly(N-isopropylacrylamide-co-3-(methacryloylamino)propyl]trimethylammonium chloride) copolymer which has multiple-stimuli such as pH and temperature were prepared by free-radical polymerization method. In the next stage of the study, the morphological structure of the hydrogel obtained was examined with SEM and it was found that it has cross-linked and macroporous. Its chemical structure was confirmed by FT-IR analysis. The percentage of gelatin was calculated and water intake capacities were determined by swelling tests to evaluate pH and temperature-sensitive properties. In addition, its mechanical properties were examined with TPA. It has been found that hydrogel tissue parameters such as hardness, gumminess, chewiness depending on the intermolecular bond strength caused by functional groups in the hydrogel network structure depend on the swelling properties. It has been observed that samples with higher hardness tend to exhibit lower swelling rates and these parameters increase with increasing intermolecular bond strength. Finally, an antibiotic, cefazolin sodium drug was loaded into the hydrogels by absorption method and drug loading-

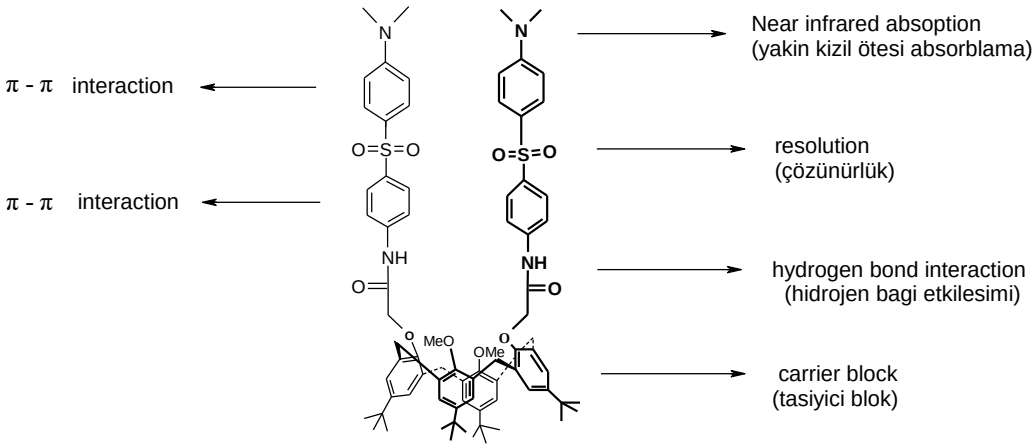
efficiency was found to be 53%. The drug release ratio from hydrogels was measured for 24 hours at 270 nm with UV-vis spectrophotometer and it was observed that it released ~90% at 37 ° C in PBS (pH 7.4).

Keywords: Hydrogel, Xanthan, Drug release systems

SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF NOVEL (4-AMINOPHENYL)SULFONYL-N-N-DIMETHYLANILINE DERIVATIVE OF CALIX[4]ARENE

Ömer GÜNGÖR
Department of Chemistry Technology, Kocaeli University, Advance Vocational School of Hereke Asım Kocabıyık, Kocaeli, Turkey
omer.gungor@kocaeli.edu.tr

The calix[4]arenes, macrocyclic phenol–formaldehyde tetramers are popular materials as building blocks or platforms for assembling more elaborate structures with ligating side arms or podands for several guest species, notably cations, anions and neutral molecules. The spectacular development of calix[4]arenes is related to the possibilities that this class of molecules offers in terms of structural and functional modifications. In particular, the control of conformational space is positively explored in their design to form the inclusion networks in the liquid–liquid extraction systems and/or in the solid state for the development of ion recognition and detection strategies. However, the design of molecules with high ionic affinities is important for chromatography, catalysis and separations. Immobilization of ion selective ligands to form polymer-supported reagents results in an expended set of applications. In this study, novel (4-aminophenyl)sulfonyl-N-N-dimethylaniline derivative of calix[4]arene was synthesized. The novel compound was structurally characterized by ^{1}H-NMR, FT–IR, elemental analysis, and MALDI–TOF mass spectral data. The new calixarene derivative synthesized is thought to be a good molecular carrier for amino acids, azo dyes and some drug derivatives. Therefore, I focused on the molecular carrier property of this new compound. Liquid-liquid extraction properties of some amino acids (L-Alanine methylester, L-Serine methylester) and azo dyes (Direct Blue 71, Titanium Yellow) of the new molecule were investigated. As a result, it was found that the new calixarene derivative, which has high interaction, carries organic molecules from aqueous phase. The mass spectra confirmed the proposed structure and the molecular ion peak was observed at m/z 1246.42 as $[M+H]^{+}$for novel compound. Anal Calc. For $C_{78}H_{92}O_{10}N_4$: C, 75.21%; H, 7.44%; N, 12.84% Found: C,74.95%; H, 8.69%; N, 12.41%. IR υmax/cm^{-1}:3195–3145 cm^{-1} (NH), 3048 cm^{-1} (C-H arom.), 2925–2845 cm^{-1} (aliph. C–H), 1760 cm^{-1}(C=O), 1655 cm^{-1} (NH bending).



ÜÇ BOYUTLU YAZICI KULLANARAK ROBOT EL TASARIMI

Cagatay Tasdemirci
Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği
tasdemircicagatay@gmail.com

Arif Özkan
Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği
arif.ozkan@kocaeli.edu.tr

Özet
Antropomorfik robot ellerin gelişimi, robotik alanındaki en önemli konulardan biridir. İnsan elinin tipik fonksiyonlarının ve şekillerinin uygulanmasına yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır. Fakat geliştirilen modeller halan insan parmaklarının incelik ve hızlı hareketini, hafif yapısı ve yüksek kavrama kuvveti gibi genel özelliklerini kopyalamaktan uzaktır. 3B yazıcılar, teknolojisinin de gelişmesi ile farklı tipte malzemeler kullanabilme, hızlı ve hassas çıktılar alabilme imkanı sağlamakta, protez çalışmalarda sıklıkla tercih edilen çözüm aracı olmaktadır. Bu çalışmada insan iskelet sistemine anatomik olarak oldukça yakın, mekanik ve hareket özellikleriyle insan el ve parmak sistemini taklit edebilecek robot el tasarımı yapılmıştır. Yapılan tasarım ile robotik çalışmalarda kullanılabilecek ucuz, üretimi kolay insan el fonksiyonlarına ve mekanik özelliklerine yakın model elde edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca modelin hızlı üretilebilir ve düşük maliyetli oluşu, kişiye özel protez tasarımına da olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: 3B Yazıcı, robot el, faydalı model tasarımı, kişiye özel protez

ROBOT HAND DESIGN USING A 3D PRINTER

Abstract
The development of anthropomorphic robot hands is one of the most important issues in the field of robotics. A great deal of research has been done on the application of the typical functions and shapes of the human hand. However, the developed models are far from copying the general characteristics of the human fingers such as thinness and fast movement, light structure and high gripping force. 3D printers, with the development of their technology, provide the opportunity to use different types of materials, to obtain fast and precise printouts, and are often the preferred solution tool in prosthetic studies. In this study, a robot hand design that is capable of imitating the human hand and finger system with its mechanical and movement features, which is anatomically quite close to the human skeletal system, was designed. With the design, it is aimed to obtain a model close to human hand functions and mechanical properties that can be used in robotic studies, inexpensive, easy to manufacture. In addition, the fact that the model can be produced quickly and at a low cost enables the customized prosthesis design.

Keywords: 3D Printer, robotic hand, utility model design, personalized prosthesis

KANYAŞ (SORGHUM HALEPENSE (L.) PERS.) OTUNUN KİMYASAL BİLEŞİMİNİN TESPİT EDİLMESİ

Özen Eroğlu
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Orman Fakültesi Biyokompozit Mühendisliği
ozeneroglu@hotmail.com

Nihat Sami Çetin
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Orman Fakültesi Biyokompozit Mühendisliği
nihatcetin@yahoo.com

Özet
Artan nüfus ve gelişen teknolojiyle birlikte dünya üzerindeki doğal kaynakların etkili bir şekilde kullanılabilmesi büyük önem taşımaktadır. Günümüzde, sınırlı olan bu kaynaklara alternatif oluşturması sebebiyle çevre dostu yeşil kompozit malzemelerin kullanımı büyük ölçüde artmıştır. Ayrıca orman kaynaklarının sınırlı oluşu odun esaslı kompozit malzemelerde farklı hammadde kaynaklarının kullanılabilirliğinin araştırılmasını gerekli kılmıştır. Bu sebeple alternatif lignoselülozik liflerin ve zirai atıkların yapı ve kimyasal içeriklerinin belirlenmesi önemli hale gelmiştir. Kanyaş (Sorghum halepense (L.) Pers.) Poaceae familyasından, çok yıllıklı,yaygın habituslu, 50 cm'den 200 cm'e kadar boylanabilen ve farklı çevre şartlarına kolaylıkla uyum sağlayabilen bir bitkidir. Ayrıca Avrupa Bitki Koruma Organizasyonu'nun istilâcı bitkiler listesinde altıncı sırada bulunmakta ve dünyada en tehlikeli ilk 10 yabani ot içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada kanyaş bitkisinin alternatif lif kaynağı olarak kullanılabilme potansiyelinin araştırılması için farklı aylarda (haziran-temmuz-ağustos-eylül) toplanan örneklerin yaprak ve gövde kısımlarının kimyasal analizleri ekstraksiyona uğramış hammaddeler üzerinden yapılmış ve selüloz, hemiselüloz ve lignin oranları saptanmıştır. Ekstraksiyon işleminden sonra holoselüloz ve lignin tayini için klorit yöntemi kullanılmıştır. Analizler sonucunda en yüksek selüloz miktarı yaprak kısmında %33.45, gövde kısmında ise %37.47 oranı ile temmuz ayında toplanan örneklerde tespit edilmiştir. Ağustos ayında toplanan örnekler, yaprak kısmında %35.93 ve gövde kısmında %34.36 oran ile en yüksek hemiselüloz oranına sahiptir. Lignin oranları incelendiğinde ise yaprak kısımlarında en yüksek oran %38.42 ve gövde kısımlarında %38.81 ile eylül ayında toplanan örneklerden elde edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda kanyaş bitkisinin yeşil kompozit üretiminde hem ekonomik hem de yenilenebilir kaynak olarak kullanılabilme potansiyelinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal lif, odun-plastik kompozit, biyokompozit, kanyaş.

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF JOHNSONGRASS (SORGHUM HALEPENSE (L.) PERS.)

Abstract
Due to the increasing population and developing technology, it has gained importance to evaluate natural resources effectively in the world. Recently, the use of eco-friendly green composite materials has increased exponentially due to being an alternative to these limited resources. In addition, the limited forest resources made it necessary to investigate the availability of different raw material sources in wood-based composite materials. For this reason, it has made it important to determine the structure and chemical contents of alternative lignocellulosic fibers and agricultural wastes. Johnsongrass (Sorghum halepense (L.) Pers.) is a perennial, widespread habitus plant from the Poaceae family that can grow from 50 cm to 200 cm and can easily adapt to different environmental conditions. It also ranks sixth in the list of invasive plants of the European Plant Protection Organization and is among the top 10 most dangerous weeds in the world. In this study, the chemical composition of the leaves and stem parts of the samples collected in different months (June-July-August-September) were determined on extracted samples and the ratios of cellulose, hemicellulose and lignin were determined to investigate the potential of Johnsongrass as an alternative fiber source. After the extraction, chloride method was used for the determination of holocellulose and lignin contents. The highest cellulose content was determined in the samples collected in July with 33.45%

in leaves and 37.47% in stems. The samples collected in August have the highest hemicellulose content with the 35.93% in leaves and 34.36% in stems. The samples collected in September showed the highest lignin content with 38.42% in leaves and 38.81% in stems. As a result of this study, it has been determined that Johnsongrass has a high potential to be used as an alternative and renewable resource in green composite production.

Keywords: Natural fiber, wood-plastic composite, biocomposite, Johnsongrass.

PORFİRİN BAZLI 5,10,15,20-TETRAKİS[P-FENİLFOSFONİK ASİT] LİGANDI İLE TEK BOYUTLU NANOTUBULAR METAL-ORGANİK KAFES YAPISININ SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Ceyda Bayraktar
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
ceydabayraktar@gtu.edu.tr

Yunus Zorlu
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
yzorlu@gtu.edu.tr

Mehmet Menaf Ayhan
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
menafayhan@gtu.edu.tr

Gündoğ Yücesan
Berlin Teknik Üniversitesi Gıda Teknolojisi ve Gıda Kimyası Entitüsü Gıda Kimyası ve Toksikolojisi
yuecasan@tu-berlin.de

Özet
Metal-organik kafes'ler (MOFs: Metal-Organic Frameworks) metal iyonlarının organik bağlayıcı ligandlara güçlü koordinasyon bağlarıyla bağlanması sonucu oluşan fonksiyonel gözenekli yapılardır. MOF'ların oluşmasında pH, sıcaklık, metal atomunun koordinasyon çevresi, M/L stokiyometrisi gibi faktörler önemli rol oynamaktadır. Ayarlanabilir gözenek boyutu ve işlevselliği ile çok yüksek yüzey alanları gösterebilirler ve bir dizi konuk molekül için konakçı olarak kullanılabilirler [1]. Son zamanlarda, karboksilatlar içeren geleneksel MOF'ların aksine, metal bağlayıcı birimler olarak fosfonik asitleri kullanan yeni MOF ailesi ortaya çıkmıştır. Fosfonik asitler son derece zengin metal bağlayıcı düğümlere sahiptirler [2]. Düzlemsel ve delokalize 18 π-elektronuna sahip sabit iskelet yapılı olan porfirinler, mezo konumlarına uygun grupların sübstitüe edilmesiyle, gözenekli malzemelerin sentezinde köprü ligandı olarak kullanılmaktadırlar [3]. Bu çalışmada, ilk kez 1D nanotubular MOF yapısı [Co(Cu-H4TPPA)]·2DMA (H8TPPA = 5,10,15,20-tetrakis[p-phenylphosphonic acid] porphyrin) sentezlendi ve yapısı tek-kristal XRD ile aydınlatıldı.
Anahtar Kelimeler: MOF, Porfirin, Metal-fosfonatlar
*Bu çalışma 117Z383 Nolu TÜBİTAK Projesi ile desteklenmektedir.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ONE-DIMENSIONAL NANOTUBULAR METAL-ORGANIC FRAMEWORK CONSTRUCTED FROM 5,10,15,20-TETRAKIS-[P-PHENYLPHOSPHONIC ACID] LIGAND

Abstract
Metal-organic frameworks (MOFs) are functional porous structures formed by the binding of metal ions to organic building block with strong coordination bonds. Factors such as pH, temperature, coordination environment of metal atom, M / L stoichiometry play an important role in the formation of MOF. They can exhibit very high surface areas and can be used as hosts for a number of guest molecules with their adjustable pore size and functionality [1]. Recently, unlike traditional MOFs containing carboxylates, a new MOF family has emerged that uses phosphonic acids as metal binding units. Phosphonic acids have extremely rich metal binding nodes [2]. Porphyrins with a planar and rigid skeleton structure containing delocalized 18 π-electron are used as organic bridging ligands in the synthesis of porous materials by substituting groups suitable for meso positions [3]. In this study, the first 1D nanotubular MOF structure [Co(Cu-H4TPPA)]·2DMA (H8TPPA = 5,10,15,20-tetrakis [p-phenylphosphonic acid] porphyrin) was synthesized and its structure was characterized with single-crystal X-ray diffraction.
Keywords: MOF, Porphyrin, Metal-phosphonates

METAL-ORGANİK KAFES YAPILARDA ORGANİK BAĞLAYICI LİGAND OLARAK FOSFONİK ASİT GRUPLARI İÇEREN TRANS-A2B2 PORFİRİN BİLEŞİĞİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Sergen Yılmaz
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
sergen.yilmaz@gtu.edu.tr

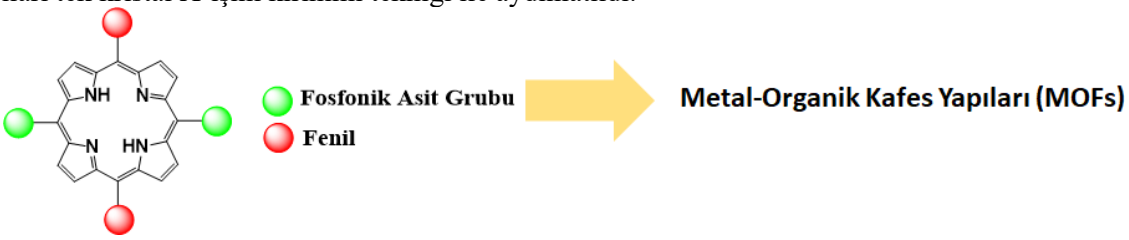
Ceyda Bayraktar
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
ceydabayraktar@gtu.edu.tr

Yunus Zorlu
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
yzorlu@gtu.edu.tr

Mehmet Menaf Ayhan
Gebze Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Kimya
menafayhan@gtu.edu.tr

Gündoğ Yücesan
Berlin Teknik Üniversitesi Gıda Teknolojisi ve Gıda Kimyası Entitüsü Gıda Kimyası ve Toksikolojisi
yuecesan@tu-berlin.de

Özet
Porfirinler yeni supramoleküler yapıların ve koordinasyon polimerlerinin tasarımı için ilginç yapı birimleridir. Bunun nedeni, porfirin makrohalkasının sert bir kare düzlemsel yapı bloğu sağlaması ve β-pirolik veya mezo pozisyonlarında çeşitli koordinasyon gruplarının sokulmasının genellikle kristal fazında çeşitli koordinasyon ağlarının oluşturulmasına yardımcı olmasıdır [1]. Porfirinler, yapısal olarak sabit yapılı olması, kontrollü bir şekilde ayarlanabilir çevresel sübstitüentleri ve büyük fiziksel boyutları nedeniyle metal-organik kafesler (MOF) oluşturmak için yapı taşları olarak kullanılabilirler. Bu gözenekli malzeme ailesi, çeşitli disiplinlerde araştırma fırsatları sunmaktadır. Porfirinik MOF'lar gaz emme ve seçici kataliz dahil olmak üzere çeşitli uygulamalar için kullanılabilir [2]. Çeşitli porfirin yapıları arasında trans-A2B2 porfirinler (Şema-1), iyi tanımlanmış bir doğrusal yapıya sahip porfirin bazlı platformlar oluşturabilmeleri bakımından benzersizdirler [3]. Bu çalışmada, MOF yapılarda kullanılmak üzere tetraizopropil((10,20-difenilporfirin-5,15-diyl)-bis-(4,1-fenilen))bis(fosfonik asit): trans-A2B2 porfirin bileşiği sentezlenmiş ve yapıları çeşitli spektroskopik metotlarla aydınlatılmıştır. Ayrıca trans-A2B2 tipindeki porfirin bileşiğinin hem fosfonat esterli türevi hemde asitli türevlerinin de yapıları tek kristal X-ışını kırınımı tekniği ile aydınlatıldı.



Şema 1. *trans*-A_2B_2 porfirinler'in temsili gösterimi.

Anahtar Kelimeler: Trans A2B2 porfirin, MOF, Metal Fosfonatlar
* Bu çalışma 117Z383 Nolu TÜBİTAK Projesi ile desteklenmektedir.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF TRANS-A2B2 PORPHYRIN COMPOUND CONTAINING PHOSPHONIC ACID GROUPS AS ORGANIC BUILDING BLOCK IN METAL-ORGANIC FRAMEWORKS

Abstract

Porphyrins are interesting building units for the design of new supramolecular structures and coordination polymers. This is because the porphyrin macrocycles provide a rigid square planar building block and the introduction of various coordination groups at β-pyrolic or meso positions often helps to create various coordination networks in the crystal phase [1]. Porphyrins can be used as organic building blocks to create metal-organic frameworks (MOF) due to their rigid molecular structures, adjustable environmental substituents, and large physical dimensions. This family of porous materials offers research opportunities in various disciplines. Porphyrinic MOFs can be used for a variety of applications, including gas absorption and selective catalysis [2]. Among the various porphyrin structures, trans-A2B2 porphyrins (Scheme-1) are unique in that they can form porphyrin-based platforms with a well-defined linear structure [3]. In this study, tetraisopropyl((10,20-diphenylporphyrin-5,15-diyl)-bis-(4,1-phenylene))bis(phosphonic acid): trans-A2B2 porphyrin compound was synthesized and its structures were characterized by various spectroscopic methods. In addition, the structures of both the phosphonate ester derivative and the acidic derivatives of trans-A2B2 type of porphyrin compound were characterized by single crystal X-ray diffraction technique.

Keywords: Trans-A2B2 porphyrin, MOF, Metal phosphonates

YAZILIM PROJELERİNDE PROJE YÖNETİCİSİNİN EKİP YÖNETİMİ ÖZELLİKLERİNİN PROJE BAŞARISINA ETKİLERİ

Meltem Türkmen Küçük
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mühendislik Yönetimi
meltemturk@yahoo.com

Coşkun Özkan
Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği
cozkan@yildiz.edu.tr

Özet
Proje Yönetimi günümüzde yaygın olarak kullanılan bir yönetim çeşidi olmuştur. Hızla değişen organizasyonlarda proje yönetiminin önemi her geçen gün artmaya devam etmektedir. Proje Yönetimi kendine özgü süreçleriyle diğer yönetim süreçlerinden farklılaşır. Proje yönetim süreçlerinde proje ekibinin her bir bireyinin önemli rolü vardır. Proje başarısı için yaygın olarak Proje faaliyetleri ile süreçlerin başarıyla tamamlanmış olması dikkate alınır. Fakat yapılan çalışmalarda da görüldüğü üzere Proje Yöneticisinin projeye etkisi, liderliği, yöneticilik becerileri, yönetim şekli, kişisel özellikleri gibi niteliklerinin Projenin başarıyla tamamlanmasında rolü vardır. İşletmeler projelerinin proje yönetimi başarısını ve başarıya etki eden faktörleri proje kapanış sürecinde inceler. Bu araştırmalar sırasında Proje yönetiminde önemli rolü olan proje yöneticisinin yeterlilikleri de incelenmelidir. İzlenmesi gereken proje süreçleri başarılı bir şekilde tamamlanmasa da, Proje yöneticisinin kişisel özelliklerinin katkısı ile proje başarısı olumlu etkilenebilir. Benzer şekilde proje süreçleri başarılı bir şekilde tamamlansa da, yine Proje yöneticisinin kişisel özellikleri nedeniyle projede sorunlar çıkabilmektedir. Bu çalışmada Proje ve Proje yönetimi hakkında kavramlar açıklanmış, proje yönetiminin diğer yönetim faaliyetlerinden farkları incelenmiştir. Proje Yöneticisi ve kişisel özellikleri üzerinde durulmuş ve Proje başarısına etki eden faktörler ile Proje yöneticisinin bu faktörlere etkisi incelenmiştir. Proje Ekip Yönetimi nitelikleri ve Proje yönetimi başarısına etki eden faktörler literatür taraması yapılarak araştırılmış ve Proje yöneticisinin ekip yönetimi özellikleri ile Proje başarısı arasında ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan araştırmalardan edinilen bilgiler ışığında geliştirilen bir ölçek ve yapılacak "Yazılım Projelerinde Proje Yöneticisinin Ekip Yönetimi Özelliklerinin Proje Başarısına Etkisi" anket çalışması ve uygulama süreçleri anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Proje Yöneticisi, Proje Yönetimi, Proje Yönetimi Başarısına Etki Eden Faktörler, Ekip Yönetimi, Yazılım Proje Yönetimi

EFFECTS OF PROJECT MANAGER'S TEAM MANAGEMENT FEATURES ON PROJECT SUCCESS IN SOFTWARE PROJECTS

Abstract
Project Management has become a widely used type of management today. The importance of project management continues to increase day by day in rapidly changing organizations. Project Management differs from other management processes with its unique processes. Each member of the project team plays an important role in project management processes. For the success of the project, the successful completion of the processes and the Project activities are taken into consideration. However, as it is seen in the studies, the characteristics of the Project Manager such as the effect, leadership, management skills, management style and personal characteristics of the Project have a role in the successful completion of the Project. Businesses examine the project management success of the projects and the factors affecting the success in the project closing process. The competencies of the project manager, who has an important role in project management, should also be examined during these studies. Although the project processes to be followed are not completed successfully, the success of the project can be positively affected by the contribution of the personal characteristics of the Project manager. Similarly, although the project processes are completed successfully, problems may arise in the project again due to the personal characteristics of the Project manager. In this study, concepts about Project and Project management are explained and differences of project management

from other management activities are examined. Project Manager and his personal characteristics were emphasized and the factors affecting the success of the Project and the effect of the Project manager on these factors were examined. The Project Team Management qualities and the factors affecting the success of the Project management were investigated by searching the literature and whether there is a relationship between the Project management's team management features and the success of the Project. A scale developed in the light of the information obtained from the researches and the effect of the "Project Manager's Team Management Features on Project Success in Software Projects" survey study and implementation processes are explained.

Keywords: Project Manager, Project Management, Factors Affecting Project Management Success, Team Management, Software Project Management

METFORMİN HCL'NİN MANYETİK ÇOK DUVARLI KARBON NANOTÜPLER İLE SULU ÇÖZELTİLERDEN UZAKLAŞTIRILMASI

Ferda Civan Çavuşoğlu
Beykent Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği
ferda.cvn@gmail.com

Şahika Sena Bayazit
Beykent Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği
sahikasena@gmail.com

Özet
Nehirlerde ve yeraltı sularında tespit edilebilen tıbbi ilaçlar ve kozmetikler gibi kirleticiler, normal hormon seviyesini değiştirebildiğinden insanlar için büyük risk oluşturmaktadır. Metformin (N,N-dimetilimidodikarbonimidik diamid) hidroklorür (MF) dünya çapında en çok reçete edilen anti-diyabetik ilaçlardan biridir. Uygulamadan sonra tamamen metabolize olmayan MF'nin % 52'si ürinle atılmaktadır. Bu nedenle, MF içeren farmasötik atık su oluşumu artmakta ve antropojenik kirleticiler olarak içme suyu kaynaklarına girerek birikmektedirler. MF'yi uzaklaştırabilen atık su arıtma işlemleri; biyolojik arıtma, ileri oksidasyon ve adsorpsiyon gibi yöntemleri içermektedir. Bunlar arasında, adsorpsiyon sürecinin, çok sayıda kirletici maddenin giderilebilmesi veya işlenmesi için en etkili çözüm olduğu kanıtlanmıştır. Adsorpsiyon işlemlerinde, adsorban olarak kullanılan modifiye edilmiş manyetik malzemeler, iki çalışma fazının birbirinden ayrılmasını sağlayabildiğinden dolayı kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Çok duvarlı karbon nanotüpler gibi karbon bazlı malzemeler adsorpsiyon işlemleri için geniş yüzey alanına ve büyük gözenek hacmine sahiptir. Bu çalışmada; karbon bazlı karbon nanotüpe (MWCNTP) manyetik özellik kazandırılmış ve sularda bulunabilecek Metformin HCl gibi zararlı ilaç atıklarının gideriminde kullanımı incelenmiştir. MWCNTP adsorban olarak kullanılarak; adsorban miktarı, adsorpsiyon süresi, başlangıç kirletici (ilaç çözeltisi) konsantrasyonu, adsorpsiyon sıcaklığı, adsorbat çözeltisinin pH değeri ve NaCl konsantrasyonu gibi faktörlerin adsorpsiyon sürecine olan etkileri incelenmiştir. MWCNP ile Metformin adsorpsiyon sisteminin mekanizmasını açıklayabilmek için, üç farklı sıcaklıkta (298, 308 and 318 K) gerçekleştirilen adsorpsiyon denemelerinin sonuçları kullanılarak denge izoterm eşitlikleri türetilmiştir. Langmuir ve Freundlich izoterm modelleri kullanılmıştır. Adsorpsiyon süreciyle en uyumlu modelin R2 ≥0,96 değerleri veren Langmuir izoterm modeli olduğu görülmüştür. Yapılan adsorpsiyon denemelerinde maksimum adsorpsiyon kapasitesi (qm) 318 K'de 26,17 mg/g olarak hesaplanmıştır. Son aşama olarak da adsorpsiyon sistemlerinin kinetik mekanizmaları kinetik modeller kullanılarak incelenmiştir. Adsorpsiyon kinetiği verilerinin pseudo ikinci mertebe (yalancı ikinci derece) kinetik model ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, manyetik nanopartiküller, karbon nanotüp, metformin HCl, su kirliliği.

REMOVAL OF METFORMIN HCL FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY MAGNETIC MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES

Abstract
Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), such as medical drugs and cosmetics that can be detected in rivers and groundwater. As they can change the level of normal hormones, they pose a great risk to people. Metformin (N,N-dimethylimidodicarbonimidic diamide) hydrochloride (MF) is one of the most prescribed anti-diabetic drug in worldwide. It is not completely metabolized after administration where 52% is excreted in urine. For that reason, it highly contributes in generating pharmaceutical wastewater containing MF. Wastewater treatment processes which are capable of removing MF include: biological treatment, advanced oxidation and adsorption. Among them, adsorption process has proven to be the most effective solution to remediate or treat plenty of polluting substances. Magnetically modified materials are very effective adsorbents as this kind of materials can facilitate the separation of two operation phases from each other. Carbon-based materials such as multi

walled carbon nanotubes have large surface areas and high porous structures for adsorption processes. In this work, magnetic multiwalled carbon nanotubes (MMWCNTs) used for the removal of MF contaminant from aqueous solutions. Using MMWCNT adsorbent, the effects of adsorbent amount, contact time, initial contaminant (MF) concentrations, adsorption temperature, NaCl concentration and pH value of adsorbate solution on the adsorption process were investigated. In order to explain the mechanism of MF adsorption systems with MMWCNT adsorbent, equilibrium isotherm equations were derived by using the results of adsorption experiments at three different temperatures (298, 308 and 318 K). Langmuir and Freundlich isotherm models were investigated. The results showed that; Langmuir isotherm model which gives R2 ≥0,96 values is the most compatible model with adsorption process. In adsorption experiments, the maximum adsorption capacity (qm) was calculated 26,17 mg/g at 318 K. At the last stage, the kinetic mechanisms of adsorption systems have been investigated using kinetic models. Adsorption kinetics data were found to be compatible with the pseudo second order kinetic model.

Keywords: Adsorption, magnetic nanoparticles, magnetic multi-walled carbon nanotubes (MMWCNTs), metformin HCl, water pollution.

METOTREKSAT İLE OLUŞTURULAN KARACİĞER HASARINDA MOMORDICA CHARANTIA EXTRAKTININ KORUYUCU ETKİSİ

Dilek Ozbeyli
Marmara Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yükekokulu Patoloji Laboratuvar Teknikleri Programı
dilekozbeyli@yahoo.com

Özet
Metotreksat (MTX), maligniteler ve romatizmal bozukluklarda yaygın olarak kullanılan bir kimyasaldır. MTX kullanımı oksidatif stres ve hepatotoksisiteye neden olabilir. Momordica charantia'nın (MC) antioksidan, hepatoprotektif ve antienflamatuar etkileri bilinmektedir. Çalışma, sıçanlarda metotreksat kaynaklı karaciğer hasarında MC sulu ekstraktının etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Gereç-Yöntem: Marmara Üniversitesi'nden etik onay alındıktan sonra sıçanlar (n=24), taşıyıcı kontrol (K), MTX ve MTX+MC ekstrakt (MC) grupları olarak 3 gruba randomize edildi. Karaciğer toksisitesi 1. günde tek bir MTX dozu (20 mg/kg/ip) ile indüklendi. Kontrol ve MTX grubuna 5 gün boyunca oral gavaj yoluyla damıtılmış su verilirken, MTX+MC grubuna 5 gün boyunca günde bir kez 300 mg/kg/po MC ekstresi (Immu-Nat, Türkiye) verildi. Hayvanlara 6. günde ötenazi uygulandı. İnflamatuar parametreler TNF-α düzeyleri ölçülerek değerlendirilirken, kaspaz 3 aktivitesi ile apoptoz değerlendirildi. Oksidatif durumun değerlendirmesi için süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi ölçüldü. Ek olarak, oksidatif DNA hasarı 8-hidroksi-2'-deoksi-guanozin (8-OHdG) seviye ölçümü ile analiz edilirken, transforme edici büyüme faktörü-P (TGF) düzeyi fibrotik aktivitenin bir göstergesi olarak ölçüldü. Sonuç: MTX grubunda 8-OHdG düzeyleri, Caspase-3 aktivitesi, TNF-a, ve TGF-β düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı olarak arttı (sırasıyla $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.001$, $p<0.05$)) bu değerler MC tedavisiyle anlamlı olarak azaldı (sırasıyla $p<0.05$, $p<0.05$, $p<0.05$, $p<0.01$). SOD aktivitesi MTX grubunda kontrol grubuna göre azaldı ($p<0.001$). Bu değer MC tedavisi yapılan MTX + MC grubunda MTX grubuna göre artmıştır ($p<0.01$). Sonuç: Tüm bu biyokimyasal sonuçlar Momordica charantia ekstraktının karaciğer dokusunda metotreksat ile oluşan hasarı; antioksidan enzim SOD'u artırarak, oksidatif DNA hasarını, inflamatuar aracı TNF-α'yı ve apoptozda rol alan pro-apoptotik enzim Caspase-3'ü azaltarak hafiflettiğini göstermektedir. Ayrıca, hepatik TGF-β içeriği ile değerlendirilen fibrotik aktivitede MTX ile gözlenen artış Momordica Charantia tedavisi ile belirgin şekilde azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Momordica charantia, Metotreksat, Oksidatif DNA hasarı, Hepatik Fibroz, Apoptoz, İnflamasyon

PROTECTIVE EFFECTS OF MOMORDICA CHARANTIA EXTRACT IN METHOTREXATE INDUCED LIVER DAMAGE

Abstract
Methotrexate (MTX) widely uses for malignancies and rheumatic disorder. However, MTX may cause oxidative stress and hepatotoxicity. The antioxidant, hepatoprotective and anti-inflammatory effects of Momordica charantia (MC) are known. The study aims to investigate the effect of MC aqueous extract in methotrexate-induced liver damage in rats. Material-Methods: After ethical approval from Marmara University, the rats were randomized into 3 groups (n=24) as vehicle control (C), MTX and MTX+MC extract (MC) groups. Liver toxicity was induced on day 1th with a single dose of MTX (20 mg/kg/ip). Distilled water was administered to the control and MTX group for 5 days by oral gavage, while the MTX+MC group was received MC extract (Immu-Nat, Turkey) at a dose of 300 mg/kg/po, once daily for 5 days. Animals were euthanised on the 6th day. Inflammatory parameters were evaluated by measuring TNF-α while apoptosis via caspase 3 levels was measured. Superoxide dismutase (SOD) activity was measured for oxidative status evaluation. Also, 8-hydroxy-2'-deoxy-guanosine (8-OHdG) levels were analysed for DNA damage while transforming growth factor-β (TGF-β) was measured as an indicator of fibrotic activity. Result: 8-OHdG levels, Caspase-3 activity, TNF-α and TGF-β levels were significantly increased in the MTX group compared to the control group ($p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.001$, $p<0.05$, respectively) while these values, significantly decreased with the MC treatment

($p<0.05$, $p<0.05$, $p<0.05$, $p<0.01$, respectively). The SOD activity decreased in the MTX group compared with the control group ($p<0.001$). This value increased with MC treatment in the MTX MC group compared to the MTX group ($p<0.01$). Conclusion: All these biochemical results show that the Momordica charantia extract alleviated methotrexate-induced liver damage, by increasing SOD antioxidant enzyme and decreasing oxidative DNA damage, pro-inflammatory cytokine TNF-a and pro-apoptotic enzyme caspase-3. Besides, the increase in fibrotic activity assessed by the hepatic TGF-y content was reduced with Momordica charantia treatment.

Keywords: Momordica charantia, Methotrexate, Oxidative DNA damage, Hepatic Fibrosis, Apoptosis, İnflammation

YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARINDA ÖĞRENCİ BAŞARISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ANALİTİK AĞ SÜRECİ (AAS) İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yıldız ŞAHİN
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr

Ezel ÖZKAN
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği
ozkanezel92@gmail.com

S. SELAY KASAP
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği
selaykasap@gmail.com

Berfu FIRTINA
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği
berfu.firtina@gmail.com

Özet
Eğitim, binlerce yıldır insanlığı medeniyete taşımadaki ışık, aynı zamanda toplumların görünmez silahı olmuştur. Eğitim insanlığın var oluşundan bu yana yaşayan, insanoğlu ile büyüyen ve gelişen bir süreçtir. Eğitim- öğretim faaliyetleri söz konusu olduğunda üzerinde en fazla durulan konu öğrenci başarısıdır. Öğrencilerin aynı öğretim kurumunda birbirine benzer dersleri aynı yöntemlerle almalarına rağmen dönem sonu ya da yılsonunda birbirinden çok farklı akademik başarı sergilemeleri eğitimcilerin en çok üzerinde durduğu ve araştırdığı konuların başında gelmektedir. Bu çalışmanın amacı yükseköğretim kurumlarında öğrenim gören öğrencilerin başarılarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkilerinin tespit edilebilmesidir. Karar problemi üzerinde etkili olan ana faktörler ve bu ana faktörleri tanımlayan alt faktörler hem literatür incelemesi hem de alanında uzman akademisyen ve eğitimcilerden oluşan kişilerin görüşleri alınarak tespit edilmiştir. Öğrenci başarısını etkileyen faktörler genel olarak 6 gruba ayrılmış olup bu grupların başarı üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında verilerin elde edilmesi amacıyla bir anket hazırlanmış ve çoğunluğu Kocaeli Üniversitesi'nden olmak üzere toplamda 233 üniversite öğrencisine uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yükseköğretim, Öğrenci Başarısı, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Ağ Süreci.

EVALUATION OF FACTORS AFFECTING STUDENT SUCCESS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS BY ANALYTICAL NETWORK PROCESS (ANP)

Abstract
Education has been the light for carrying humanity to civilization for thousands of years. And at the same time education is the invisible weapon of societies. Education is a process that has been living since the existence of humanity, growing and developing with humanity. When it comes to educational activities, the most emphasized subject is student success. Despite the fact that students take similar courses in the same educational institution with the same methods, the fact that the students exhibit very different academic success at the end of the semester or at the end of the year is one of the most emphasized and researched topics. The aim of this study is to determine the factors that affect the success of students studying in higher education institutions and to investigate the effects of these factors on students' academic success. The main factors affecting the decision problem and the sub-factors defining these main factors were determined by taking both the literature review and the opinions of academicians and educators who are experts in their fields. Factors affecting student success has been in general divided into 6 groups and their effects on success were evaluated. A questionnaire was prepared to obtain data within the scope of the study and it was applied to 233 university students in total, mostly from Kocaeli University.

Keywords: Higher Education, Student Success, Multi Criteria Decision Making, Analytical Network Process.

İNSAN PANTREATİK KARSİNOM HÜCRELERİ (PANC-1) ÜZERİNDE GEMSİTABİN VE POLİDATİNİN SİTOTOKSİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Ayşenur Bozoğluer
Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
aysebozer94@gmail.com

Birsen Aydın Kılıç
Amasya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
birsenki@gmail.com

Ceren Başkan
Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Mikrobiyoloji
ceren.yavuz@amasya.edu.tr

Zülal Atlı Şekeroğlu
Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik
zulalatli@hotmail.com

Vedat Şekeroğlu
Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik
sekeroglu@odu.edu.tr

Özet
Pankreas kanserleri, dünyada erken tanı zorluğu, hızlı metastaz kabiliyeti ve kemoterapiye direnç göstermesi nedeni ile kanserden kaynaklanan ölümlerde 4. sırada yer almaktadır. Kanser hücreleri tarafından kemoterapi ilaçlarına karşı gösterilen direnç, tedavi başarısızlığının en önemli nedenidir. Bu çalışmada amacımız polidatin (3,4,5-trihidroksistilben-3-b-D-mono-D-glukozit)'in pankreas kanser hücrelerinde (PANC-1) kemoteropötik bir ilaç olan gemsitabinin sitotoksik etkisinin artırıp artırmayacağını belirlemektir. Bu amaçla PANC-1 hücreleri, karbondioksitli inkübatörde 37 °C'de 24, 48 ve 72 saat süreyle %10 fetal sığır serumu, 0.15 mM sodyum bikarbonat ve %1 penisilin / streptomisin içeren DMEM ortamında büyütüldü. PANC-1 hücreleri, gemstabin (5 ve 20 uM) ve polidatin (25 ve 50 uM) konsantrasyonları ile ayrı ayrı ve birlikte 24, 48 ve 72 saatliğine maruz bırakılarak sitotoksitite testi (3- (4,5 dimetil tiyazol il) -2,5 difenil-tetrazolium bromür) (MTT) yapıldı. Hücrelerin morfolojisi invert mikroskop altında gözlemlendi. MTT sonuçlarına göre en etkili sitotoksisite 72. saatte görülmüştür. Bu saatte 5 µM gemsitabin tek başına %53 sitotoksisite gösterirken 25 ve 50 µM polidatin konsantrasyonları tek başlarına %25'lik bir sitotoksisite göstermiştir. En önemlisi, 72. saatte, 5 µM gemsitabin tek başına verildiğinde %53 sitotoksisite göstermiş fakat 25 ve 50 µM polidatin ile birlikte verildiğinde, ilk defa IC50'nin üstünde (%62) sitotoksisite göstermiştir. Çalışmanın önemli bulgulardan biri daha önce sınırlı sayıda kanser hücre hattı üzerinde sitotoksik özelliği bildirilen polidatinin tek başına düşük konsantrasyonlarda bile (25 ve 50 µM) PANC-1 üzerinde belirgin sitotoksisite göstermiş olmasıdır. Dahası, polidatin pankreas kanserlerinde kullanılan bir kemoteropötik olan gemsitabin (5 µM düşük doz) birlikte verildiğinde PANC-1 hücreleri üzerinde onun sitotoksisitesini (62-53=9) %9 oranında artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polidatin, Gemsitabin, Pankreas kanser hücreleri (PANC-1), Sitotoksisite

THE DETERMINATION OF CYTOTOXIC EFFECTS OF GEMCITABINE AND POLYDATIN OVER HUMAN PANCREATIC CARCINOMA CELLS (PANC-1)

Abstract
Pancreatic cancers rank 4th in cancer-related deaths due to early diagnosis difficulty, rapid metastasis ability and resistance to chemotherapy in the world. The resistance shown by cancer cells to chemotherapy drugs is the most important cause of treatment failure. In this study, our aim is to determine whether polydatin (3,4,5-trihydroxystilben-3-b-D-mono-D-glucoside) increases the

cytotoxic effect of gemstabine, a chemotherapeutic drug in pancreatic cancer cells (PANC-1). For this purpose, PANC-1 cells were grown in a carbon dioxide incubator at 37 °C for 24, 48 and 72 hours in DMEM medium containing 10% fetal bovine serum, 0.15 mM sodium bicarbonate and 1% penicillin / streptomycin. Cytotoxicity test (3- (4,5 dimethyl thiazole province) -2,5 diphenyl-tetrazolium bromide) (MTT) was performed by exposing PANC-1 cells to gemcitabine (5 and 20 µM) and polydatin (25 and 50 µM) concentrations separately and together for 24, 48 and 72 hours. Morphology of the cells was observed under an inverted microscope. According to MTT results, the most effective cytotoxicity was seen at 72 hours. At this hour, 5 µM gemcitabine alone showed 53% cytotoxicity, while 25 and 50 µM polydatin concentrations alone showed a cytotoxicity of 25%. Most importantly, at the 72nd hour, 5 µM gemcitabine showed 53% cytotoxicity alone, but when administered with 25 and 50 µM polydatin, it showed cytotoxicity above IC50 (62%) for the first time. One of the important findings of the study is that polydatin, which has previously been reported cytotoxic on a limited number of cancer cell lines, showed significant cytotoxicity on PANC-1, even at low concentrations (25 and 50 µM). Moreover, when combined with gemstabine (low dose 5 µM), a chemotherapeutic used in pancreatic cancers, polydatin increased its cytotoxicity (62-53 = 9) by 9% on PANC-1 cells.

Keywords: Polydatin, Gemcitabine, Pancreatic cancer cells (PANC-1), Cytotoxicity

KARBAMAZEPİN VE İBUPROFENİN SULU ORTAMDAN GİDERİMİ: OPTİMİZASYON, KİNETİK, DENGE VE TERMODİNAMİK ÇALIŞMALAR

Gülsüm ÖZÇELİK
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Kimya Mühendisliği
ggulsumoozcelik@gmail.com

Selin ŞAHİN SEVGİLİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
selins@istanbul.edu.tr

Özet
Farmasötik ürünlerin artan üretimi ve tüketimi çeşitli sentetik organik bileşiklerin çevreye salınmasına neden olur. Epilepsi tedavisinde kullanılan karbamazepin ve ağrı kesici, ateş düşürücü olarak kullanılan ibuprofen ilaç etken maddeleri biyolojik arıtma sırasında önemli ölçüde uzaklaştırılmaz. Bu maddeler endokrin sistemi ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Adsorpsiyon, farmasötik maddeleri az miktarda çok çeşitli kimyasal bileşenler içeren karmaşık bir ortamdan ayırmak için kullanılan ekonomik bir yöntemdir. Karbamazepin ve ibuprofenin sulu ortamlardan giderimde adsorban olarak poliakrilik asit ester esaslı XAD-7 reçinesi kullanılmıştır. Optimum koşulları belirlemek için Design Expert (versiyon 12) programının yanıt yüzey yöntemi yaklaşımı olan Box-Behnken tasarım yöntemi kullanılmıştır. Temas süresi, sıcaklık, adsorban miktarı, pH ve iyonik kuvvetin (NaCl, NaF, Pb(C2H3O2)2) söz konusu adsorpsiyon proseslerine etkileri incelenmiştir. Adsorpsiyon mekanizmasının anlaşılması için kinetik çalışmalar (yalancı birinci derece, yalancı ikinci derece ve partikül içi difüzyon kinetik modeller) ve denge çalışmaları (Langmuir, Freundlich, Temkin ve Dubinin-Radushkevich izoterm modelleri) gerçekleştirilmiştir. Karbamazepin adsorpsiyonunda maksimum verimi (≈ %99) elde etmek için optimum adsorpsiyon koşulları (145 rpm çalkalama hızı altında 0.23 g reçine/19.89 mL çözelti); ibuprofen giderilmesinde ise maksimum verimi (≈ %90) elde etmek için optimum adsorpsiyon koşulları (150 rpm çalkalama hızı altında 0.25 g reçine/11.31 mL çözelti) olarak bulunmuştur. pH karbamazepin adsorpsiyonunda etkili bir parametre olarak gözlenmemiştir. Ancak ibuprofen adsorpsiyonunda asidik ortam kirleticinin uzaklaştırılmasını arttırmıştır. Seçilmiş olan iyonların (klor, flor ve kurşun) varlığı, her iki ilaç etken maddesinin adsorpsiyon verimlerini azaltmıştır. Termodinamik sonuçlar incelendiğinde, XAD-7 üzerine karbamazepin adsorpsiyon prosesinin kendiliğinden gerçekleştiği, ancak ibuprofen için spontane olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca hem karbamazepin hem de ibuprofen giderimi için prosesin endotermik olduğu ve katı-çözelti ara yüzeyindeki ranstlantısallığın arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İlaç etken maddesi, atıksu, makro gözenekli reçine, optimizasyon, Box-Behnken tasarımı, iyonik kuvvet

REMOVAL OF CARBAMAZEPINE AND IBUPROFEN FROM AQUEOUS MEDIA: OPTIMIZATION, KINETIC, EQUILIBRIUM AND THERMODYNAMIC STUDIES

Abstract
The increased production and consumption of pharmaceutical products cause the release of various synthetic organic compounds into the environment. Carbamazepine used in the treatment of epilepsy, and ibuprofen used as antipyretics and painkillers, are not significantly removed during biological treatment. These substances affect both the endocrine system and the environment negatively. Adsorption is an economical method used to separate pharmaceutical active substances from a complex environment with a small amount of a wide variety of chemical components. Polyacrylic acid ester-based XAD-7 resin was used as adsorbent for the removal of carbamazepine and ibuprofen from aqueous media. Box-Behnken design of the response surface approach was used to determine the optimum conditions through of Design Expert software (version 12). Effects of contact time, temperature, adsorbent amount, pH and ionic strength (NaCl, NaF, Pb(C2H3O2)2) on the related adsorption processes were investigated. Kinetic studies (pseudo-first order, pseudo-second order and intraparticle diffusion kinetic models) and equilibrium studies (Langmuir, Freundlich, Temkin and

Dubinin-Radushkevich isotherm models) were performed to understand the mechanism of adsorption. Optimum adsorption conditions (0.23 g resin/19.89 mL solution under 145 rpm shaking speed) to achieve maximum efficiency (≈99% removal) in carbamazepine adsorption; removal of ibuprofen, the optimum adsorption conditions (0.25 g resin/11.31 mL solution under 150 rpm shaking speed) were found to obtain maximum efficiency (≈90% removal). pH was not effective on carbamazepine adsorption, but the acidic medium in ibuprofen adsorption increased the removal. Occurance of the selected ions (fluorine, chlorine and lead) reduced the adsorption of both pharmaceutical active ingredients. Depending on the thermodynamic findings, carbamazepine adsorption process on XAD-7 was found to occure spontaneously, but it was not spontaneous for ibuprofen. On the other hand, the processes were endothermic for both carbamazepine and ibuprofen removals, and randomness at the solid-solution interface increased.

Keywords: Pharmaceutical active ingredient, wastewater, macroporous resin, optimization, Box-Behnken design, ionic strength

KİMYA ARAŞTIRMA LABORATUARLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ

Ömer GÜNGÖR
Kocaeli Üniversitesi Hereke Asım Kocabıyık MYO Kimya ve Kimyasal İşleme Teknikleri
omer.gungor@kocaeli.edu.tr

Özet
Akademik kimya laboratuarı, iş sağlığı uzmanlarına benzersiz zorluklar sağlayan bir ortam olarak tanımlanmıştır. Kimya araştırma laboratuarları iş sağlığı ve güvenliği açısından, olası maruziyetlerin niteliğini, kişisel koruyucu ekipmanların kullanım seviyesini, güvenlik ekipmanlarının sağlanmasını, hijyenik uygulamaların seviyesini ve genel kabul görmüş sağlık ve güvenlik önlemlerine uyumu belirlemek için araştırılmıştır. Sık karşılaşılan problemler arasında göz yıkama duşlarının olmaması, kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanılmaması, laboratuarlarda yiyecek ve içecek yutulması ve havalandırma sistemi performansının belgelendirilmemesi vardır. Ayrıca, kimya laboratuarları için sistem çapında programın planlama, eğitim ve izleme ile ilgili değişikliklere ihtiyacı duyulmaktadır. Akademik kimya laboratuarı mesleki risk veya uyum düzeyi açısından genel sanayiye eşdeğer olmasa da, tehlikeleri azaltmak için genel iş sağlığı prensipleri uygulanabilir. Bu çalışmada iki devlet üniversitesinin kimya araştırma laboratuarlarının iş güvenliği açısından (Kimyasal riskler, depolama, KKD, tasarım, ekipmanlar) incelenerek görüş ve önerileri içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasallar, İş sağlığı ve Güvenliği, Meslek Hastalıkları, Araştırma laboratuvarları.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MEASURES IN CHEMISTRY RESEARCH LABORATORIES

Abstract
The academic chemistry lab has been identified as an environment that provides unique challenges for occupational health professionals. In terms of occupational health and safety, chemistry research laboratories have been researched to determine the nature of possible exposures, the level of use of personal protective equipment, the provision of safety equipment, the level of hygienic practices and compliance with generally accepted health and safety measures. Common problems include the absence of eye wash showers, personal protective equipment (PPE), ingestion of food and drink in laboratories and not documenting the performance of the ventilation system. In addition, system-wide program planning, training and monitoring changes are needed for chemical laboratories. Although the academic chemistry lab is not equivalent to the general industry in terms of occupational risk or compliance level, general occupational health principles can be applied to reduce hazards. This study includes opinions and suggestions by examining the chemical safety laboratories of two state universities in terms of occupational safety (Chemical risks, storage, design, equipment).

Keywords: Chemicals, Occupational Health and Safety, Occupational Diseases, Research laboratories.

BİR KOJİK ASİT TÜREVİ "KOJİLMETİL DİKLOROBENZİL PİPERAZİN"İN ÇEŞİTLİ KANSER HÜCRE HATLARI ÜZERİNDEKİ SİTOTOKSİK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Merve YAVUZ
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji
merveyavuz13.my@gmail.com

Gülşah KARAKAYA
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Kimya
gulsah.karakaya@ikcu.edu.tr

Mutlu AYTEMİR
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Kimya
mutlu.aytemir@ikcu.edu.tr

Canan Sevimli GÜR
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
cansevimli@yahoo.com

Özet
Kojik asit, cilt pigmentasyonunu azaltarak depigmentasyonu sağlama etkisiyle bir cilt beyazlatıcı, cilt açıcı veya koruyucu olarak birçok kozmetik ürün formülasyonunda yer alan bir mantar metabolitidir. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalarda kojik asit ve türevlerinin antikanserojen etkiye de sahip olduğu saptanmıştır. Ancak yine de kojik asit ve türevlerinin etki mekanizmaları kesin olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada, bir kojik asit türevi olan ve kojik asit, piperazin ve formaldehitten hareketle sentezlenen patentli MG84 molekülünün (IUPAC ismi: 2-((4-(3,4-Diklorobenzil)piperazin-1-il)metil)-3-hidroksi-6-(hidroksimetil)-4H-piran-4-on; INCI ismi: Kojilmetil Diklorobenzil Piperazin; CAS numarası: 2056101-70-1) (Patent numaraları: (TR2015 07653 B; WO 2016/209180 Al; US 9,975,884 B2; EP 16 732 363.3) doza bağlı olarak farklı kanser hücre hatları üzerindeki anti-kanserojenik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda MG84'ün, DMSO içinde 200 µg/ml ile 0,78 µg/ml aralığında 1/2 dilüsyonlar biçimde 9 farklı konsantrasyonu hazırlandı. Sitotoksik aktivitesi 4 farklı tümör hücre hattı (A-549 (İnsan akciğer karsinomu), SK-MEL (İnsan melanoma karsinomu), HT 29 (insan kolorektal adenokarsinomu), SK-BR 3 (İnsan meme adenokarsinomu), ve tek tür sağlıklı hücre hattında (Vero (Afrika yeşil maymunu böbrek epiteli)) belirlendi. Hücre hatları üzerinde doza bağlı olarak MTT testi ile sitotoksik aktivite analiz edildi. MG84 molekülü ile yapılan sitotoksisite çalışmaları sonunda, en hassas kanserojenik hücre hattı 2,245 µg/mL lik IC50 değeri ile SK-MEL olarak belirlenirken, sağlıklı hücre hattındaki (Vero) IC50 değeri 12,214 µg/mL olarak bulunmuştur. MG84 molekülünün SK-MEL hücre hattına karşı antikanserojenik aktivitesinin sağlıklı hücre hattı Vero ile karşılaştırıldığında 5,5 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Günümüzde, kanser hücresi ile sağlıklı hücreleri birbirinden ayırt ederek, kanser hücrelerini hedef alan antikanserojenik ajanların yetersizliği kanser tedavisinde güncel bir sorun olmaya devam etmektedir. Çalışmamızın sonucu, MG84 molekülünün bu sorunu çözmek için etkili bir ajan olabileceğini kanıtlar niteliktedir. Ayrıca bu molekülün özellikle cilt kanserine karşı iyi bir ilaç adayı olabileceği yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Bununla birlikte, teröpatik indeksinin yükseltilmesi için ek çalışmalar ile ileriki dönem Faz çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Kojik asit, Antikanserojenik ajanlar, Kojilmetil Diklorobenzil Piperazin, Mannich bazları, MTT, Antikanser Aktivite, A549, SK-MEL, SK-BR 3, HT 29, Vero

INVESTIGATION OF THE CYTOTOXIC EFFECT OF A KOJIC ACID DERIVATIVE "KOJYLMETHYL DICHLOROBENZYL PIPERAZINE" ON VARIOUS CANCER CELL LINES

Abstract

Kojic acid is a fungal metabolite that is present in many cosmetic product formulations as a skin whitener, skin lightener or preservative, with the effect of reducing skin pigmentation and providing depigmentation. In addition, studies have shown that kojic acid and its derivatives have also anticarcinogenic effect. However, the mechanisms of action are not exactly known. In this study, it was aimed to determine the anti-carcinogenic effects of patented compound MG84 molecule (IUPAC name: 2-[[4-[(3,4-dichlorophenyl)methyl]-1-piperazinyl]methyl]-3-hydroxy-6-(hydroxymethyl)-4H-pyrane-4-one; INCI name: Kojylmethyl Dichlorobenzyl Piperazine; CAS number: 2056101-70-1), (Patent numbers: (TR2015 07653 B; WO 2016/209180 Al; US 9,975,884 B2; EP 16 732 363.3) , which is a kojic acid derivative synthesized from the kojic acid, piperazine and formaldehyde, on different cancer cell lines. Accordingly, 9 different concentrations of MG84 in DMSO in the range of 200 µg/mL to 0.78 µg/mL were prepared in 1/2 dilutions. Cytotoxic activity was detected on 4 different types of tumor cell line (A-549 (Human lung carcinoma), SK-MEL (Human melanoma carcinoma), HT 29 (human colorectal adenocarcinoma), SK-BR 3 (Human breast adenocarcinoma)) and one type healthy cell line (Vero (African green monkey kidney epithelium)). Cytotoxic activity was analyzed on the cell lines by dose-dependent MTT test. As a result of cytotoxicity studies conducted with the MG84 molecule, the most sensitive carcinogenic cell line was determined as SK-MEL with an IC50 value of 2,245 µg/mL, while the IC50 value in the healthy cell line (Vero) was 12,214 µg/ mL. It was determined that the anti-carcinogenic activity of the MG84 molecule against the SK-MEL cell line was 5.5 times higher than that of the healthy cell line Vero. Today, the insufficiency of anticancergenic agents that target cancer cells, by distinguishing between cancer cells and healthy cells, remains a current problem in cancer treatment. The results of our study, proves that the MG84 molecule may be an effective agent to solve this problem. Also, according to the current studies it is shown that this molecule is a a good drug candidate especially against skin cancer. However, additional studies and further Phase trials are needed to increase the therapeutic index.

Keywords: Kojic Acid, Anticancergenic Agents, Kojylmethyl Dichlorobenzyl Piperazine, Mannich Bases, MTT, Anticancer Activity, A549, SK-MEL, SK-BR 3, HT 29, Vero

YÜZEY AKTİF EMÜLSİYON MİKROEKSTRAKSİYON METODU İLE SU NUMUNELERİNDE KROM (VI)'NIN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE ALEVLİ ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROFOTOMETRESİ İLE TAYİNİ

Zekeriyya Bahadır
Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
zekeriyyabahadir@gmail.com

Özet
Sulu sistemlerde toksik metallerin varlığı, insan sağlığı ve çevredeki diğer organizmalar üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle bir sorun haline gelmiştir. Özellikle krom, genellikle kaplama, tabaklama ve paslanmaz çelik gibi bazı endüstriyel kullanımlar sonucu olarak çevre için önemli bir kirleticidir [1]. Cr (III), canlı organizmalar için gerekli bir iyondur. Aksine, suda çözünür Cr (VI) türleri, yüksek oksidasyon potansiyeli nedeniyle insan dokuları için oldukça toksiktir. Sonuç olarak, krom türlerinin belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada, hekzavalent kromun tayini için katyonik sürfaktant olarak setiltrimetilamonyum bromür (CTAB) mikroektraksiyon yönteminde kullanılmıştır. Deneysel şartlar için iki farklı prosedür izlemiştir, i) CTAB suda çözünmüş, ii) CTAB kloroformda çözünmüştür. Deneysel koşullar, Cr (VI) 'nın en yüksek geri kazanımını elde etmek için optimize edilmiştir. Ekstraksiyon çözücüsü kloroform kullanılmış, CTAB miktarı ve çözeltinin pH değerinin, krom miktarının belirlenmesi üzerinde olan etkileri incelenmiştir. Zenginleştirme fazındaki krom (VI) içeriği alevli atomik absorbsiyon spektrofotometre (FAAS) ile tayin edilmiştir. Metot için kalibrasyon aralığı 25-600 µ L-1, zenginleştirme faktörü 28, tayin sınırı ise 22 µ L-1 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Setiltrimetilamonyum bromür, FAAS, hekzavalent krom

SURFACTANT MICROEXTRACTION PROCEDURE FOR PRECONCENTRATION CHROMIUM(VI) IN WATER SAMPLES BY FLAME ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY

Abstract
The presence of toxic metals in aqueous systems has become a problem due to their harmful effects on human health and other organisms in the environment. Especially, Chromium is a major pollutant for environment, usually as a result of some industrial such as plating, tanning and stainless steel [1]. Cr(III) forms of chromium is one of the essential elements for the proper functioning of living organisms. On the contrary, water soluble Cr(VI) species are highly toxic for human tissues due to its high oxidation potential. Consequently, the determination chromium species is a great of concern. In this work, the cationic surfactant cetyltrimetylammonium bromide (CTAB) was used in the microextraction method for the determination of hexavalent chromium. Two procedure has followed, i) CTAB dissolved in water, ii) CTAB dissolved in chloroform. Some experimental conditions are optimized for obtain highest recovery of Cr(VI). Chloroform was used an extraction solvent, amount of CTAB and effect of pH of solution has worked on the quantification of chromium. Following the method, hexavalent chromium content in the enrichment phase was determined by flame atomic spectrophotometer (FAAS). The calibration range for the method was 25-600 µ L-1, the enrichment factor was 28, and the detection limit was 22 µ L-1.

Keywords: Cetyltrimetylammonium bromide, FAAS, hexavalent chromium

POPULUS NİGRA L. (KAVAK)'DAN SELÜLOZ MİKROFİBER ÜRETİMİ VE ENDÜSTRİYEL BİR ÜRÜNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Abdulsalam REDHWAN
Aksaray Üniversitesi ÜniversiteFen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji
abdulsalamredhwan@gmail.com

Mehtap TEKŞEN
Aksaray Üniversitesi ÜniversiteFen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
m_teksen@yahoo.com

Murat KAYA
Aksaray Üniversitesi ÜniversiteFen Edebiyat Fakültesi Biyoteknoloji ve Moleküler Biyoloji Bölümü
muratkaya3806@gmail.com

Özet
Türkiye, Avrupa ve Orta doğu Ülkelerine göre bitki çeşitliği bakımından zengin ülkelerden biridir. Kavak (Populus nigra L.) Söğütgiller ailesinde yer alan odunsu bir bitkidir. Türkiye'nin hemen hemen her yerinde yetiştirilmektedir. Mobilyacılık, kağıt sanayi, ambalaj, kibrit gibi farklı ürünlerin yapımında ve üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kavak ağacının tohum fiberleri (Pamukçukları) halk arasında astım, alerjik gibi bazı hastalıkları neden olduğunu düşünülmektedir. Ve bu fiberlerin Polenleri taşıdığını söylenmektedir. Fakat ağacın fiberleri sadece havadaki bulunan polenleri toplayıp taşımaktadır, tohumları hiçbir zaman alerjik veya başka rahatsızlığa neden olmamaktadır. Bu nedenle atık olarak toplanıp yakılmaktadır. Bu da ortama yüksek oranda karbon dioksit oluşmasına ve salınımına neden olmaktadır. Aynı zamanda türün ortadan kayıp olması neden olmaktadır. Bu nedenle mevcut çalışmada toplanan fiberlerin yakılmasından ziyade biyotekonolojik bir önem kazandırmak amacı ile mikro lif olarak değerlendirilebilirliği araştırılmıştır. Fiberler toplanıp Alkolle yıkandıktan sonra, yüzey morfolojisi, Hidrofobisitesi, Termal kararlılığı içeriği ve Kristal yapısı (Işık Mikroskobu, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), Termogravimetrik (TGA) ve X-Işını Difraksiyonu (XRD)) Kullanarak ortaya konmuştur. Bu malzemenin çalışmanın sonucunda kavak ağacı çekirdek liflerinin endüstriyel bir ürün olabileceği net bir şekilde ortaya koyulmuştur. Sektörde henüz herhangi bir uygulaması olmadığı için her yıl tonlarca populus elyafı doğada çürümektedir. Bu soruna bir çözümü olarak sunulabilir ve doğal kaynaklarımızı verimli kullanmamıza yardımcı olabilir. Fiberlerin fizikokimyasal özellikleri ve yüksek seviyede yağ emme karakterizasyonu değerlendirip bir ürüne dönüştürülecektir.

Anahtar Kelimeler: Populus nigra L., Kavak, Mikrofiber, Karakterizasyon.

PRODUCTION OF CELLULOSE MICROFIBER FROM POPULUS NIGRA L. (KAVAK) AND CONVERSION TO AN INDUSTRIAL PRODUCT

Abstract
Turkey is one of the richest countries in Europe and Middle East countries according to plant diversity. Poplar (Populus nigra L.) is a woody plant in the Willow family. Turkey is grown almost anywhere. It is widely used in the production and production of different products such as furniture, paper industry, packaging, matches. Seed fibers (thrushes) of poplar tree are thought to cause some diseases such as asthma and allergic among the people. And these fibers are said to carry Pollen. But the fibers of the tree collect and carry only the pollen in the air, their seeds never cause allergic or other discomfort. For this reason, it is collected and burned as waste. This causes high carbon dioxide formation and release in the environment. It also causes the species to disappear. For this reason, in order to give biotechnological importance rather than the burning of the collected fiber in the present study, its evaluability as micro fiber was investigated. After the fibers are collected and washed with alcohol, using surface morphology, Hydrophobicity, Thermal stability content and Crystal structure (Light Microscope, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscope (SEM), Thermogravimetric (TGA) and X-Ray Diffraction (XRD) has been revealed. As a result of the

study of this material, it has been clearly demonstrated that poplar tree core fibers can be an industrial product. Since there is no application in the sector yet, tons of populus fibers rot in nature every year. It can be offered as a solution to this problem and help us use our natural resources efficiently. The physicochemical properties and high level of oil absorption characterization of the fibers will be evaluated and turned into a product.

Keywords: Populus nigra L., Poplar, Microfiber, Characterization.

GERİ DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE POLİPROPİLENİN ZİNCİR YAPISINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER VE BU DEĞİŞİKLİKLERİN MEKANİK VE REOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Alper KAŞGÖZ
Yalova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Polimer Malzeme Mühendisliği Bölümü
akasgoz@yalova.edu.tr

Özet
Termoplastik ve olefinik yapısı nedeniyle birçok kez geri dönüştürülebilen polipropilen, dünyada yaygın olarak kullanılan termoplastiklerden biridir. Bununla birlikte, polipropilen zincirlerinde, geri dönüşüm işleminin eritme ve ekstrüzyon / enjeksiyon aşamaları sırasında düzensiz ve kontrol edilemeyen kopmalar meydana gelir. Bu zincir kırılmaları nedeniyle gerçekleştirilen moleküler ağırlıktaki azalma polipropilenin mekanik, termal ve reolojik özelliklerini de önemli ölçüde etkiler. Öte yandan, PP'nin zincirleri her geri dönüşüm işleminde yeniden düzenlenir, bu da PP'nin kristalin segment oranında artışa neden olur. PP'deki kristalin segment miktarındaki artış ise mekanik özelliklerin daha yüksek olmasına yol açar. Bu iki etki altında geri dönüştürülen polipropilen, geri dönüşüm sayısına göre değişken mekanik ve reolojik özelliklere sahip olur. Sunulan çalışmada ilk olarak ekstrüzyon yöntemi ile saf bir PP homopolimeri işlenmiştir. Elde edilen örnekler granüle edilmiş ve tekrar ekstrüzyon işlemi ile işlenmiştir. Bu geri dönüşüm işlemi dört kez tekrarlanarak farklı sayıda geri dönüştürülmüş PP örnekleri elde edilmiştir. Daha sonra, numunelerin termal, fiziksel, reolojik ve mekanik özellikleri diferansiyel tarama kalorimetresi (DSC), dönme reometresi, üniversal test makinesi, darbe test cihazı ile incelenmiştir. Numunelerin moleküler ağırlığı ve moleküler ağırlık dağılımındaki (PDI) varyasyonlar da reolojik yöntemle belirlenmiş ve incelenmiştir. Sonuç olarak, polipropilen homopolimeri ile daha iyi mekanik özellikler elde etmek için optimum geri dönüşüm sayısı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen, geri dönüşüm, mekanik özellikler, reolojik özellikler

VARIATIONS IN THE CHAIN STRUCTURE OF POLYPROPYLENE DURING THE RECYCLING PROCESS AND THE EFFECTS OF THESE CHANGES ON MECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES

Abstract
Polypropylene, which can be recyclable many times due to its thermoplastic and olefinic structure, is one of the widely used thermoplastic in over the world. However, irregular and uncontrollable breaks occur in polypropylene chains during the melting and extrusion/injection stages of the recycling process. The decrease in molecular weight, which is carried out due to these chain breakings, also affects significantly mechanical, thermal and rheological properties of the polypropylene. On the other hand, chains of the PP are rearranged in each recycling process, which causes to increase in the crystallinity structure ratio of PP. The increase in the amount of crystallin segment in PP leads to higher also mechanical properties. Polypropylene, which is recycled under these two effects, has variable mechanical and rheological properties according to the number of recycling. In the presented study, firstly, a neat PP homopolymer was processed by the extrusion method. Obtained samples were granulated and processed again by the extrusion process. This recycling process was repeated four times. Thus, different numbers of recycled PP samples were obtained. Then, thermal, physical, rheological and mechanical properties of the samples were investigated by a differential scanning calorimeter (DSC), a rotational rheometer, universal test machine, impact test machine. Variations in the molecular weight and molecular weight distribution (PDI) of the samples was also determined by the rheological method. As a result, optimum the number of recycling for polypropylene homopolymer was determined to obtain better mechanical properties.

Keywords: Polypropylene, recycling, mechanical properties, rheological properties

ELEKTRİKLİ BİR CİHAZ İÇİN METASEZGİSEL TEMELLİ DEMONTAJ PLANLAMA MODELİ

Muhammet ENES AKPINAR
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
enes.akpinar@cbu.edu.tr

Mehmet ALİ ILGIN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehmetali.ilgin@cbu.edu.tr

Hüseyin AKTAŞ
Manisa Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü
huseyin.aktas@cbu.edu.tr

Özet
Doğal kaynakların tükenmesi ve atık depolama alanlarındaki azalma, iade edilen ürünlerdeki parça ve malzemelerin çeşitli seçenekler (örn. geri dönüşüm, yeniden üretim) yoluyla kazanımını içeren ürün geri kazanımının önemini ciddi oranda artırmıştır. Tüm geri kazanım süreçlerinde iade edilen ürünlerin belirli bir düzeyde demonte edilmesini gerektirdiğinden, demontaj işlemi ürün geri kazanım işleminin ayrılmaz bir parçasıdır. Dolayısıyla, karlı bir ürün geri kazanım sistemine sahip olabilmek için demontaj işlemleri etkin bir şekilde planlanmalıdır. Bu çalışmada ilk olarak, stokastik konular dikkate alınarak bir elektrikli cihaz demontaj hattının simülasyon modeli geliştirilmiştir. Daha sonra, simülasyon modeli ve bir metasezgisel algoritma entegre edilerek bir demontaj planlama metodolojisi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Simülasyon, Demontaj Planlama, Metasezgisel

A METAHEURISTIC BASED DISASSEMBLY PLANNING MODEL FOR AN ELECTRICAL DEVICE

Abstract
Depleting natural resources and the decrease in landfill areas increased the importance of product recovery which involves the recovery of components and/or materials from returned products through different recovery options (e.g., recycling, remanufacturing). Disassembly is an indispensable part of product recovery process since all recovery options require the disassembly of returned products at a certain level. Hence, disassembly operations must be planned effectively in order to have a profitable product recovery system. In this study: first, simulation model of an electrical device disassembly line is developed by considering the stochastic issues. Then, a disassembly planning methodology is proposed by integrating the simulation model and a metaheuristic algorithm.

Keywords: Simulation, Disassembly Planning, Metaheuristic

TÜRKİYE'DEKİ ANKARA BÖLGESİNDE ULUSAL POSTAL SERVİS (PTT) KARGO ŞİRKETİ ÜZERİNDEKİ LAST MILE DELIVERY SEVKİYATINDA DRONE TESLİM SİSTEMİNİN ENTEGRASYONU – DEPOT TAHSİSLERİ VE KAMYON-DRONE TESLİM SÜRESİ MİNİMİZASYONU

Wael KHATIB
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Graduate School of Natural Sciences Engineering Industrial Engineering
wael.khatib.94@hotmail.com

Abdullah YILDIZBAŞI
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Graduate School of Natural Sciences Engineering Industrial Engineering
abdullahyildizbasi@gmail.com

Özet
Lojistik ve kargo şirketleri, teslimat süresini ve maliyetini aynı anda en aza indirmenin yollarını ve yöntemlerini aramaktadır. Dronlar bu sorunlar için çağdaş bir çözüm olarak kullanılmaktadır. En son yapılan çalışmaların çoğu, Last Mile Delivery'deki Drone uygulama sisteminin yöntemlerini ve uygulamalarını göstermektedir. Bu çalışmada, Amazon'un Prime Air İHA uçağı Ankara İlindeki Türk Ulusal Posta Servisi (PTT) dağıtım sistemine entegre edilmesi üzerine bir çalışma sunacağız. Last Mile Delivery kapsamında maksimum kapsama alanı için depo yerine karar verme ve dronları kamyonlara paralel olarak zamanlama. İki model uygulanacak, birincisi depo konumları için Kamyonlar ve Drone'lar ile Maksimum Kapsama Tesisi Konum Problemi - Maximum Coverage Facility Location Problem with Trucks and Drones (MCFLPTD), ikincisi ise kamyon-drone yönlendirme ve zaman modeli için Paralel Drone Programlama Seyahat Satıcısı Problemi - Parallel Drone Scheduling Traveling Salesman Problem (PDSTSP). İki modelin uygulanması, tüm müşterilere maksimum talep kapsamı ve minimum hizmet süresi sağlayacak bir drone kamyon dağıtım sistemi sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Son mil teslimat, Gezgin satıcı problemi, Drone sevkiyatı, Tesis yeri problemleri.

THE INTEGRATION OF DRONE DELIVERY SYSTEM IN LAST MILE DELIVERY SHIPMENT ON THE NATIONAL POSTAL SERVICE (PTT) CARGO COMPANY IN ANKARA PROVINCE IN TURKEY – DEPOT ALLOCATIONS AND TRUCK-DRONE DELIVERY TIME MINIMIZATION

Abstract
Logistics and cargo companies have been seeking ways and methods to minimize delivery time and cost simultaneously. Drones are used as a contemporary solution for these issues. Many of the most recent studies show methods and applications of the Drone delivery system in the Last Mile Delivery. In this study we will present a study of integrating Amazon's Prime Air UAV drones into the Turkish National Postal Service (PTT) delivery system in Ankara Province. Deciding on the depot location for maximum coverage and scheduling drones in parallel with trucks, all in the context of Last Mile Delivery. Two models will be applied, the first is the Maximum Coverage Facility Location Problem with Trucks and Drones (MCFLPTD) for the depot locations and the second is Parallel Drone Scheduling Traveling Salesman Problem (PDSTSP) for the truck-drone routing and time model. The application of the two models will provide a drone-truck delivery system will maximum demand coverage and minimum time of service to all customers.

Keywords: last mile delivery, Traveling Salesman Problem, drone shipment, Facility location problems.

SICAKLIĞA DUYARLI KATYONİK TARAK TİPİ AŞILANMIŞ JEFFAMİN BAZLI HİDROJELLER

Ahmet ERDEM
Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği
Ahmet.erdem@kocaeli.edu.tr

Özet
Jeffaminler, yapılarında poli (oksietilen) (POE) ve poli (oksipropilen) (POP) içeren amin uçlu makromoleküllerdir. Yapılarındaki POE-POP oranı, jeffaminleri ısıya duyarlı hale getirir. Ek olarak, amin uç grupları onları daha fazla reaksiyon kabiliyeti kazandırır. Bu çalışmada, jeffaminlerin halka açılma reaksiyonu ile hazırlanan tarak tipi hidrojellerin yapısal özellikleri, şişme ve büzülme davranışları araştırılmıştır. Sentezlenen hidrojeller katyonik özellikte olduklarından dolayı şişme oranları pH ile birlikte düşmüştür. Ayrıca sentezi gerçekletirlmiş hidrojellerin yapısındaki POP oranının artması sıcaklığa duyarlılığı artırmıştır. Mevcut sonuçlar, sentezlenen yeni tarak tipi jeffamin bazlı hidrojellerin, hızlı yanıt oranı özellikleri sayesinde doku mühendisliği ve ilaç dağıtım sistemlerinde akıllı sensörlerin/aktüatörlerin geliştirilmesi için uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hidrojel, Sıcaklığa duyarlı, Tarak tipi aşılanmış, Hızlı tepki, Poli(oksietilen), Poli(oksipropilen)

TEMPERATURE RESPONSIVE CATIONIC COMB-TYPE GRAFTED JEFFAMINE BASED HYDROGEL

Abstract
Jeffamines are amine-terminated macromolecules with poly (oxyethylene) (POE) and poly (oxypropylene) (POP) in their structure. The POE-POP ratio in their structure makes jeffamines as thermosensitive. In additionally, the amine end groups give them more reaction ability. In this study, the structural properties, swelling, and shrinkage behaviors of the comb-type hydrogels prepared by ring-opening reaction of jeffamines were investigated. Since the synthesized hydrogels have cationic properties, swelling rates decreased with pH. Also, the increase in the ratio of POPs in the structure of hydrogels that have been increased the sensitivity to temperature. The current results reveal that the synthesized new comb-type jeffamine based hydrogels are suitable for the development of smart sensors/actuators in tissue engineering and drug delivery systems, thanks to their fast response rate characteristics.

Keywords: Hydrogel, Thermoresponsive, Comb-type grafting, Rapid response, Poly(oxyethylene), Poly(oxypropylene)

POMZA İLAVESİYLE BAZALT / KARBON / CAM ELYAF TAKVİYELİ TPE MATRİS KOMPOZİTLERİN: MEKANİK, TRİBOLOJİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİ

Yahya Gökberk KARTAL
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği
ygkberkartal@hotmail.com

Okan GÜL
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
okan.gul@kocaeli.edu.tr

N.Gamze Karslı
Kocaeli Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Gövde-Motor Bakım Bölümü
gamze.karsli@kocaeli.edu.tr

Taner YILMAZ
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
taner.yilmaz@kocaeli.edu.tr

Özet
Termoplastik poliester elastomerler (TPE'ler) yüksek performanslı termoplastiklerin ve esnek elastomerlerin özelliklerini eş zamanlı olarak taşıyan polimerlerdir. TPE, olağanüstü darbe direncine bağlı olarak darbeye maruz kalan otomobil parçalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, partikül ve/veya elyaf ilavesi ile TPE'nin performansı arttırılabilir. Bazalt elyaf (BF), karbon elyaf (CF) ve cam elyaf (GF) bu elyaf türlerinden bazılarıdır. BF, volkanik bazalt kayalardan üretilmiştir ve yüksek mukavemet ve iyi ısı yalıtımı sergiler. CF, iyi mekanik ve elektriksel özellikleri nedeniyle yüksek performanslı bir elyaf türüdür. GF en yaygın kullanılan elyaf türlerinden biridir ve en belirgin avantajları düşük maliyeti ve yüksek mukavemetidir. Pomza ise gözenekli yapıda bir partikül takviyesi olup iyi ısı yalıtımı ve yangına dayanıklılık özellikleri sergileyen doğal bir hafif agregattır. Bu çalışmada, BF, CF ve GF takviyeli TPE'ye pomza ilavesiyle hibrid kompozitler üretilmiştir ve hibrid takviyenin TPE'nin mekanik, tribolojik ve termal özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca, "takviye malzemesi yüzey modifikasyonu" işlemi olarak silanlama yöntemi kullanılmış ve bu işlemin kompozitlerin özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Kompozit hazırlama, laboratuvar ölçekli bir mikro-harmanlayıcı ve enjeksiyonla kalıplama cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kompozit içerisinde elyaf yükleme miktarı ağırlıkça %10 olarak sabit tutulurken, pomza yükleme miktarı ise ağırlıkça %1 olarak sabit tutulmuştur. Silanlama işleminin etkinliği FTIR analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Kompozitlerin mekanik ve tribolojik performansını incelemek için sırasıyla çekme, eğme ve adhezif aşınma testleri yapılmıştır. Kompozitlerin termal ve termomekanik özellikleri ise DSC, TGA ve DMA testleri ile incelenmiştir. Kompozitlerin kırılma ve aşınma morfolojileri ise SEM analizi ile incelenmiştir. Bu çalışma TÜBİTAK 5160067 nolu projenin sağladığı destek ile tamamlanmış olup yazarlar TÜBİTAK'a teşekkürlerini sunar.

Anahtar Kelimeler: Termoplastik Poliester Elastomer, Pomza, Karbon Elyaf, Cam Elyaf, Bazalt Elyaf, Mekanik Özellikler, Tribolojik Özellikler, Termal Özellikler.

PUMICE ADDITION TO BASALT/CARBON/GLASS FIBER REINFORCED TPE MATRIX COMPOSITES: MECHANICAL, TRIBOLOGICAL AND THERMAL PROPERTIES

Abstract
Thermoplastic polyester elastomers (TPEs) combine of high-performance elastomers and flexible thermoplastics. TPE has been widely used in automobile parts which are subjected to impact due to its outstanding impact resistance. However, performance of TPE can be improved with the addition of particulate and/or fiber. Basalt fiber (BF), carbon fiber (CF) and glass fiber (GF) are some of these fibers types. BF is produced from volcanic basalt rocks and it exhibits high strength and good heat

insulation. CF is a high performance fiber type due to its good mechanical and electrical properties. GF is one of the most common reinforcing fibers and its prominent advantages are low cost and high strength. Furthermore, pumice is a natural lightweight aggregate which is formed of porous structure and it exhibits good thermal insulation and fire resistance properties. In this study, hybrid composites were produced by addition of pumice to BF, CF and GF reinforced TPE and the effect of hybrid reinforcement on the mechanical, tribological and thermal properties of TPE was investigated. Furthermore, effects of "filler surface modification", by using silanization method, on the properties of composites were examined. Composite preparation was performed by using a laboratory scale micro-compounder and injection molding machine. While the loading level of fibers was fixed at 10 wt. %, pumice loading level was fixed at 1 wt. %. The efficiency of "filler surface modification method" was evaluated by using FTIR analysis. To investigate the mechanical and tribological performance of composites, tensile, bending and adhesive wear tests were performed, respectively. Thermal and thermomechanical properties of composites were investigated by means of DSC, TGA and DMA tests. Morphologies of composites were examined by SEM analysis. This study has been supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey with the Project number 5160067.

Keywords: Thermoplastic Polyester Elastomer, Pumice, Fibers, Mechanical Properties, Tribological Properties, Thermal Properties.

P5 DMEDA VE DAOx'E DAYALI PUTRESİN BİYOSENSÖR HAZIRLANMASI

Emaduldeen Jasim Mohammed Alisawi
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya
emmadald@gmail.com

Zehra Özden Erdoğan
Yüksek İhtisas Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Kimya
duruzera@gmail.com

Ahmed Nuri Kurşunlu
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya
ankursunlu@hotmail.com

Semahat Küçükkolbaşı
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya
ksemahat@gmail.com

Özet
Bir poliamin olan putresin; hücresel gelişim, hücre farklılaşması, enzim faaliyetlerinin ve iyon kanallarının düzenlenmesi, DNA ve protein sentezinin kontrolünden sorumludur. Agmatin ve ornitinin dekarboksilasyonu sonucunda oluşan putresin, spermin ve spermidin oluşumunda öncül maddedir. Fizyolojik fonksiyonları göz önünde bulundurulduğunda, insan sağlığı açısından belirli bir seviyedeki putresin alımı gerekli iken, yüksek miktarlarda alındığında toksik etkiye neden olabilirler. İnsan sağlığına toksik etkilerinin yanısıra gıda tazeliği ve gıda kalitesi ile ilişkili olduğundan, gıdalardaki putresin içeriğinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Biz bu çalışmada, gıdalardaki putresin içeriğinin belirlenebilmesi için P5 N,N′-Dimetilendiamin (P5-DMEDA) ve diamin oksidaz (DAOx) dayalı bir putresin biyosensör tasarladık. Biyosensörün hazırlanma prosesinde, camsı karbon elektrot yüzeyi P5 DMEDA ile modifiye edildi ve DAOx bu yüzeye immobilize edildi. Hazırlanan biyosensörün elektrokimyasal davranışı dönüşümlü voltameri (CV) ve elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) ile incelendi. Biyosensörün optimum bileşimi ve optimum deney koşulları belirlendi. Optimum elektrot bileşimi ve optimum deney koşullarında, biyosensör için doğrusal çalışma aralığı, gözlenebilme sınırı, tekrarlanabilirlik gibi performans faktörleri incelendi. İleriki çalışmalarda, hazırlanan biyosensörün gıda örneklerindeki putresin içeriğinin belirlenmesinde kullanılabilirliği araştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Putresin, DAOx, P5 DMEDA, biyosensör

PREPARATION OF PUTRESCINE BIOSENSOR BASED ON P5 DMEDA AND DAOX

Abstract
Putrescine, is a polyamine, is responsible for cellular development, cell differentiation, regulation of enzyme activities and ion channels, control of DNA ve protein synthesis. Putresin, formed as a result of decarboxylation of agmatine and ornitine, is a precursor in the formation of spermine and spermidine. Considering their physiological functions, while a certain level ofputrescine is required for human health, they can cause toxic effects when taken in high amounts. As it is associated with food freshness and food quality as well as its toxic effects on human health, it is very important to determine the content of putrescine in foods. In this study, we designed a putrescine biosensor based on P5 N,N′-Dimethylethylenediamine (P5-DMEDA) and diamine oxidase (DAOx) to determine the content of putrescine in foods. In the biosensor preparation process, glassy carbon electrode surface was modified with P5-DMEDA and DAOx immobilized in this surface. Electrochemical behavior of preparation biosensor was examined by cyclic voltammetry (CV) and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). The optimum electrode composition and optimum experimental conditions of biosensor were determined. Performance factors such as linear working range, limit of detection,

repeatability for biosensor were investigated in optimum electrode composition and optimum experimental conditions. In future studies, the applicability of prepared biosensor will be investigated in detection putrescine content of food samples.

Keywords: Putrescine, P5 DMEDA, DAOx, biosensor

NİKEL BORİDE NANOPARÇACIKLARDA ODA SICAKLIĞINDA FERROMAGNETİZMANIN ARAŞTIRILMASI

İzzet Paruğ Duru
Gedik Üniversitesi MYO Tıbbi Görüntüleme Programı
parug.duru@gedik.edu.tr

Abstract
We reported the magnetic behavior of nano crystalline nickel-rich boride compounds tracing inter particle interactions via tuning the nickel concentration with different sizes. Heisenberg model was preferred considering Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method. Lattice constants and particle size were set on experimental data to intially use in geometry optimization. Exchange coupling constant (Jij) values were revealed by Magnetic force theorem, firstly calculating ground state energy via generalized gradient approximation (GGA) in Perdev-Burke-Ernzerhov scheme. Hysteresis measurement helped us to determine magnetic phase of nickel boride nanoparticles. Room temperature ferromagnetism was traced via performing MCMC calculations to figure out thermodynamic quantities including temperature dependent magnetization and hysteretic behavior. It is deduced that particle size and intrinsic structural parameters dramatically affect magnetic states of the nickel boride, in which it has been still depending on nickel concentration.

Keywords: Markov Zinciri Monte Carlo, GGA-PBE, nikel boride nanoparçacıklar, histerisis, ferromagnetisma

SOSYAL YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMALARININ ÇALIŞAN PAYDAŞ KATEGORİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Büşra Cici
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı
busracici94@gmail.com

Beyhan Pekey
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
bpekey@gmail.com

Simge Çankaya
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
simgetaner@hotmail.com

Özet
Sosyal Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Social Life Cycle Assessment, S-LCA) bir ürünün veya hizmetin yaşam döngüsünün neden olduğu potansiyel sosyal etkilerini değerlendirmek için kullanılan bir tekniktir. S-LCA, ürünlerin yaşam döngüsündeki faaliyetlerin çalışanlar, yerel topluluk, tüketiciler, toplum, değer zinciri aktörleri paydaşları üzerindeki potansiyel sosyal etkileri hakkında bilgi vererek, şirketlerin sosyal olarak sorumlu bir şekilde çalışmalarını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. İnsan Hakları ve Çalışan Hakları ile ilgili uluslararası sözleşmeler, S-LCA göstergeler çerçevesi için iyi bir temel oluşturmaktadır. Paydaş kategorileri beş gruba ayrılmaktadır ve bu gruplar; çalışan, yerel topluluk, toplum, tüketiciler, değer zinciri aktörlerinden oluşmaktadır. Çalışan kategorisinin alt kategorisi ise iş sağlığı ve güvenliği, eşit fırsatlar / ayrımcılık, adil maaş, çocuk işçi, sosyal yardım / sosyal güvenlik, çalışma saatleri, zorla çalıştırma, sendikalaşma ve toplu pazarlık özgürlüğü sosyal konularını içermektedir. Bu derleme çalışmasında, şeker üretimi, domates üretimi ve kullanılmış polietilen tereftalat şişelerin (polyethylene terephthalate, PET) bertaraf yönteminde uygulanan S-LCA çalışmaları incelenerek çalışan paydaş kategorisindeki olumlu ve olumsuz sosyal etkiler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. S-LCA çalışmalarının kısıtları ve gelecekte yapılması gerekenlerle ilgili önerilerde bulunulmuştur.
Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Sosyal Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, Paydaş Kategorileri, Alt Kategoriler

EVALUATION OF SOCIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT PRACTICES IN TERMS OF WORKER STAKEHOLDER CATEGORIES

Abstract
Social life cycle assessment (S-LCA) is a technique to assess the potential social impacts of a product or service caused by its life cycle. It aims to facilitate companies ' work in a socially responsible manner by providing information on the potential social impact of activities in the life cycle of products on stakeholders such as employees, the local community, consumers, society, value chain actors. The international conventions on Human Rights and Workers Rights are a good basis for a S-LCA indicators framework. Stakeholder categories are divided into five groups and, these groups consist of worker, local community, society, consumers, and value chain actors. The subcategory of the worker category includes health and safety, equal opportunities / discrimination, fair salary, child labor, social benefits / social security, working hours, forced labor, freedom of association and collective bargaining social issues. In this review study, S-LCA studies that applied to sugar production, tomato production and the disposal methods of used polyethylene terephthalate (PET) bottles were investigate and the positive and negative social impacts on the worker stakeholder category were assessed comparatively. Suggestions were made about the limitations of S-LCA studies and what should be done in the future.
Keywords: Occupational Health and Safety, Social Life Cycle Assessment, Stakeholder Categories, Subcategories

4-(4-ETİL-FENİL)-3-(4-METİL-FENİL)-1,2,4-OKSADİAZOL-5(4H)-ON VE 4-(4-ETİL-FENİL)-3-(4-METİL-FENİL)-1,2,4-OKSADİAZOL-5(4H)-TİYON' UN C=O/C=N VE C=S/C=N GERİLME TİTREŞİMLERİNE ÇÖZÜCÜ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa ÜNSAL
Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya
mustafa__unsal@hotmail.com

Yeşim Saniye KARA
Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya
yesimkara@kocaeli.edu.tr

Nalan TEKİN
Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya
nalan.tekin@kocaeli.edu.tr

Özet
Oksadiazol halkası, beş üyeli bir halkada bir oksijen ve iki azot atomu içeren heterosiklik aromatik bir bileşiktir. 1,2,4-oksadiazol halkası genellikle aromatik, aromatik olmayan halkalar ve alifatik yapılar gibi çeşitli ilaçların yapısında fragmanlar halinde bulunur [1,2]. Çözücü etkileri eczacılıkta önemlidir ve infrared spektroskopisi çözücü etkili titreşim frekans kaymalarını araştırabilmek için etkili bir metottur [3,4]. Bu çalışmada, 4-(4-etil-fenil)-3-(4-metil-fenil)-1,2,4-oksadiazol-5(4H)-on ve 4-(4-etil-fenil)-3-(4-metil-fenil)-1,2,4-oksadiazol-5(4H)-tiyon' un C=O/C=N ve C=S/C=N gerilme titreşim frekanslarına çözücülerin etkisi attenuated total reflection infrared spektroskopi (ATR-IR) kullanılarak deneysel olarak çalışılmıştır. Bunun yanında, 4-(4-etil-fenil)-3-(4-metil-fenil)-1,2,4-oksadiazol-5(4H)-on ve 4-(4-etil-fenil)-3-(4-metil-fenil)-1,2,4-oksadiazol-5(4H)-tiyon' un deneysel olarak belirlenen C=O/C=N ve C=S/C=N gerilme titreşim frekansları Kirkwood–Bauer–Magat (KBM) eşitliği, çözücü alıcı sayısı (ANs), G-değerleri, Swain eşitliği, lineer çözünme enerji ilişkileri (LSER) ve ikinci dereceden eşitlik (QE) gibi deneysel çözücü parametreleriyle ilişkilendirildi. Daha sonra deneysel çözücü parametrelerinin tahmin yetenekleri istatiksel olarak karşılaştırıldı. LSER eşitliğinin KBM, ANs, G-değerleri ve Swain eşitliğinden bulunan sonuçlarla daha iyi ilişki verdiği bulundu. Ayrıca, ikinci dereceden eşitliğin Swain ve LSER eşitliklerinden daha doğru tahminler sağladığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Çözücü Etkisi, Infrared Spektroskopisi, Çözücü Parametreleri

INVESTIGATION OF THE SOLVENT EFFECTS ON C=O/C=N AND C=S/C=N STRETCHING VIBRATIONS OF 4-(4-ETHYL-PHENYL)-3-(4-METHYL-PHENYL)-1,2,4-OXADIAZOL-5(4H)-ONE AND 4-(4-ETHYL-PHENYL)-3-(4-METHYL-PHENYL)-1,2,4-OXADIAZOLE-5(4H)-THIONE

Abstract
Oxadiazole ring is a heterocyclic aromatic compound containing one oxygen and two nitrogen atoms in a five membered ring. The 1,2,4-oxadiazole ring is generally present as fragments in the structure of various drugs, such as aromatic, non-aromatic rings and aliphatic structures [1,2]. The solvent effects have importance in pharmaceutical and infrared spectroscopy is an effective method to investigate solvent-induced vibrational frequency shifts [3,4]. In this study, the solvent effects on C=O/C=N and C=S/C=N stretching vibrational frequency of 4-(4-ethyl-phenyl)-3-(4-methyl-phenyl)-1,2,4-oxadiazol-5(4H)-one and 4-(4-ethyl-phenyl)-3-(4-methyl-phenyl)-1,2,4-oxadiazole-5(4H)-thione were studied experimentally using attenuated total reflection infrared spectroscopy (ATR-IR). Moreover, the experimental C=O/C=N and C=S/C=N stretching vibrational frequencies of 4-(4-ethyl-phenyl)-3-(4-methyl-phenyl)-1,2,4-oxadiazol-5(4H)-one and 4-(4-ethyl-phenyl)-3-(4-methyl-phenyl)-1,2,4-oxadiazole-5(4H)-thione were correlated with empirical solvent parameters such as the Kirkwood–Bauer–Magat (KBM) equation, the solvent acceptor numbers (ANs), the G-values, the Swain equation, the linear solvation energy relationships (LSER), and the quadratic equation (QE). The

prediction capabilities of empirical solvent parameters were then statistically compared. It was found that LSER equation exist better correlation than the result found by the KBM, the ANs, the G-values and the Swain equation. Additionally, the Quadratic equation provided more accurate predictions than Swain and LSER equations.

Keywords: Solvent effect, infrared spectroscopy, solvent parameter

KATALİZÖR İNDİRGEME PARAMETRESİNİN GLİSERİNDEN LAKTİK ASİT ÜRETİMİNE ETKİSİ

Seda AYGÜL
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
sedactn93@gmail.com

Murat EFGAN KİBAR
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
efgankibar@kocaeli.edu.tr

Meltem YILDIZ
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
myildiz@kocaeli.edu.tr

Özet
Dünya nüfusunun artması ile birlikte artan enerji ihtiyacı sonucunda dünya üzerinde varolan fosil yakıt rezervleri tükenmektedir. Organik kaynaklı biyoyakıtlar içerisinde en çok talep gören ise biyodizeldir. Artan biyodizel üretimi biyodizelin yan ürünü olan gliserin miktarının da ciddi oranda artmasına neden olmaktadır. Ancak sözü geçen bu yan ürün gliserinin kullanım alanı sınırlıdır ve bir atık sorunu oluşturmaktadır. Bu nedenle son yıllarda gliserinin değerli kimyasallara dönüştürülmesi konusunda yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Gliserinin dönüştürülebildiği pek çok önemli kimyasal mevcuttur ancak laktik asit de polilaktik asit üretiminde kullanılan önemli bir hammadde olduğundan dolayı ilgi çekici bir üründür. Bu çalışma da ise söz konusu bilgiler ışığında gliserinin laktik aside fotokalitik olarak hidrotermal yöntem ile dönüştürülmesinde katalizörün indirgenmesinin reaksiyon verimi üzerine etkisi incelenmiştir. Yüksek kimyasal kararlılık, yüzey özellikleri, ekonomik ve çevreci olması nedeniyle TiO2 destek maddesi tercih edilmiştir. TiO2 destek maddesi üzerine %5 Al2O3 aktif maddesi emdirilerek Al2O3/TiO2 katalizörü hazırlanmıştır. Katalizörün indirgenmesinin laktik asit üretimine etkisinin incelenmesi amacıyla 90 0C'de, atmosfer basıncı altında, 24 saat boyunca 800 rpm karıştırma hızında katalizörün indirgenmesi sağlanarak hazırlanan katalizör ve indirgeme yapılmayan katalizör ile tepkimeler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Reaksiyon sonucunda % 63 laktik asit seçimliliği elde edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Gliserin, laktik asit, katalizör

EFFECT OF CATALYST REDUCTION PARAMETER ON LACTIC ACID PRODUCTION FROM GLYCERIN

Abstract
As a result of the increasing energy need with the increase in the world population, the fossil fuel reserves existing on the world are being exhausted. Biodiesel is the most demanded among organic biofuels. Increasing biodiesel production causes a significant increase in the amount of glycerin, a by-product of biodiesel. However, the use of this mentioned by-product glycerin is limited and constitutes a waste problem. Therefore, studies on the conversion of glycerine into valuable chemicals have gained importance in recent years. There are many important chemicals that glycerin can be converted into, but lactic acid is an interesting product as it is an important raw material used in the production of polylactic acid. In this study, in the light of the mentioned information, the effect of catalyst reduction on reaction efficiency in the conversion of glycerin to lactic acid by hydrocalmal method. TiO2 support material was preferred due to its high chemical stability, surface properties, economy and environmental friendliness. Al2O3/TiO2 catalyst was prepared by impregnating 5% Al2O3 on TiO2 support. In order to examine the effect of the reduction of the catalyst on the production of lactic acid, the reactions were carried out with the catalyst prepared at 90 0C under atmospheric pressure, by reducing the catalyst at 800 rpm for 24 hours and the non-reduced catalyst, and the results were compared. As a result of the reaction, 63 % lactic acid selectivity was obtained.
Keywords: Glycerin, lactic acid, catalyst

MAKSİMUM ÖRTÜŞME AYRIK DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ KULLANILARAK EKG SİNYALİNDEKİ R TEPELERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Faruk Enes Oğuz
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomedikal Mühendisliği
feoguz94@gmail.com

Emine Doğru Bolat
Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği
ebolat@kocaeli.edu.tr

Özet
Elektrokardiyografi (EKG) sinyalleri fizyolojik sinyaller arasında büyük öneme sahiptir ve çeşitli kalp hastalıklarının teşhisinde uzmanlara yardımcı olmaktadır. EKG sinyal işleme, dünya çapında erken ölümün önde gelen nedenlerinden biri olan birçok kardiyak hastalığın teşhisi için yaygın olarak kullanılmaktadır. EKG sinyal işleme çalışmaları kapsamında, birçok R tepesi saptama yöntemi çalışılmıştır. Bunun nedeni R tepelerinin tespitinin doğruluğunun, EKG öznitelik çıkarımının kalitesini ve dolayısıyla makine öğrenmesi veya derin öğrenme tabanlı sınıflandırma algoritmasının başarısını önemli ölçüde etkilemesidir. Bu çalışmada, Maksimum Örtüşme Ayrık Dalgacık Dönüşümü, EKG sinyallerinin ayrıştırılması ve EKG sinyalindeki R tepelerinin tespiti için kullanılmaktadır. EKG sinyallerinin taban hattı kayması polinom yaklaşımı metodu ile giderilmiştir. Daha sonra 50 Hz çentik filtresi ile güç hattı gürültüsü bastırılmış 40 Hz'lik alçak geçiren bir Butterworth filtresi kullanılarak yüksek frekanslı gürültüler giderilmiştir. Maksimum Örtüşme Ayrık Dalgacık Dönüşümü ile 5. seviyeye kadar ayrıştırılan EKG sinyalleri 4. ve 5. seviye EKG sinyalleri kullanılarak yeniden yapılandırılmıştır. Devamında, dalgacık katsayılarından oluşan bu sinyalin kare mutlak değeri alınarak QRS kompleksleri belirginleştirilmiştir. Son olarak genlik ve zaman eşiği uygulanarak R tepelerinin konumları tespit edilmiştir. Geliştirilen R Tepesi tespit etme algoritması MIT-BIH Aritmi Veri Tabanından alınmış olan EKG verileri ile test edilmiştir. Bu veriler ile yapılan testlerde R tepelerinin % 99.71 duyarlılık, %99.96 pozitif öngörü ile tespit edildiği görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Maksimum örtüşme ayrık dalgacık dönüşümü, EKG sinyali, Symlet dalgacığı, EKG gürültü arındırma

R PEAK DETECTION OF ECG SIGNAL USING MAXIMUM OVERLAP DISCRETE WAVELET TRANSFORM

Abstract
Electrocardiography (ECG) signals are of great importance among physiological signals and assist specialists in the diagnosis of various heart diseases. ECG signal processing is widely used for the diagnosis of many cardiac diseases, which is one of the leading causes of early death worldwide. Within the scope of ECG signal processing studies, many R peak detection methods have been studied. This is because the accuracy of the detection of the R peaks significantly affects the quality of the ECG attribute extraction and therefore the success of the machine learning or deep learning based classification algorithm. In this study, Maximum Overlap Discrete Wavelet Transform is used for the decomposition of ECG signals and detection of R peaks in the ECG signal. Baseline wander of ECG signals is eliminated by the polynomial approach method. Then, with the 50 Hz notch filter, the power line noise was suppressed and high frequency noise was eliminated by using a 40 Hz low-pass Butterworth filter. The ECG signals that are decomposed up to the 5th level with the Maximum Overlap Discrete Wavelet Transform have been restructured using the 4th and 5th level ECG signals. Subsequently, the square absolute value of this signal consisting of wavelet coefficients was taken and QRS complexes were made clear. Finally, by applying amplitude and time threshold, the locations of the R peaks were determined. The developed R Peak detection algorithm has been tested with ECG data taken from the MIT-BIH Arrhythmia Database. In the tests carried out using these data, it was observed that R peaks were detected with 99.71% sensitivity and 99.96% positive predictivity.
Keywords: Maximum overlap discrete wavelet transform, ECG signal, Symlet wavelet, ECG noise removal

CARYA İLLİNOİNENSİS BİTKİSİNİN ETANOLLÜ KABUK EKSTRAKTLARININ ÇEŞİTLİ KANSER HATLARI ÜZERİNDEKİ SİTOTOKSİK ETKİSİ

Ahmet Öz
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Biyoloji
ozzahmett@outlook.com

Canan Sevimli Gür
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Biyoloji
canansevimli@yahoo.com

Nurhan Turgut Dunford
Oklahoma State Üniversitesi Biyosistemler ve Tarımsal Mühendislik Biyosistemler ve Tarımsal Mühendislik
nurhan.dunford@okstate.edu

Özet
Carya illinoinensis (Pikan cevizi) çoğunlukla Amerika kıtasında üretilen ve geleneksel tedavilerde sıkça tercih edilen bir ceviz türüdür. Yapılan araştırmalarda, tümör gelişmesini baskıladığı bilinen bazı fitokimyasalları bolca içerdiği bildirilmiştir. Ancak, antikanser aktivitesi için yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, araştırmamızda, Pikan cevizinin antikanser aktivitesini incelemek amacıyla 2018'de Oklahoma'dan (OK) toplanan 3 varyetesinin (Stuart, Native, Pawnee) 8 farklı hücre hattı üzerindeki sitotoksik etkilerini MTT Sitotoksisite Testi ile inceledik. Toplanan örneklerin yalnızca kabuk kısımları biyo-materyal olarak kullanıldı. Aspirasyon işlemiyle meyve kısımlarından ayrıştırılan kabuklar, açıklık büyüklüklerine göre S(=0,635cm) ve F(>0,635cm) olarak isimlendirilen iki gruba ayrıldı. Buna göre, farklı bölgelerden toplanan ceviz örneklerinden; P1 (Pawnee-F, Sapulpa/OK), P2 (Pawnee,-S, Sapulpa/OK), P3 (Native-F, Bristow/OK), P4 (Native-S, Bristow/OK) ve P7 (Stuart-F, Sand Springs/OK) kodları ile 5 kür elde edildi. Bu kürler sulandırılmış %80 etanollü çözeltiler halinde ½ seyreltilerek doza bağlı olarak hücre hatları ile muamele edildi. Kullandığımız hücre hatları; A549 (akciğer karsinoma), Neuro2A (nöroblastoma), HeLa (serviks adenokarsinoma), SK-MEL (melanoma karsinomu), HT-29 (kolorektal adenokarsinom), SK-BR3 (meme adenokarsinomu), MCF7 (meme adenokarsinomu) ile Vero (böbrek epiteli) sağlıklı hücresiydi. Her çözelti, tümör hatlarında önemli sitotoksisite gösterdi. Sağlıklı Vero hattında ise görece düşük sitotoksisite gözlemlendi. Sitotoksik aktivitenin en fazla olduğu hatlar A549, Neuro2A ve HeLa hücreleriydi. A549 için en çok sitotoksisite gösteren örnekler P3 (49.8%), P4 (47.1%), P7 (48.9%) oldu. Neuro2A için P2 (51.8%), P3 (47.6%) yüksek sitotoksisite gösterdi. HeLa için ise P2 (41.1%), P3 (38.8%), P7 (37.5%) en etkili örneklerdi. Bununla karşılık, sağlıklı Vero hücreleri için sadece P2 ve P3 örneklerinde ihmal edilebilir oranlarda sitotoksisite görüldü. Ek olarak en düşük IC50 değerleri HeLa (2.3±0.1 ug/mL) ve Neuro2A (12.3±0.13 ug/mL) hücreleri için P2 örnekleriyle elde edilirken, en yüksek IC50 (89.2±9.4 ug/ml) sağlıklı Vero hücrelerinde gözlendi. Özetle, Pikan cevizinin farklı tümör hatları üzerinde etkili antikanserojen özellikleri olabileceği gösterildi. Sonuçta, tedavi olanakları yetersiz olan kansere karşı doğal bir biyo-materyal olarak Pikan cevizinin potansiyelinin araştırılması gerektiği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pikan cevizi, Carya illinoinensis, antikanser aktivite, MTT sitotoksisite testi, antikanserojen ajan.

CYTOTOXIC EFFECT OF CARYA ILLIONOINENSIS ETHANOLED SHELL EXTRACTS ON VARIOUS CANCER CELL LINES

Abstract
Carya illinoinensis (Pecan nuts) is a walnut type that is mostly produce in American continent an is preferrer in traditional treatments. Past studies have reported that it contains abudant phytıchemicals that are known to supress tumor devolopment. However, its anticancer properties have not been studied in detail in cell culture. Therefore, in our study, we examined the cytotoxic effects of 3

varieties (Stuart, Native, Pawnee) collected from Oklahoma(OK) in 8 different cell lines with MTT Cytotoxicity Test in order to examine the anticancer activity of pecan nuts. Only the shell parts of the collected samples were used as biomaterial. The peels, which were separated from the fruit parts by the aspiration process, were divided into two groups named S (=0.635cm) and F (>0.635cm) according to their aperture size. Accordingly, walnut samples were coded as P1 (Pawnee-F, Sapulpa/OK), P2 (Pawnee,-S, Sapulpa/OK), P3 (Native-F, Bristow/OK), P4 (Native-S, Bristow/OK) and P7 (Stuart-F, Sand Springs/OK). These cycles were treated with cell lines depending on the dose by diluting 1/2 diluted 80% ethanol solutions. The cell lines we use; A549(lung carcinoma), Neuro2A(neuroblastoma), HeLa(cervical adenocarcinoma), SK-MEL(melanoma carcinoma), HT-29(colorectal adenocarcinoma), SK-BR3(breast adenocarcinoma), MCF7(breast adenocarcinoma) and Vero(kidney epithelium). Each solution caused significant cytotoxicity in the tumor lines. Relatively low cytotoxicity was observed in the healthy Vero line. The lines with the highest cytotoxic activity were A549, Neuro2A and HeLa cells. The most effective cytotoxic samples for the A549 line were P3 (49.8%), P4 (47.1%), P7 (48.9%). P2 (51.8%), P3 (47.6%) showed high cytotoxicity for Neuro2A. Against the HeLa line, P2 (41.1%), P3 (38.8%), P7 (37.5%) were the most effective examples. However, negligible rates of cytotoxicity were observed only in P2 and P3 samples for healthy Vero cells. In addition, the lowest IC50 value was obtained with P2 samples for HeLa (2.3±0.1 ug/mL) and Neuro2A (12.3±0.13 ug/mL) cells, while highest IC50 (89.2±9.4 ug/ml) was observed in healthy Vero cells. In summary, Pikan nuts has been shown to have anti-carcinogenic properties on different tumor lines. In conclusion, it is suggested that the potential of Pecan nuts should be investigated as a natural biomaterial against cancer, which has insufficient treatment options.

Keywords: Pecan nuts, Carya illinoinensis, anticancer activity, MTT cytotoxicity test, anticarcinogenic agent.

MOBİLYA İMALAT SEKTÖRÜNDE İŞ GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

Yakup BAŞOL
Kocaeli Üniversitesi Aile,Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği
basolyakup@gmail.com

Özet
İş sağlığı ve güvenliğinin mobilya imalat sektöründe faaliyet gösteren esnaf veya işverenler için ne denli önemli olduğundan bahsetmeye gerek yoktur. Zira hemen her atölyede esnafın veya ustalardan birinin parmaklarında, kullandıkları makineden kaynaklanmış yaralanma olduğu, kaza sonucu parmaklarda eksiklik olduğu (uzuv kaybı olduğu) görülecektir. Ayrıca bu atölyelerde kullanılmakta olan boya, tiner, yapıştırıcı ve benzeri kimyasallar ile sunta, ağaç talaşı gibi malzemelerin bir yangın durumunda büyük can ve mal kayıpları yaratacağı kuşkusuzdur. Sayıları giderek azalan ve ülkemizin en kıymetli değerlerinden olan bu sanatkarlarımızın mesleklerine devam edebilmeleri, çağdaş ve üst seviyede koruma sağlayan bir iş sağlığı ve güvenliği ortamıyla sağlanabilir. Günümüzde her bilim dalında olduğu gibi iş sağlığı ve güvenliği kavramında da ilerlemeler kaydedilmiş olması önceden kader olarak adlandırılan üzücü olayların artık önlenebilir durumlar olduğunu bizlere göstermiştir. Makinelerde yapılacak koruyucular, iş yerinde yapılacak risk analizleri ve işçilere verilecek iş güvenliği eğitimleri ile kazaların önlenmesi mümkündür. Mobilya sanayi vb. imalat dallarına yönelik yapılan araştırma sonuçlarında en sık iş kazası yaşanan makineler sıralandığında planya makinesi, daire testere makinesi, freze makinesi, şerit testere makinesi ve diğerleri şeklinde sıralandığı bilinmektedir.1 Koruyucusu olmayan makineye mevzuata uygun koruyucu adapte etmek, mevzuatta belirtilen hususları karşılar şekilde koruyucu yapmak oldukça güçtür. Yakın tarihlerde imal edilmiş makinelerde mevcut koruyucular CE standardında olmasına rağmen yine de mevzuat maddelerindeki özellikleri karşılamamaktadır. Gerek makinelerin çok eski oluşu gerek orijinallerinde tasarlanan koruyucuların yetersiz oluşu makine koruyucularının tedarikini ve kullanımını güçleştirmektedir. Mobilya sektöründe kullanılan makinelere yapılacak koruyucular ve koruma donanımları örnekler eşliğinde bu çalışmada açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: mobilya sektörü, iş sağlığı ve iş güvenliği , makine koruyucuları, mobilya boyahaneleri

INVESTIGATION OF OCCUPATIONAL SAFETY APPLICATIONS IN FURNITURE MANUFACTURING SECTOR

Abstract
It is not necessary to mention how important the occupational health and safety is for the tradesmen or employers operating in the furniture manufacturing sector. Because, in almost every workshop, it will be seen that the tradesmen or one of the craftsmen have injuries caused by the machine they used, the accidental fingers (loss of limbs). It is also undoubted that paint, thinner, adhesive and similar chemicals used in these workshops and materials such as chipboard, wood shavings will cause great loss of life and property in case of a fire. These artisans, whose numbers are decreasing gradually and which are among the most valuable values of our country, can continue their profession with an occupational health and safety environment that provides modern and high level of protection. The fact that progress has been made in the concept of occupational health and safety, as in all branches of science, has shown us that the sad events, called destiny, are now preventable. It is possible to prevent accidents by protecting machines, risk analysis at work and safety training to be given to workers. Furniture industry etc. It is known that the most frequent work accident machines are listed as planing machine, circular saw machine, milling machine, band saw machine and others in the research results for the manufacturing branches.1 It is very difficult to adapt the protective device in accordance with the legislation to the machine without a protector and to make the protector in a way that meets the conditions specified in the legislation. Although the preservatives available in machines manufactured recently have been in the CE standard, they still do not meet the specifications in the legislation. The

fact that the machines are too old and the protectors designed in their originals are inadequate makes the supply and use of machine protectors difficult. Preservatives and protection equipment to be used in machines used in furniture industry are tried to be explained in this study with examples.

Keywords: furniture industry, occupational health and safety, machine protectors, furniture paint shops

CEBİRSEL GEOMETRİK KODLARA GİRİŞ

Nursabah Doğan
Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik
feslegenlik@gmail.com

Özet
Devirli kodlar ve Cebirsel Geometrik kodlar (AG-kodlar), güçlü cebirsel yapılara sahip iki önemli kod ailesidir. Devirli kodların minimum uzaklıklarını belirlemek hem çok kolaydır ve hem de kod çözme algoritmalarının kompleksiteleri çok düşüktür. AG-kodlar ise, fonksiyon uzaylarının cebirsel eğriler üzerinde hesaplanmasıyla elde edilen lineer kodlar olduklarından, eğriler teorisi kullanılarak minimum uzaklıkları hakkında keskin tahminler yapılabilir ve geometrik yapıları sebebiyle de özel kod çözme algoritmalarına sahiptirler. Dolayısıyla, bir devirli kodu çalışırken, cebir ve lineer cebirin tüm teknikleri, bilhassa Vandermonde tipindeki matrislerin özellikleri; bir AG-kodu çalışırken ise, bu tekniklere ek olarak, cebirsel geometrinin çok iyi geliştirilmiş mekanizmaları, özellikle Riemann-Roch teoremi kullanılabilir. Ayrıca, her iki kod ailesinin de polinomlarla tarifi mümkün olduğundan, Gröbner baz teorisi her iki alanda da çok zengin uygulamalara sahiptir. Bu derleme çalışmada, AG-kodlar ile ilgili temel kavramlar kısaca özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Cebirsel Eğriler, Riemann-Roch Teoremi, AG-Kodlar

INTRODUCTION TO ALGEBRAIC GEOMETRIC CODES

Abstract
Cyclic codes and Algebraic Geometric Codes (AG-Codes) are two important code families having strong algebraic structures. It is very easy to determine the minimum distances of cyclic codes and also the complexity of their decoding algorithms are very low. AG-codes, since they are linear codes obtained by evaluating function spaces on curves, it is possible to make sharp estimates about their minimum distances by using the theory of curves. Also because of their geometric structures, AG-codes have special decoding algorithms. Therefore, when studying a cyclic code, all the techniques of algebra and linear algebra, especially the properties of matrices of Vandermonde type; when studying an AG-code, besides of these techniques, very well developed devices of algebraic geometry, especially Riemann-Roch theory can be used. Moreover, since it is possible to define both families of codes by polynomials, the theory of Gröbner basis have very rich applications in both areas. In this review study, the basic notions about AG-codes will be briefly summarized.

Keywords: Algebraic Curves, Riemann-Roch Theorem , AG-Codes

BİR EKSANTRİK DİŞLİ KASNAĞIN HASAR ANALİZİ

Tuğçe Tezel
Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
tugcetezel@akdeniz.edu.tr

İsmail Ata Mertkan
Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
atamertkan01@gmail.com

Özet
Eksantrik mili ya da kam mili, görevi zamanlama olan ve krank mili tarafından tahrik edilen bir makine elemanıdır. Üzerinde bulunan kamlar ile eksantrik mili, subapların doğru zamanda açılmasını ve gerekli süre boyunca açık tutulmasını sağlar. Kamlar ve eksantrik mili tahriği; doğrudan dişli, zincir veya kayış mekanizmalarından alırlar. Bunlar arasında en yaygın kullanılan kayış-kasnak mekanizmalarıdır. Böylece eksantrik dişlisi, triger kayışı ile krank milinden gelen hareketi aktarabilmektedir. Dişli ile mil arasındaki hareket aktarımı ise kama ile sağlanmaktadır. Bu çalışmada bir otomobile ait eksantrik dişli kasnağında oluşan hasar araştırılmıştır. Mil göbek bağlantı mukavemeti incelenerek hasarlı parçalar öncelikle tahribatsız ardından tahribatlı muayene ile incelenmiştir. Elde edilen tüm veriler, yapılan teorik hesaplamalarla karşılaştırılmıştır. Yapılan hasar analizi sonucunda, triger kayışı kopması sebebiyle oluşan aşırı yükün, eksantrik kama bağlantısında da hasara neden olduğu tespit edilmiştir. Bu tip hasarların önüne geçmek için, sadece hasar oluşan parçanın değil tasarımdaki tüm parçaların düzenli bakımlarının yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eksantrik dişli, eksantrik mil, kama, kama bağlantısı, hasar analizi

FAILURE ANALYSIS OF A TIMING BELT PULLEY

Abstract
Camshaft is a machine element whose task is timing and driven by the crankshaft. The cams on it and the camshaft ensure that the valves are opened at the right time and kept open for the required time. Cams take action directly from the gear, chain or belt pulley mechanisms.The most widely used among these are belt-pulley mechanisms. Thus, the camshaft gear can transfer the movement from the crankshaft by the timing belt pulley. Movement transfer between timing belt pulley and shaft is provided by key connection In this study, failure analysis of timing belt pulley of a car is investigated. Shaft hub connection strength was examined first with nondestructive and then destructive testings. All the data obtained were compared with the theoretical calculations. In the failure analysis, it was determined that the overloading caused by the timing belt breakage caused failure in the key connection. It is emphasized that in order to prevent such failures, not only the damaged part, but also all the parts in the design should be regularly maintained.

Keywords: Timing belt pulley, camshaft, key, key connection, failure analysis

TİCARİ PROTEİN TESPİTİ İÇİN YENİ BİYO-SELÜLOZ BAZLI YANAL AKIŞ TEST TASARIMI

Ali Mişe
Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Polimer Bilimi ve Teknolojisi Bölümü
alimise21@gmail.com

Orkun Pınar
Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü
orkun.pinar@marmara.edu.tr

Dilek Kazan
Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü
dkazan@marmara.edu.tr

Özet
Yanal akış analizleri (LFA'lar) en önemli test yöntemlerinden biridir. Son zamanlarda, COVID-19 tanı test kitlerindeki yaygın kullanımı nedeniyle iyi bilinen bir yöntemdir. Membran bazlı şeritler üzerine inşa edilen bu testlerdeki sistem; farklı numunelere kolaylıkla uygulanabilir, hızlı ve doğru sonuçlar elde edilmesine olanak sağlar. Genellikle evde test veya laboratuvar kullanımı için uygun maliyetli ve güvenilir bir şekilde kullanılırlar. Bu son çalışma, LFA kitlerinde nitro selüloz yerine bakteriyel selülozun test membranı olarak kullanılmasına odaklanmayı amaçlamaktadır. Temel olarak, test tasarımımız iki ana aşamadan oluşur; sistem tasarımı ve sisteme göre seçilen parametrelerin değerlendirilmesi. Testin kalitesini artırmak adına; hassasiyet, etkililik ve güvenilirlik için test parametrelerinin optimizasyonu araştırılmıştır. Sadece biyo-selüloz tabanlı şeritin kalınlığı ve boyutları değil aynı zamanda numune ve indikatör miktarı ile 3D-bastırılmış destek kartının malzeme içeriği ve eğimi de araştırılmıştır. Hızlı ve doğru bir test için optimum parametreleri belirlemek amacıyla farklı ticari proteinler değerlendirildi. Bu çalışmanın gelecekteki yönü, bu testin hastalıkların teşhisi için potansiyelini incelemektir.

Anahtar Kelimeler: Yanal akış analizi, membran, biyo-selüloz, şerit, tanı, 3D-basılmış destek kartı

A NEW BIO-CELLULOSE BASED LATERAL FLOW ASSAY DESIGN FOR COMMERCIAL PROTEIN DETECTION

Abstract
Lateral flow assays (LFAs) are one of the most important test methods. Recently, it is well-known method because of the common use in COVID-19 diagnostic test kits. The system in these tests, which is built on a membrane-based strips, is easily applicable to different samples and providing rapid and accurate results. They are commonly used for home testing, point of care testing, or laboratory use in a cost-effective and reliable manner. This recent study aims to focus on the usage of bacterial cellulose as test membrane instead of the nitro-cellulose in LFAs kits. Fundamentally, our test design consists of two main stages; the system design and the assessment of the selected parameters based on the system. To increase the quality of the test, the optimization of the test parameters for the sensitivity, effectiveness and reliability were investigated, not only for the thickness and the dimensions of bio-cellulose based strip but also for the quantity of sample and indicator, the slope and material content of 3D-printed backing card. In order to determine the optimum parameters for a rapid and correct test, different commercial proteins were evaluated. The future aspect of this work is to examine the potential of this test for the diagnosis of diseases.

Keywords: Lateral flow assay, membrane, bio-cellulose, strip, diagnosis, 3D-printed backing card

İŞ KAZASI MEYDANA GELEN SEKTÖRLERİN İŞ KAZASINA SEBEP OLAN RİSKLER BAĞLAMINDA BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMI İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

Esra YILDIZBAŞI
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri İş Sağlığı ve Güvenliği
esrayildizbasi@gmail.com

Ergun ERASLAN
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri İş Sağlığı ve Güvenliği
erguneraslan@gmail.com

Özet
Teknolojinin her gecen gün gelişmesi ile beraber kontrol sistemleri ve izlenebilirlikte gelişmektedir. Bu nedenle günümüzde tüm sektörlerin geçmiş yıllara göre veri elde etme ve değerlendirmede çok daha gelişmiş bir durumda bulunduğu görülmektedir. Sosyal Güvenlik Kurumunun en son 2016 yılına ait yayınladığı verilerine göre Türkiye'de 1 yıl içerisinde 286 bin 68 iş kazası meydana gelmiştir. Bu kazalardan büyük bir çoğunluğu ölümle sonuçlanmamakla beraber birçoğu önlenebilir niteliktedir. Yine kazaların sektörler bazında dağılımına bakıldığı zaman da yine inşaat, metal ürünleri ve ana metal sanayi, gıda ürünleri imalatı gibi sektörler başı çekmektedir. Bu çalışma kapsamında izleme ve değerlendirme sistemleri ile daha görünür hale gelen ve dünyada milyonlarca insanın yaralanmasına, iş görememesine ve hatta ölümüne sebep olan iş kazalarına ve onlara neden olan risklere sektörler bazında karşılaştırma yapılarak odaklanılmıştır. Kazaların oluşumlarına bakıldığı zaman buna sebep olan birçok riskin bulunduğu ve bunların da her işkolunda farklı düzeyde kazalara etki ettiği tespit edilmiştir. Bu risklerin ağırlıklandırılması ve sektörler bazında etkilerinin analiz edilebilmesi amacıyla literatürde önce çıkan Bulanık Çok Kriterli Karar Verme yaklaşımı kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Bu aşamada alanında uzman 3 farklı karar verici ile birebir görüşmeler yapılmış ve hazırlanan ikili karşılaştırma matrisleri üzerinden değerlendirmeleri alınarak tanımlanmış olan riskler ve riskler bağlamında sektörler ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında ele alınan sektörlere (inşaat, üretim, madencilik vb.) ilişkin sıralama yapılmış ve çeşitli yönetimsel çıkarımlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş Kazası, İş Kazası Riskleri, Bulanık Çok Kriterli Karar Verme, Sektörel Karşılaştırma

PRIORITIZATION OF SECTORS WHICH OCCURS TO THE OCCUPATIONAL ACCIDENT WITH THE FUZZY MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING APPROACH IN THE CONTEXT OF RISKS

Abstract
With the development of technology day by day, control systems and traceability are developing. For this reason, it is seen that all sectors are in a much more developed state in obtaining and evaluating data compared to previous years. According to the latest data published by the Social Security Institution in 2016, 68 thousand 286 work accidents have occurred in one year in Turkey. Although most of these accidents do not result in death, many of them are preventable. When looking at the distribution of accidents on the basis of sectors such as construction, metal products and basic metal industry, food products manufacturing take the lead. Within the scope of this study, it has been focused on the basis of sectors by comparing the work accidents and the risks that cause them to become more visible with monitoring and evaluation systems and cause injuries, disability and even death of millions of people in the world. When looking at the occurrence of accidents, it has been determined that there are many risks that cause this and that they affect different levels of accidents in each sector. In order to weight these risks and analyze their impacts on the basis of sectors, the evaluation has been made by using the Fuzzy Multi-Criteria Decision Making approach that appeared in the literature. At this stage, one-to-one interviews were made with 3 different decision-makers who were experts in their fields and the sectors were weighted in the context of risks and risks that were

defined by evaluating them on the prepared binary comparison matrices. In the light of the findings obtained, a ranking was made regarding the sectors (construction, production, mining etc.) and various managerial implications were obtained.

Keywords: Occupational Accident, Occupational Accident Risks, Fuzzy Multiple Criteria Decision Making, Sectoral Comparison

CEBİRSEL GEOMETRİK KODLAR İÇİN ÖZEL DURUMDAKİ EĞRİLER

Nursabah Doğan
Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik
feslegenlik@gmail.com

Celalettin Kaya
Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi
ckaya@karatekin.edu.tr

Özet
AG-kod kavramı, Saints ve Heegard tarafından, çoklu boyutlu devirli kodları, hiperbolik olarak basamaklanmış Reed-Solomon kodlarını, Reed-Muller ve AG-kodlarının tümünü kapsayacak biçimde genişletilmiştir. Böylece, hem çoklu boyutlu devirli kodlar ve hem de AG-kodlar için bir birleşik teori ortaya konulmuş ve bu birleşik teoriye göre bir kod çözme tekniği verilmiştir. Fakat bu birleşik teorinin bir AG-koduna uygulanabilmesi için kodun üzerinde tanımlı olduğu eğrinin, bir koordinat dönüşümüyle "özel konuma" getirilmesi gerekmektedir. "Özel konumdaki eğrilerin" önemi, bu eğriler için tüm hesaplamalar rasyonel fonksiyonlar yerine polinomlarla yapılabildiğinden, böylesi durumlarda Gröbner bazların kullanılmasının mümkün hale gelmesinden kaynaklanmaktadır. Bu derleme çalışmada, yüksek lisans öğrencimin konuşmasının devamı olarak, "AG-kodlar için özel durumdaki eğriler" konusuna dair temel kavramlar kısaca özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Cebirsel Eğriler, Fonksiyon Cisimleri, AG-Kodlar, Özel Konumdaki Eğriler

CURVES IN SPECIAL POSITION FOR ALGEBRAIC GEOMETRIC CODES

Abstract
By Saints and Heegard, the notion of AG-codes has been extended to include multi-dimensional cyclic codes, hyperbolic cascaded Reed-Solomon codes, Reed-Muller codes and all AG-codes. Thereby, for both multi-dimensional cyclic codes and AG-codes, a unified theory has been revealed and with respect to this unified theory, a decoding algorithm technique has been given. But to apply this unified theory to an AG-code, the curve on which this AG-code defined must be put into "special position" by a coordinate transformation. The importance of the "curves in special position" comes from the fact that in these cases it is possible to use Gröbner bases, because for a curve in special position all the computations can be done by polynomials instead of rational functions. In this review study, as a continuation of the talk of my master of science student, the basic notions about the topic of "curves in special position for AG-codes" will be briefly summarized.

Keywords: Algebraic Curves, Function Fields, AG-Codes, Curves in Special Position

TÜRKİYE'NİN FARKLI BÖLGELERİNDEN TEMİN EDİLEN MADIMAK ÖRNEKLERİNİN BİYOAKTİF VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Nilsu MARANGOZ
Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalürji Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
nilsu_kuru@hotmail.com

Kübra DOĞAN
Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalürji Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
dogannkubraaa@gmail.com

Perihan Kübra AKMAN
Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalürji Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
pkubracicek@yahoo.com

Fatih TÖRNÜK
Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalürji Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
fthtrnk@gmail.com

Özet
Madımak (Polygonum cognatum Meissn.) bitkisi genellikle Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde yetişen ve antimutajen, antikanserojen, antioksidan ve antimikrobiyal gibi birçok biyoaktiviteye sahip endemik bir bitkidir. Bu çalışmada, Orta Karadeniz ve Orta Anadolu bölgelerinden temin edilen taze madımak bitkisinin çeşitli biyoaktif özellikleri araştırılmış ve lokasyonun bitkinin özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, kurutulmuş madımak örneklerinden elde edilen etanol ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri ile fenolik madde profilleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda Orta Anadolu ve Orta Karadeniz Bölgesinde yetişen madımak örneklerinin toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 67,30 GAEmg/g ve 58,59 GAEmg/g olarak hesaplanırken toplam flavonoid miktarları sırasıyla 50,88 CAEmg/g, ve 32,86 CAEmg/g olarak belirlenmiştir. Orta Anadolu Bölgesinden toplanan madımağın toplam fenolik ve flavonoid miktarları, Orta Karadeniz Bölgesinden elde edilene kıyasla istatistiksel olarak ($p<0,05$) daha yüksek bulunmuştur. DPPH ve CUPRAC metotları ile yapılan antioksidan aktivite testleri sonuçlarına göre, Orta Karadeniz Bölgesinde yetişen madımak bitkisinin antioksidan aktivitesinin istatistiksel olarak ($p<0,05$) Orta Anadolu Bölgesinde yetişen madımağa göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Her iki bölgeden elde edilen bitki ekstraktının Salmonella enterica subsp. enterica Typhimurium, Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 ve Staphylococcus aureus'a karşı konsantrasyona bağlı olarak yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiş, Orta Karadeniz Bölgesine ait madımağın antimikrobiyal aktivitesi daha yüksek bulunmuştur. Madımak örneklerinin fenol profilleri farklılık göstermiş olup, Rutin ve Kafeik asit sırasıyla Orta Anadolu ve Orta Karadeniz madımak örneklerinde belirlenen major fenolik bileşenler olarak belirlenmiştir. Bu araştırmanın sonucunda, Orta Karadeniz bölgesinde yetişen madımak bitkisinin Orta Anadolu'da yetişene göre daha yüksek antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Madımak bitkisinin doğal florasını bozmadan kültüre alınması çalışmalarına karar verilirken bölgelerin karşılaştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Madımak, endemik bitki, fenolik, flavonoid, antimikrobiyal

DETERMINATION OF BIOACTIVE AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF SAMPLES OF MADIMAK WHICH SUPPLIED FROM TURKEY'S DIFFERENT REGIONS

Abstract
Madimak is an endemic plant that grows in Anatolia and Black Sea regions and has many bioactivities such as antimutagen, anticancer, antioxidant and antimicrobial. In this study, various bioactive

properties of fresh madimak plant supplied from Central Black Sea and Central Anatolian Regions were investigated and the effect of the location on the properties of the plant was researched. For this purpose, antioxidant and antimicrobial activities and phenolic substance profiles of ethanol extracts of dried madimak samples were analyzed. As a result of the analysis, while the total phenolic amounts of madımak samples grown in the Central Anatolia and Central Black Sea Region are calculated as 67.30 GAEmg/g and 58.59 GAEmg/g, respectively, the total flavonoid amounts are determined as 50.88 CAEmg/g and 32.86 CAEmg/g, respectively. The total phenolic and flavonoid amounts of the madimak collected from the Central Anatolia were statistically higher ($p<0.05$) than the Central Black Sea. According to the results of antioxidant activity tests with DPPH and CUPRAC methods, it was found that the antioxidant activity of the madimak grown in the Central Black Sea Region was statistically higher than the Central Anatolia. The plant extract obtained from both regions has been found to have a high antimicrobial effect depending on concentration against Salmonella enterica subsp.enterica Typhimurium, Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus. The antimicrobial activity of the madimak grown in the Central Black Sea was higher than the Central Anatolia. Phenol profiles of madimak samples differed, Routine and Caffeic acid were determined as major phenolic components determined in madimak samples in Central Anatolia and Central Black Sea, respectively. As a result of this research, it has been concluded that the madimak grown in the Central Black Sea region has higher antioxidant and antimicrobial activity than the Central Anatolia. It is thought that it will be useful to compare the regions while deciding on the cultivation of the madimak without destroying its natural flora.

Keywords: Madimak, endemic plant, phenolic, flavonoid, antimicrobial

OPTİK ZAMAN BÖLMELİ YANSIMA ÖLÇER İLE KONNEKTÖR BAĞLANTI NOKTASI TESPİTİ SİMÜLASYONU

Abdullah Erkam Gündüz
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği
egunduz@ybu.edu.tr

Halim Haldun Göktaş
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği
goktas@ybu.edu.tr

Murat Yücel
Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği
muyucel@gazi.edu.tr

Özet
Dağıtık fiber optik sensörler, klasik sensörlere kıyasla, ucuz maliyetleri, uzun dayanıklılık süreleri, rahat muhafaza ve basit algılama metodları ile birçok uygulama alanında ilgi çekici ve cazip hale gelmişlerdir. Bu sensörler arasında, optik zaman alanlı yansımaölçerler (OTDR), özellikle fiber optik ağların yapısal dayanıklılığı, hata tespiti, zayıflama tespiti, bükülme tespiti ve kırılma tespiti gibi testler ile gözlemlemek için en yaygın kullanılan sistemlerdir. Bu çalışmada, Rayleigh gerisaçılması tabanlı klasik bir OTDR sistemi Optisystem 16 simülasyon programında tasarlanmıştır. Bu tasarımda, test olarak kullanılan fiber (FUT) 10 eşit parçaya ayrılıp, bu fiberlerin arasına sadece bir adet konnektor bağlanmıştır. Daha sonra, zaman alan analizi ile 3-dB güç düşüşüne kadar geçen süre mesafe bilgisine dönüştürülmüştür. Böylece farklı aralıklara bağlanan konnektörün lokasyon tespiti başarılı olarak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rayleigh gerisaçılması, optik zaman alanlı yansımaölçerler, lokasyon tespiti

CONNECTOR POSITION DETECTION SIMULATION USING OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETER ANALYSIS

Abstract
Distributed optical fiber sensors have become attractive and sought after in various applications owing to their low costs, longer durability, easier maintenance and simpler detection means compared to their classical counterparts. Among these sensors, the optical time domain reflectometer (OTDR) has been one of the most utilized especially in monitoring fiber network's structural integrity, namely, fault detection, attenuation detection, bending detection and break detection. In this work, a classical OTDR system based on Rayleigh backscattering is setup and simulated in Optisystem 16. In this design the fiber under test (FUT) is split into 10 equal length segments with only one connector attached in between. Then, using time domain analysis methods, time elapsed till 3-dB power drop is converted into spatial information. Therefore the exact location of connector is detected successfully.

Keywords: Rayleigh Backscattering, Optical Time Domain Reflectometer, Location Detection

121SB İZOTOPUNUN A YAKALAMA REAKSİYON TESİR KESİTLERİNİN İNCELENMESİ

Muzaffer EROĞLU
Kocaeli Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik
muzaffer4747@gmail.com

Recep TAYGUN GÜRAY
Kocaeli Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik
tguray@kocaeli.edu.tr

Özet
Kütle sayısı yaklaşık 60'ın üzerinde olan çekirdekler, önceden var olan daha hafif çekirdeklerin nötron yakalama reaksiyonları ve tamamlayıcı beta bozunmaları aracılığıyla üretilebilir. Ardışık nötron yakalamaları, bu yakalama reaksiyonlarını takiben oluşan çekirdeklerin beta-bozunma süresine kıyasla daha uzun bir sürede gerçekleşirse, bu çekirdek sentezine s-prosesi denir. Ardışık nötron yakalama reaksiyonları, bu nötron yakalamaları yoluyla ortaya çıkan çekirdeğin beta-bozunma süresine kıyasla daha kısa bir sürede gerçekleşirse, buna r-prosesi denmektedir. 74Se and 196Hg arasında 35 protonca zengin izotopun (p-çekirdekleri) üretiminden sorumlu olduğu düşünülen farklı bir çekirdek-sentezi prosesi daha vardır. P-çekirdek sentezinin modellenmesi, yaklaşık iki bin kararlı veya kararsız izotopun yaklaşık yirmi bin nükleer reaksiyonundan oluşan bir network gerektirir. Çok sayıda reaksiyonun reaksiyon hızlarını ölçmek için gerekli olan deneylerdeki zorluklar nedeniyle, p-çekirdek sentezi modeli için gerekli bu reaksiyon hızlarının hesaplanmasında kullanılan tesir kesitleri, Hauser-Feshbach istatistiksel modelini uygulayan teorik sonuçlardan alınmaktadır. İstatistiksel modellerin güvenilirliği, reaksiyon tesir kesitlerinin deneysel olarak ölçülmesi ve bunların model hesaplamaları ile karşılaştırılmasıyla, test edilmelidir. 121Sb izotopunun α yakalama reaksiyon tesir kesitlerinin araştırılması, teorik astrofiziksel reacsiyon hız hesaplamalarının testi için önemlidir. Bu çalışmada, bu reaksiyonların daha önceden ölçülmüş olan reaksiyon tesir kesitleri, TALYS istatistiksel model kodu ile hesaplanmış ve bu sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: tesir kesidi, TALYS, p-proses

INVESTIGATIONS OF A CAPTURE REACTION CROSS SECTIONS ON 121SB ISOTOPE

Abstract
Nuclei with the mass number greater than about 60 can be produced by neutron capture reactions on preexisting lighter nuclei and complementary beta-decays. If the successive neutron captures take place in a longer time compared to the beta-decay time of the nuclei through which these capture reactions proceed, they are so-called s process. If the successive neutron cepture reactions take place in a shorter time compared to the beta-decay time of the resulting nuclei through these neutron captures, they are so-called r process. There is another nucleosynthesis process that is thought to produce 35 proton-reached isotopes (p-nuclei) between 74Se and 196Hg. The modeling of p-nuclei synthesis requires a network of about twenty thousand nuclear reactions on about two thousands stable or unstable isotopes. Because of difficulties of experiments to measure reaction rates of the huge number of reactions, the cross sections, from which the reaction rates are calculated, for the p-nuclei synthesis model are taken from theoretical calculations that apply the Hauser-Feshbach statistical model. The reliability of the statistical models should be tested experimentally by measuring the cross sections and comparing them with the model calculations. Investigations of α capture reaction cross sections on 121Sb isotope are important tests of astrophysical reaction rate predictions. In this study, their previously measured reaction cross sections were compared to their calculated results by the statistical model code TALYS.

Keywords: cross section, TALYS, p-process

DİMER DİAMİN İÇEREN POLİİMİD KÖPÜKLER

Melıka PIRHASHEMI
Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüssü Polimer Bilimi ve Teknolojileri
melina.pier@yahoo.com

Emrah Çakmakçı
Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilimi ve Teknolojileri
emrah.cakmakci@marmara.edu.tr

Özet
Diamin ve dianhidrit monomerlerinin kondenzasyon polimerizasyonu sonucunda oluşan poliimidler, gösterdikleri termal kararlılık (>500°C), mekanik dayanıklık, kimyasal direnç, esneklik, biyouyumluluğu gibi üstün özelliklerinden dolayı gaz ayırma membranlarında, elektrik-elektronik devrelerde, uzay ve havacılık sanayisinde, askeri malzemelerin üretiminde, kardiyovasküler kateterlerde ve anjiyoplasti ve nöroljik cihazlar gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Köpük formunda üretilen poliimidler; ise hafif oluşları, ısı ve ses yalıtım özellikleri ile yanmaz olmaları nedeniyle özellikle uzay ve havacılık sektörleri için son derece ilgi çekici malzemeler olup, dianhidritin dimetil esteri ile polimerik izosiyanatın, su (şişirme ajanı) ve diğer katkılar varlığında (katalizör, silikon sürfaktant, hücre açıcı vb.) reaksiyonu ile sentezlenirler. Bu çalışmada poliimid köpüklere biyo içerik katmak amacıyla yağ asidi dimer diamini kullanılarak farklı kompozisyonlar hazırlanmış ve elde edilen köpüklerin su ve hekzan absorpsiyonu, yoğunluk, mekanik özellikleri, yanmazlık gibi farklı özellikleri test edilip karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak yapılan testler neticesinde poliimidlerin artan biyoiçerik ile mekanik dayanıklılığı ve yanmazlık özellikleri artarken ve su absorpsiyon yüzdesi (Hidrofobik olmasından dolayı) azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Poliimid, Köpük, Biyobazlı, Mekanik özellikler, Yanmazlık

DIMER DIAMINE CONTAINING POLYIMIDE FOAMS

Abstract
Polyimides are formed by the condensation polymerization of diamine and dianhyride monomers. Polyimide's superior features like thermal stability (>500°C), mechanical stability, chemical resistance, flexibility, biocompatibility result in usage of polyimides in gas separating membranes, electrical circuits, aerospace industry, military equipment, cardiovascular catheters, angioplasty and neurological devices. The polyimides produced in the form of foam are particularly interesting materials for aerospace and space sectors due to their light, heat and sound insulation and fireproof properties. Generally polyimides foams are synthesized by the reaction of the dimethyl ester of a dianhydride with the polymeric isocyanate in the presence of water (swelling agent) and other additives (catalysts, silicone surfactant, cell opener, etc.). In this study, various compositions of dimer diamine containing polyimide foams were prepared. Then water and hexane absorption, density, mechanical resistance and fireproofing properties of these foams were measured and the results were compared. As a result of the tests, with increasing bio-content, mechanical resistance and flammability properties increased while water absorption percentage of the foams decreased (due to hydrophobicity of the dimer diamine).

Keywords: Polyimides, Foams, Bio-based, Mechanical properties, flammability

SANTRİFÜJ DÖKÜM YÖNTEMİ İLE LRF BALIKÇILIĞI İÇİN METAL TİTREŞİM YEMİ ÜRETİMİ

Tülin ŞAHİN
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
tulsah@kocaeli.edu.tr

Hasan Yiğit Çakır
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
hasany102@gmail.com

Özet
Ülkemizde giderek gelişen sportif balıkçılık titreşim yemlerine olan talebi de arttırmıştır. Bu yemler yurtdışından ithal gelmektedir. Küçükte olsa ülke için bir gider kalemidir. Titreşim yemleri, suda yüzerlerken titreşerek avcı balıkların ilgisini çekmektedirler. Bu çalışmada mekanik özelliklerinden dolayı yem malzemesi olarak Zamak KS 2 alaşımı seçildi. Parçalar küçük boyutlu olduğu için santrifüj döküm yöntemi tercih edildi. Çalışma kolaylığı göz önüne alındığında Zamak KS 2 alaşımı için kalıp malzemesi olarak vulkanize silikon kauçuğu tercih edildi. Üretilecek parçaları 3 boyutlu olarak tasarlanıp basıldı. Yüksek vulkanizasyon sıcaklığı sebebiyle bir defaya mahsus alçı döküm yöntemi ile üretim yapıldı. Kalıptan çıkan parçaların yoğunluğu ölçülerek Zamak KS 2 alaşımın yoğunluğu ile kıyaslandı ve parça içinde boşluk oluşmadığı gözlendi. Bu çalışma ile yerli balık yemi üretiminin geliştirilmesi, dövizin ülke içerisinde kalması, hızlı ve kolay üretim yapılması amaçlandı.

Anahtar Kelimeler: Santrifüj döküm, zamak, titreşim yemi, vulkanizasyon

METAL VIBRATION FEED PRODUCTION FOR LRF FISHING BY CENTRIFUGAL CASTING METHOD

Abstract
The advancing sport fishing that has developed in our country has also increased the demand for vibration lures. These vibration lures are imported from abroad.It is an expense item for the country, even if it is small. Vibration lures attract the attention of predator fish by vibrating while swimming in the water. In this study, Zamak KS 2 alloy was chosen as feed material due to its mechanical properties. Spin casting method was preferred because the parts are small in size. Considering the ease of working conditions , vulcanized silicone rubber was preferred as the mold material for Zamak KS 2 alloy. The parts to be produced were designed and printed in 3D. Due to the high vulcanization temperature, production was made with a one-time plaster casting method. By measuring the density of the parts coming out of the mold, Zamak KS 2 was compared with the density of the alloy and no gap was observed in the part. With this study, it was aimed to improve domestic production of vibration fish lure, to remain foreign currency in the country, and to make fast and easy production.

Keywords: Spin Casting, zamak, vibration lure, vulcanization.

İZMİT'İN YERLEŞİM ALANLARINDA Kİ BİYOTOP TİPLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Elvan Beyhan
MEB Gebze Stfa Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi Biyoloji Öğretmeni
elvanbeyhan71@gmail.com

Celal YARCI
Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi/Biyoloji
celalyarci@marmara.edu.tr

Özet
Günümüzde ki temel sorunlardan biri de ekosistemin insan etkisi ile tahrip edilmesidir. Ayrıca doğal afetlerden Deprem ile de karşılaşan İzmit küllerinden yeniden doğmayı başarmaktadır.Sanayileşme ile beraber, kentlerde insan nüfüsunun ve fabrikaların artması, biyotopların doğal bitki örtüsü üzerinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Bu tahrip miktarını ölçmek için evrensel olarak kabul edilen hemerobi ölçeği kullanılmaktadır.Sanayi kenti olan İzmit te de benzeri ekosistem sorunları oluşmuştur. "İzmit'in yerleşim alanlarında ki biyotop tiplerinin karşılaştırılması" adlı bu çalışma, öncelikle, 1) İzmit Kenti'nde bulunan önemli biyotopları tespit etmek 2)Bu biyotop tiplerini çeşitli yönlerden irdelemek 3) Kentin gelişiminin, ekolojik bir temele oturtulması için, gelecekte nasıl bir gelişim göstermesi gerektiğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çalışma, 2002-2006 yılları arasında ki vejetasyon periyodlarında, yoğun arazi çalışması ağırlıklı olarak gerçekleştirilmiştir. Araziden bitki örneklerinin toplanmasından sonra, bilinen botanik yöntemlerle değerlendirilmesini takiben, teşhisleri, DAVIS (1965-1988)'e göre, biyotop teşhis ve haritalama işlemleri, KUNICK (1987)'e göre yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, İzmit'te dağılım gösteren beş biyotop tipi tespit edilmiş bulunmaktadır. Bu biyotoplar; 1)Eski Yerleşim Alanları, 2)Sık Yoğunlukta Yerleşim Alanları, 3)Orta Yoğunlukta Yerleşim Alanları, 4)Çok Katlı Modern Yerleşim Alanları, 5)Kamu Binaları olarak tanımlanmıştır. Bu biyotop tiplerinin hemerobi derecelerinin farklılık gösterdiği de, sonuçlardan anlaşılmaktadır. Elde etmiş olduğumuz sonuçlar, aynı konuda, gerek ülkemizin diğer bazı şehirlerinde, gerekse bazı Avrupa şehirlerinde yapılmış olan çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Görülen farklılıkların nedenleri irdelenmiştir. Ayrıca, kentin urban florası da büyük ölçüde ortaya çıkarılmış bu florada bulunan endemikler, kozmopolitanlar, fitocoğrafik elementler, ortaya konmuştur. Sonuçta, kentin gelecekte ekolojik temele oturarak, ne yönde bir gelişim göstermesi ve gelişen biyotopların sürdürülebilirliği hakkında önerilerde bulunulmuştur. Not: 2007 Tarihli "İzmit' in Kent planlamasında Ekolojik Verilerin Değerlendirilmesi " konulu Elvan Beyhan'ın Doktora tezine dayanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İzmit, biyotop, hemerobi, vejetasyon, kent, ekoloji

COMPARISON OF BIOTOPE TYPES IN THE RESIDENTIAL AREAS OF IZMIT

Abstract
One of the main problems today is the destruction of the ecosystem by human influence. It also manages to be reborn from the ashes of Izmit, which also encounters Earthquakes from natural disasters. With the industrialization, the increase of human population and factories in cities has a negative impact on the natural vegetation of biotopes. To measure this amount of destruction, the universally accepted hemoroby scale is used.In this study firstly; 1) To identify the important biotopes in the city of Izmit 2) To examine these biotope types from various aspects 3) To put forward the development of the city on an ecological basis, it has been done in order to reveal how it should develop in the future. The study was conducted during the vegetation periods between 2002-2006. The Collected samples werw evaluated with botanical methods, their diagnosis was made according to DAVIS (1965-1988), biotope diagnosis and mapping operations were made according to KUNICK (1987). According to the results of the study, there are five biotope types that are distributed in Izmit. These biotopes Areas are defined as; 1) Old Settlement,2) Frequent Density Settlement, 3)Medium Density Settlement,4) Multi-Storey Modern Settlement, 5)Public Buildings. It can be understood from the results that the hemmeroby levels of these biotope types differ. Our results have been compared with the some European cities . The causes of the differences are examined. In addition, the urban

flora of the city has been greatly revealed, endemics, cosmopolitan, phytogeographical elements in this flora have been revealed. As a result, suggestions were made about the city's future ecological foundation, in what direction it will develop and the sustainability of the developing biotopes. Note: Based on Elvan Beyhan's PhD thesis on "Evaluation of Ecological Data in Urban Planning of Izmit" 2007.

Keywords: Izmit, biotope, hemeroby, vegetation, urban, ecology

YÜKSEK ÇIKIŞ AKIM DALGALANMASINA SAHİP LED SÜRÜCÜLER İÇİN AKIM DALGALANMASI AZALTICI DEVRE TASARIMI, SİMÜLASYONU VE GERÇEKLENMESİ

Mehmet Caner Başol
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik Haberleşme Mühendisliği
mcbasol@akimmetal.com.tr

Serhat Yılmaz
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik Haberleşme Mühendisliği
serhaty@kocaeli.edu.tr

Özet
Enerji ve verimliliğe verilen önemin artması ile birlikte, LED'li (Light Emitting Diode) aydınlatma sistemleri, diğer aydınlatma ürünlerine göre daha avantajlı bir konuma gelmiştir. LED'li aydınlatma sistemleri, verimlilik dışında uzun ömür ve düşük bakım maliyeti sağlaması da tercih edilme sayısını arttırmaktadır. Ancak tüm avantajlarına rağmen, çıkış akım dalgalanması belli bir seviyenin üstünde olan LED Sürücüler kullanıldığı takdirde stroboskopik etkilere ve insanlarda baş ağrısına yol açtığı klinik çalışmalar ile ispatlanmıştır. Bu sebeple, çıkış akım dalgalanması belli bir seviyenin altında olan LED sürücü kullanılması problemlerin çözülmesi için önemlidir. Bu çalışma, yüksek çıkış akım dalgalanmasına sahip LED Sürücüler için tasarlanmış "Akım Dalgalanması Azaltıcı Devresi" incelenmiştir. Çalışma içerisinde; analog devre tasarımı, simülasyonu ve deneysel sonuçlar yer almaktadır. Çalışmanın sonuç kısmında; matematiksel hesaplamalar, simülasyon sonuçları ve gerçek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: LED Sürücü, Düşük Akım Dalgalanması, Stroboskopik Etki

CURRENT REMOVER CIRCUIT DESIGN, SIMULATION AND IMPLEMENTATION FOR LED DRIVERS WITH HIGH OUTPUT CURRENT FLUCTUATION

Abstract
With the increasing importance given to energy and efficiency, LED (Light Emitting Diode) lighting systems have become more advantageous compared to other lighting products. Apart from efficiency, LED lighting systems increase the number of preferences as it provides long life and low maintenance costs. However, despite all its advantages, it has been proven by clinical studies that LED Drivers with output current fluctuation above a certain level cause stroboscopic effects and headache in humans. For this reason, it is important to use the LED driver whose output current fluctuation is below a certain level to solve the problems. In this study, "Current Remover Circuit" designed for LED Drivers with high output current fluctuation is examined. The study includes analog circuit design, simulation and experimental results. In the conclusion of the study; mathematical calculations, simulation results and real results are compared.

Keywords: LED Driver, Low Current Ripple, Stroboscopic Effect

SEKONDER METABOLİTLER VE ÜRETİM YOLLARI

Banu DOĞAN
Kocaeli Üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü /Biyoloji
banudogan5454@gmail.com

Ahmet AYGÜN
Kocaeli Üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü /Biyoloji
ahmet.aygun@kocaeli.edu.tr

Özet
Bitkilerde sentezlenen fotosentez ürünü olmayan ve ekonomik açıdan önemli olan sekonder bileşikler ilaç sektöründe, parfümeride, kimyada, kozmetikte, tekstil gibi çok farklı alanlarda kullanılan ekonomik açıdan önemli bileşiklerdir. Bu bileşikler kendi içerisinde fenolik bileşikler, terpenler, alkaloidler ve glikozidler olmak üzere bölümlere ayrılırlar. Bu bileşiklerin bitkide bulunma oranları, bulunma yerleri farklılık gösterir. Sekonder metabolitlerin doğadan elde edilmesinde karşılaşılan bir takım zorluklar vardır. Bitkilerin doğadan bilinçsizce toplanması, iklim koşulları, bitki veriminin düşük olması, iş gücü gerektirmesi gibi sorunların önüne geçmek ve daha fazla ürün verimi elde edebilinmesi amacıyla in vitro doku kültürü yöntemleri kullanılmaktadır. Kültürlerin istenilen verimi vermesi için en uygun besi yeri, ışık, sıcaklık, bitki büyüme düzenleyicisinin konsantrasyonları yapılan çalışmalarla belirlenmektedir. Bu çalışmada in vitro doku kültürü ile sekonder metabolit elde edilmesi ve metabolit arttırma yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki doku kültürü, in vitro, sekonder metabolit

SECONDARY METABOLITES AND PRODUCTION WAYS

Abstract
Secondary compounds that are not photosynthesis products and economically important synthesized in plants are economically important compounds used in many different fields such as pharmaceutical industry, perfumery, chemistry, cosmetics, textile. These compounds are divided into phenolic compounds, terpenes, alkaloids and glycosides. The presence of these compounds in the plant, their location varies. There are a number of difficulties in obtaining secondary metabolites from nature. In vitro tissue culture methods are used in order to prevent problems such as unconscious collection of plants from the nature, climatic conditions, low plant yield, requiring labor force and obtain more product yield. In order for the cultures to yield the desired yield, the most suitable medium, light, temperature and concentrations of the plant growth regulator are determined by the studies conducted. In this study, it is mentioned about obtaining secondary metabolites with in vitro tissue culture and increasing metabolite methods.

Keywords: Plant tissue culture, in vitro, secondary metabolite

ADİPOZ DOKU VE WHARTON JELİ KAYNAKLI MEZENKİMAL KÖK HÜCRE KÜLTÜRLERİNDE FARKLI TİP MİKROTAŞIYICILARIN BDNF SEVİYESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Gülsemin Çiçek
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üremeye Yardımcı Tedavi Merkezi Histoloji ve Embriyoloji
gulseminyuksel@gmail.com

Emine Utlu özen
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Etlik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üremeye Yardımcı Tedavi Merkezi Histoloji ve Embriyoloji
emineutluozen@gmail.com

Özet
Mezenkimal kök hücrelerin (MKH) doku mühendisliği ve rejeneratif tıp için değerli bir hücre kaynağı olduğu bilinmektedir. Hücresel terapilerde kullanılan kök hücrelerin daha çok miktarda elde edilmesi veya hücre kültürlerinin optimizasyonu amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Geleneksel olarak günümüzde kullanılan 2 boyutlu(2D) hücre kültürlerinin yanında, 3 boyutlu (3D) kültür yöntemleri hücre biyolojisi ve performansında önemli role sahiptir. Çünkü 3D modeller, optimal hücre büyümesi, farklılaşması ve fonksiyonu için uygun mikro ortam sağlar ve karmaşık hücresel etkileşimleri sayesinde, in vivo koşulları 2D'den daha yakından taklit eder . Mikrotaşıyıcılar küçük hacimlere çok sayıda hücre bağlanmasını sağlamak için çeşitli sentetik veya doğal(kollajen, jelatin vb.) polimerle kaplanmış boncuklardır. BDNF(Brain Derived Neutotrophic Factor), merkezi ve periferik sinir sisteminde ve nöronal olmayan dokularda eksprese edilir, nörojenez, nöronal gelişim, nöronal plastisite, sinaptik fonksiyon ve kanser, anjiyogenez gibi diğer süreçlerde önemli bir rol oynar. Literatürde MKH'lerin BDNF, hepatosit büyüme faktörü, vasküler endotelyal büyüme faktörlerİ gibi büyüme faktörleri ürettiklerini göstermiştir. MATERYAL-METOT: Çeşitli kültür parametrelerinin etkisini değerlendirmek amacıyla hillex2(solohill) ve pronektin(solohill) mikrotaşıyıcılarla, adipoz doku ve wharton jeli kaynaklı(ATTC PCS 500-010, ABD) MKH kültürlerini değerlendirdik. Hücre kültürleri DMEM (Dulbecco's Modified Eagles Medium)'e %7,5 oranında platelet lizat ve penisilin-streptomisin-glutamin ilavesiyle; %5 O2, %5 CO2 ve %90 azot içeren ortamda yapıldı. Hücre kültür sıvısında, ELISA yöntemi ile BDNF seviyelerini karşılaştırdık. SONUÇLAR: Lizatlanmış kültür ortamındaki BDNF seviyesi,3D ortamdakilere kıyasla 2D kültür seviyelerinde önemli ölçüde düşüktü. Mikro taşıyıcı ile yaptığımız kültürlerde, kültürün 6. günü (% 75-80 doluluk olduğunda) BDNF seviyelerinde anlamlı derecede yüksekti. En yüksek BDNF düzeyine sahip grup Hillex mikro taşıyıcılı gruptu. Adipoz doku ve Wharton Jeli kaynaklı MKH grupları arasında BDNF düzeylerinde önemli bir fark elde edilemedi.

Anahtar Kelimeler: Kök hücre, mikrotaşıyıcı, BDNF

COMPARISON OF THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF MICROCARRIER ON BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR LEVELS IN ADIPOSE TISSUES- AND WHARTON'S JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS CULTURES

Abstract
Mesenchymal stem cells (MSC) are known to be a valuable cell source for tissue engineering and regenerative medicine. Various methods have been developed in order to obtain more amount of stem cells used in cellular therapies or to optimize cell cultures. Besides the 2-dimensional (2D) cell cultures traditionally used today, the 3-dimensional (3D) culture methods have an important role in cell biology and performance. Because 3D models provide suitable micro-media for optimal cell growth, differentiation and function, and, thanks to their complex cellular interactions, imitate in vivo conditions more closely than 2D. Microcarriers are beads coated with a variety of synthetic or natural

(collagen, gelatin, etc.) polymer, to allow large numbers of cells to be attached to small volumes. BDNF (Brain Derived Neutotrophic Factor) is expressed in the central and peripheral nervous system and non-neuronal tissues, plays an important role in neurogenesis, neuronal development, neuronal plasticity, synaptic function and cancer, angiogenesis. It has been shown in the literature that MSC produce growth factors such as BDNF, hepatocyte growth factor, vascular endothelial growth factors. MATERIAL-METHOD: In order to evaluate the effect of various culture parameters, we evaluated MSC cultures from adipose tissue and wharton jelly (ATTC PCS 500-010, USA) with hillex2 (solohill) and pronectin (solohill) microcarriers. Cell cultures by adding 7.5% platelet lysate and penicillin-streptomycin-glutamine to DMEM (Dulbecco's Modified Eagles Medium); It was performed in an environment containing 5% O2, 5% CO2 and 90% nitrogen. We compared BDNF levels in the cell culture fluid with the ELISA method. RESULTS: The BDNF level in the culture medium was significantly lower at 2D culture levels compared to those in the 3D medium. In our cultures with microcarrier, the 6th day of the culture (when 75-80% full) was significantly higher in BDNF levels. The group with the highest BDNF level was the Hillex microcarrier group. No significant difference in BDNF levels was found between adipose tissue and wharton jelly derived MSC cell groups.

Keywords: Stem cell, microcarrier, BDNF

ADİPOZ DOKU VE WHARTON JELİ KAYNAKLI KÖK HÜCRELERDE 3D KÜLTÜRDE EMBRİYONİK ANTİJEN EKSPRESYONLARININ ARAŞTIRILMASI

Gülsemin Çiçek
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üremeye Yardımcı Tedavi Merkezi Histoloji ve Embriyoloji
gulseminyuksel@gmail.com

Fatma Öz Bağcı
Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji
drfatmaoz_88@hotmail.com

Özet
Yağ dokusu ve Wharton Jeli (WJ), preklinik ve klinik çalışmalarda kullanılan iki önemli mezenkimal kök hücre (MKH) kaynağıdır. Rejeneratif tıp ve doku mühendisliği alanında gelecekte büyük potansiyeli olan kök hücreler iki boyutlu olarak hücre kültürlerinde üretilebilmektedir. Büyük ölçekli MKH ' lerin üretiminde ise mikro taşıyıcılı 3D kültür sistemleri araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Kök hücrelerin yüzey antijen ekspresyonları onların karakteristiğini tanımlamakla beraber; farklılaşma , çoğalma ve multipotentlik özelliklerinin de ne ölçüde güçlü olduğunu ifade etmeye yarar. Embriyonik döneme ait pluripotentlik hücre yüzey antijenlerinin somatik kök hücrelerde araştırılması gündeme gelmiştir. İki farklı mikrotaşıyıcı kullanarak 3D kültür sisteminde WJ ve adipoz doku kökenli MKH ‘lerde TRA1-60, Sox-2, Nanog, Oct-4, SSEA- 4 hücre antijenlerinin hücre akış sitometrisi ile ekspresyonunu incelemeyi amaçladık. Embriyonik kök hücre antijenlerinin farklı oranlarda iki farklı hücre grubunda eksprese edildiğini gözlemledik. Özellikle Wharton Jeli kaynaklı MKH ‘lerde SSEA4 yüzey antijeninin daha fazla miktarda eksprese edildiğini gözlemledik. Embriyonik döneme ait hücre yüzey işaretleyicilerinin MKH üzerindeki rolü, daha ileri araştırma ve merak konusudur.

Anahtar Kelimeler: kök hücre , hücre akış sitometrisi , pluripotentlik , mikrotaşıyıcı

INVESTIGATION OF EMBRYONIC ANTIGEN EXPRESSIONS IN 3D CULTURE IN STEM CELLS DERIVED FROM ADIPOSE TISSUE AND WHARTON JELLY

Abstract
Adipose tissue and Wharton Jelly are two important mesenchymal stem cell (MSC) sources used in preclinical and clinical studies. Stem cells, which have great potential in the field of regenerative medicine and tissue engineering, can be produced in monolayer cell cultures in two dimensions. Microcarrier 3D culture systems attract the attention of researchers in the production of large-scale MSCs. Although surface antigen expressions of stem cells define their characteristics; It is also used to express how strong the differentiation, proliferation and multipotency characteristics are. The investigation of pluripotency cell surface antigens belonging to the embryonic period in somatic stem cells has come to the agenda. We aimed to investigate the expression of TRA1-60, Sox-2, Nanog, Oct-4, SSEA-4 cell antigens by flow cytometry in Wharton Jelly and adipose tissue-derived MSCs using two different microcarriers. We have observed that embryonic stem cell antigens are expressed in two different cell groups at different rates. Especially in WJ-derived MSCs, we observed that SSEA4 surface antigen was expressed more. The role of embryonic cell surface markers on MSC is further research and curiosity.

Keywords: stem cell, flow cytometry, pluripotency, microcarrier

EFFECTS OF METAL OXIDE LAYER DEPOSITION TECHNIQUE ON ORGANIC POLYMER SOLAR CELLS EFFICIENCY

İdris CANDAN
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik
idris.candan@kocaeli.edu.tr

Abstract
The organic photovoltaics solar cells have attracted a lot of attention over the last few decades. Comparing with conventional photovoltaic materials, polymer based organic solar cells offer many practical advantages due to low-cost and easy fabrication techniques, and potential to deposit on flexible materials. Additionally, organic polymer materials also have relatively high absorption coefficients (~4x105 cm-1) in the visible range of electromagnetic spectrum. A typical conductive polymer based solar cell has a sandwiched structure with anode, photoactive material, and cathode. In order to improve device performances, it is often to introduce interfacial layers between the anode and cathode interfaces. These interfacial layers can be conductive polymers, nano-structure materials or metaloxides. In addition to these properties, the organic solar cells are the potential to double the efficiency by using the tandem structure. In this study, the blended of poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT) and [6,6]-phenyl C61-butyric acid methyl ester (PCBM) bulk heterojunction (BHJ) photoactive layer has been used to produce inverted polymer solar cells (IPSC). In order to deposit metal oxide layers, two different methods were used, RF magnetron sputtering and spin-coating methods. Metal oxide of TiO2, SnO2 and ZnO were coated on well cleaned ITO and FTO. Spin-coater method was used to produce the P3HT:PCBM organic photoactive thin film layer on the metal oxide layers. The hole-collecting layer of molybdenum trioxide (MoO3) and the top metal electrode of silver (Ag) layers were deposited on the Glass/FTO or ITO/Metal oxide/P3HT:PCBM by using thermal evaporation method. The surface morphology, structural and optical properties of TiO2, SnO2 and ZnO electron selective layers were studied by performing X-ray diffraction (XRD), confocal Raman spectroscopy, transmittance spectra and Atomic Force Microscope (AFM). Produced IPSC devices with TiO2 SnO2 and ZnO thin films indicated the best device performance with PCE values in between 2.18 and 3.91%.

Keywords: Inverted Polymer Solar Cells, P3HT:PCBM, Metal oxide layer, Rf Sputtering, Spin Coating

MWCNT/SIS/EOC TERMOPLASTİK ELASTOMER ESASLI NANOKOMPOZİTLER: ELEKTRİK, MEKANİK VE ŞEKİL HAFIZASI ÖZELLİKLERİ

Emre Tekay
Yalova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Polimer Malzeme Mühendisliği
emre.tekay@yalova.edu.tr

Özet
Isı ile tetiklenen şekil hafızalı polimerler akıllı malzemeler arasında yer alır ve bir ısı uyarıcı yardımıyla şekil değiştirme kabiliyetine sahiptirler. Bu malzemeler, yapılarıda şekil sabitleme işleminden sorumlu olan bir anahtar bileşen ve şekil geri kazanımından sorumlu olan bir elastomerik bileşenden oluşan iki fazlı sistemlerdir. Kopolimerlerle karşılaştırıldığında, elastomerik ve yarı-krital polimer harmanlarının hazırlanması şekil hafızalı polimerlerin üretimi için maliyet ve üretim kolaylığı sağlamaktadır. Elektrik iletken şekil hafızalı polimer nanokompozitler ise aktüatör ve sensör uygulamaları için potansiyel malzemelerdir. Elektrik yalıtkan polimerler, karbon nanotüp gibi dolgular kullanılarak elektrik iletken hale getirilebilmektedir. Karbon nanotüp (MWCNT), grafen tabakalarının içi boş silindir şeklinde katlanmasıyla oluşan, .çok iyi elektrik ve ısı iletkenliğine sahip bir karbon allotropudur. Bu çalışmada, içerisinde ağırlıkça % 50 poli(stiren-b-izopren-b-stiren) (SIS) ve ağırlıkça % 50 poly(etilen-ko-1-okten) (EOC) ve değişik oranlarda (1, 3, 5 and 10 phr) çok-duvarlı karbon nanotüp içeren iletken nanokompozitler eriyik harmanlama yöntemiyle üretilmiştir. SIS polimeri, şekil hafızalı polimer kompozit içerisinde, elastomerik bileşen olarak şekil geri kazanımı için gerekli olan entropik kuvveti sağlarken, EOC kopolimeri ise yapısındaki kristal faz sayesinde şekil hafızalı kompozitin geçici şeklini korumasını sağlamıştır. Polimer harmanın elektriksel hacim direnci, MWCNT miktarı arttıkça azalmıştır ve 10 phr MWCNT kullanımı ile yaklaşık 12 Ω.cm'ye düşmüştür. Aynı nanokompozitin, yaklaşık % 95 şekil sabitleme oranı ve % 77 şekil geri kazanımı sergilediği bulunmuştur. Üretilen nanokompozitlerin çekme modül değerleri içerdikleri MWCNT miktarı arttıkça yükselmiş, ancak kopma uzaması değerleri MWCNT'lerin polimer molekül hareketlerini kısıtlamasından dolayı düşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Şekil hafızası, MWCNT, SIS, EOC, nanokompozit

MWCNT/SIS/EOC THERMOPLASTIC ELASTOMER BASED NANOCOMPOSITES: ELECTRICAL, MECHANICAL AND SHAPE MEMORY PROPERTIES

Abstract
The heat-triggered shape memory polymers are among the smart materials and have shape changing ability with the help of a heat stimulant. These materials are two phase systems which include a switch component responsible for shape fixing and an elastomeric component responsible for shape recovery in their structures. Compared to copolymers, the preparation of elastomeric and semi-crystalline polymer blends provides low cost and ease of production for the production of shape memory polymers. Electrically conductive shape memory nanocomposites are polymeric materials which are potential candidates for actuator and sensor applications. Electrically insulating polymers can be made electrically conductive by using fillers such as carbon nanotubes. Carbon nanotube (MWCNT) is a carbon allotrope that has very good electrical and thermal conductivity, formed by rolling-up the graphene layers forming a hollow cylinder. In this study, novel conductive nanocomposites which have 50 wt % poly (styrene-b-isoprene-b-styrene) (SIS) and 50 wt % poly(ethylene-co-1-octene) (EOC) and different proportions (1, 3, 5 and 10 phr) of multi-walled carbon nanotubes were produced by melt blending method. The SIS polymer provides the entropic force required for shape recovery as an elastomeric component in the shape memory polymer composite, while the EOC having crystalline phase fixes the temporary shape of the shape memory composite. The conductivity tests showed that the volume resistance of the polymer blend decreased as the amount of MWCNT increased and it decreased to about 12 Ω.cm with the use of 10 phr MWCNT. The same nanocomposite also displayed approximately 95% shape fixing ratio and 77% shape recovery ratio. The tensile moduli of the

nanocomposites increased with increasing MWCNT content, however the elongation at break values reduced due to the restriction of polymer molecules' movements by MWCNTs.

Keywords: Shape Memory, MWCNT, SIS, EOC, nanocomposites

MARDİN İLİ ARTUKLU, ÖMERLİ ve YEŞİLLİ İLÇELERİNİN BAZI KÖYLERİNDE ETNOBOTANİK ÇALIŞMA

Cebrail EKSİK
Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
fennn47@gmail.com

Hasan AKAN
Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
hakan@harran.edu.tr

Özet
Bu araştırma 2018–2020 yılları arasında yapılmıştır. Mardin'in ilçelerinden Artuklu'ya bağlı 11, Ömerli'ye bağlı 6 ve Yeşilli'ye bağlı 3 köy olmak üzere toplam 20 köyde araştırmalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda etnobotanik özellikleri belirlenen bitkilerin kullanım amaçları ve kullanım biçimleriniaraştırmak amaçlanmıştır. Bu çalışmada 60 familya ve 156 cinse bağlı 222 (173 tür, 29 alttür ve 20 varyete) takson tespit edilmiştir. Asteraceae (28 takson), Fabaceae (24 takson), Lamiaceae (16 takson), Rosaceae (15 takson), Apiaceae (10 takson), Poaceae (7 takson), Brassicaceae (6 takson), Papaveraceae (6 takson), ve Malvaceae (6 takson) ile ençok takson içeren familyalardır. Tespit edilen en fazla taksona ait cinsler Trifolium (6 takson), Allium (5 takson), Achillea (4 takson), Cerasus (4 takson), Lathyrus (4 takson), Centaurea (3 takson), Convolvulus (3 takson), Euphorbia (3 takson), Geranium (3 takson), Mentha (3 takson), Ranunculus (3 takson), Rosa (3 takson) ve Vicia (3 takson)' dur. Araştırma alanında toplanmış 223 taksondan 213'sinin etnobotanik özelliği tespit edilmiştir. Bitkilerin etnobnonik kullanım amaçları; gıda (112 takson), tıbbi (108 takson), hayvan yemi (41 takson), yakacak (14 takson), sepet yapımı (7 takson), aroma verici (7 takson), sabun yapımı (6 takson), süpürge yapımı (5 takson), baharat (5 takson), oyuncak (5 takson), süs bitkisi (5 takson), diğerleri (69 takson)'dur.

Anahtar Kelimeler: Etnobotanik,Mardin, Artuklu, Yeşilli, Ömerli

ETHNOBOTANIC STUDY OF SOME VILLAGES OF ARTUKLU, OMERLI AND YESILLI DISTRICTS IN MARDIN PROVINCE

Abstract
This research was conducted between 2018-2020. As a result of the research, it was aimed to investigate the purposes and usage methods of the plants whose ethnobotanical characteristics are determined. In this study, 222 taxa (173 species, 29 subspecies and 20 varieties) taxa belonging to 60 families and 156 genera were determined. Asteraceae (28 taxa), Fabaceae (24 taxa), Lamiaceae (16 taxa), Rosaceae (15 taxa), Apiaceae (10 taxa), Poaceae (7 taxa), Brassicaceae (6 taxa), Papaveraceae (6 taxa), and Malvaceae (6 taxa) and families with the most taxa. Breeds belonging to the highest taxa detected are Trifolium (6 taxa), Allium (5 taxa), Achillea (4 taxa), Cerasus (4 taxa), Lathyrus (4 taxa), Centaurea (3 taxa), Convolvulus (3 taxa), Euphorbia (3 taxa), Geranium (3 taxa), Mentha (3 taxa), Ranunculus (3 taxa), Rosa (3 taxa) and Vicia (3 taxa). Ethnobotanical characteristics of 213 of 223 taxa collected in the research area were determined. Purposes of ethnobnonic use of plants; food (112 taxa), medical (108 taxa), animal feed (41 taxa), firewood (14 taxa), basket making (7 taxa), flavoring (7 taxa), soap making (6 taxa), broom making (5 taxons), spices (5 taxa), toy (5 taxa), ornamental plants (5 taxa), others (69 taxa).

Keywords: Etnobotany,Mardin, Artuklu, Yeşilli, Ömerli

HARRAN ÜNİVERSİTESİ (OSMANBEY, EYYÜBİYE, YENİŞEHİR ve ŞAİRNABİ KAMPÜSLERİ) PEYZAJ BİTKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Remziye YAYĞIN
Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
rmzy_peyzaj@outlook.com

Hasan AKAN
Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
hasanakan1972@gmail.com

Özet
Bu çalışmada Harran Üniversitesi (Osmanbey, Eyyübiye, Şairnabi, Yenişehir Kampüsleri) 'nde bulanan Peyzaj süs bitkileri belirlenmiştir. Bu çalışma doğrultusunda yetişmesi uygun ve uygun olmayan bitkiler saptanıp öneriler sunulmuştur. Çalışma kapsamında ibreli ağaçlar, yapraklı ağaçlar, çalılar ve yer örtücü bitkiler (mevsimlik çiçekler hariç) yer alıp, kampüslerdeki bitki temelini oluşturan 48 familya ve 77 cinsi kapsayan 108 ağaç, çalı ve yer örtücü türü tespit edilip, incelenmiştir. Bitkilerin dendrolojik özellikleri ve taksonomisi hakkında açıklamalara yer verilmiştir. Üniversite kampüslerinde böyle bir çalışmanın yapılmış olması, aynı zamanda bir arşiv görevi görmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, Harran Üniversitesine ait farklı kampüslerde bir sonraki Peyzaj çalışmalarında yol gösterici olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Şanlıurfa, Harran üniversitesi, Peyzaj, Vegetation, Dendroloji

HARRAN UNIVERSITY (OSMANBEY, EYYÜBİYE, YENİŞEHİR CAMPUSES) DETERMINATION OF LANDSCAPE PLANTS

Abstract
In this study, Landscape ornamental plantsfound in Harran University (Osmanbey, Eyyübiye, Şairnabi, Yenişehir Campuses) were determined. In line with this study, suitable and unsuitable plants are determined and suggestions are presented. Within the scope of the study, coniferous trees, leafy trees, shrubs and ground cover plants (excluding seasonal flowers) and 108 trees, shrubs and groundcover species covering 48 families and 77 species, which constitute the plant foundation in the campuses, were identified and examined. Explanations about the dendrological characteristics and taxonomy of plants are included.It is aimedthat such a study was carriedout on university campus esandalsotoserve as an archive. Thisstudy will be a guide in thenext Landscapestudies in different campuses of Harran University.

Keywords: Sanliurfa, harranUniversity, landscape, Vegetation, Dendrology

HARRAN ÜNİVERSİTESİ HERBARYUM'UNDAKİ (HARRAN) GEOFİT FAMİLYALARININ YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Noor Al Hasan
Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enst Biyoloji
nour1990.nt@gmail.com

Hasan Akan
Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji
hakan@harran.edu.tr

Özet
Geofitler (soğanlı, yumrulu, yumru köklü, rizomlu vs.) Türkiye florasının önemli elemanlarındandır. Ülkemizdeki geofitlerin sayısının çeşitli kaynaklarda 1000 civarında olduğu belirtilmektedir. Dünya üzerinde yaklaşık 4300 geofit olduğu dikkate alındığında, ülkemizin bu grup bitkiler açısından ne kadar önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma, 2018 ve 2020 yılları arasında Harran Üniversitesindeki Herbaryumu (HARRAN)'unda bulunan Geofit Bitkilerin koleksiyonunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. HARRAN Herbaryumunda bulunan Geofitlere ait 720 bitki örneği incelenmiştir. Toplamda, 5 familya ve 26 cinse ait 126 takson belirlenmiştir. Takson sayısı bakımından en fazla takson içeren cinsler şunlardır: Allium L. (26), Ornithogalum L. (12), Gagea Salisb. (14), Bellevalia Lapeyr. (6) ve Iris L. (9).

Anahtar Kelimeler: Geofit, flora , Harran, Şanlıurfa, Türkiye

EVALUATION OF GEOFIT FAMILIES IN HARRAN UNIVERSITY HERBARIUM (HARRAN)

Abstract
Geophytes (bulbs, tubers, tuber, rhizomes, etc.) are important elements of Turkey's flora. It is stated that the number of geophytes in our country is around 1000 in various sources. Considering that there are approximately 4300 geophytes in the world, it is seen how important our country has in this group of plants. This study was carried out between 2018 and 2020 to determine the collection of Geofit Plants in the Herbarium of Harran University (HARRAN). The study material consists of samples of herbarium belonging to Geofit families in Harran University Herbarium (HARRAN). These examples were identified using the work named 'Flora of Turkey' (Davis 1965-1985). 720 plant samples belonging to the geophytes in HARRAN Herbarium were examined. In total, 126 taxa belonging to 5 families and 26 genera were determined. In terms of the number of taxa, the genera containing the most taxa are: Allium L. (26), Ornithogalum L. (12), Gagea Salisb. (14), Bellevalia Lapeyr. (6) and Iris L. (9).

Keywords: Geophytes, flora, Harran, Sanliurfa, Turkey

HEPATOSELÜLER KANSER HÜCRE ÇOĞALMASINDA KOLİNERJİK VE EPİDERMAL BÜYÜME FAKTÖRÜ RESEPTÖR ANTAGONİSTLERİNİN ETKİSİ

Banu Aydin
Marmara Üniversitesi Tip fakültesi Biyofizik
banu.aydin@gmail.com

Özet
Hepatoselüler karsinom (HCC), karaciğerin en sık görülen primer malignitesidir. Henüz, HCC' in özgün tedavisi için hiçbir ilaç tanımlanmamıştır. Primer HCC tümörlerinin tedavisinde kullanılan ilaçlar, tümör metastazına karşı mücadelede kullanılan ilaçlara benzer. Tedavide kullanılan sitotoksik ilaçlar sisplatin, doksorubisin ve 5-FU'dur. EGFR sinyal ileti yolağının HCC metastazının gelişmesinde önemli rol oynadığı gösterilmiştir, ancak etki mekanizması henüz tanımlanmamıştır. HCC hücre çoğalmasında asetilkolinesteraz ve asetilkolin reseptörlerinin rolü olabileceği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Hepatik karsinogenezde kolinerjik sistemin işlevi ve moleküler mekanizması henüz bilinmemektedir. AChE'nin HEPG2 hücreleri üzerinde tümör baskılayıcı rolü olduğu daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Bu bulgu hepatosellüler karsinoma karşı potansiyel terapötik bir yaklaşım olabilir. Yağ asidinin indüklediği steatozun hücresel apoptoz üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmalar, PA (palmitik asit) ve OA (oleik asit) karışımlarının neden olduğu steatozun hepatosit hücre kültürlerinde apoptoz ile ilişkili olduğunu gösterilmiştir. Ayrıca, insan karaciğer tümör örnekleri, normal doku ile karşılaştırıldığında AChE aktivitesinde bir azalma sergilemiştir. Çalışmamız, hepatoselüler steatozun deneysel modelinde, kolinerjik sistemin ve EGFR antagonistlerinin hücre proliferasyonu üzerindeki etkisi gösterebilmek için tasarlanmıştır. Model sistem olarak HEPG2 hücreleri kullanarak, EGFR ve / veya kolinerjik reseptörlerin ve kombinasyon halinde kullanılan 5-FU antikanser ilacının sinerjistik etkilerini analiz esilmiştir. M3R ve EGFR yolunun aktivasyonunun ACh ile indüklenen hücre proliferasyonu için potansiyel bir mekanizma olabileceğini önermekteyiz. Ayrıca, 5-FU ile birlikte uygulanan kolinerjik antagonistlerin, normal HEPG2 hücrelerine göre steatotik HEPG2 hücrelerinde hücre canlılığını ve apoptozu daha fazla etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hepatocelülar kanser, apoptoz, kolinerjik sistem

EFFECTS OF CHOLINERGIC AND EGF RECEPTORS ANTAGONISTS ON HEPG2 AND STEATOTIC HEPG2 CELL PROLIFERATION

Abstract
Hepatocellular carcinoma (HCC) is the most common primary malignancy of the liver. To date, no drug has been identified for the specific treatment of anti-metastasis in HCC. The drugs used in the treatment of primary HCC tumors are similar to the ones used in the fight against tumor metastasis. The cytotoxic drugs used in the treatment are cisplatin, doxorubicin and 5-FU. The EGFR pathway plays an important role in promoting HCC metastasis, although the mechanism remains unclear. A cholinergic system with acetylcholinesterase and acetylcholine receptors has been detected in HCC. The function and molecular mechanism of the cholinergic system in hepatic carcinogenesis is unknown. AChE has a tumor suppressor role on HEPG2 cells. This finding may be a potential therapeutic approach against hepatocellular carcinoma. There is increased evidence suggesting the anti-tumor activity of that AChE. This activity could be the result of cancer-induced changes in the AChE activity level, or in the protein level or both. Studies on the effect of fatty acid-induced steatosis on cellular apoptosis have demonstrated that PA (palmitic acid) and OA (oleic acid) mixtures-induced steatosis is associated with apoptosis in hepatocyte cell cultures. Moreover, human liver tumor samples exhibited a decrease in AChE activity as compared with normal tissue. The present study was designed to define an experimental model of hepatocellular steatosis with a cholinergic system and show the effect of 5-FU on cell proliferation. Using hepatoma cells as a model system, we analyzed the synergistic effects of EGFR and/or cholinergic receptors and 5-FU anticancer drug used in combination. We suggested that the activation of M3R and EGFR pathway might be a potential mechanism for ACh induced cell proliferation. Furthermore cholinergic antagonists combined with 5-

FU seemed to affect the cell viability and the apoptosis in more steatotic HEPG2 cells than normal HEPG2 cells.

Keywords: Hepatocellular carcinoma, apoptosis, cholinergic system.

KAUÇUK İLE TOKLAŞTIRILMIŞ KIRPILMIŞ KARBON ELYAF TAKVİYELİ PEIT KOMPOZİTLERİ: ELASTOMER MİKTARININ ETKİSİ

Özgenur İnan
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilimi ve Teknolojisi
inannozgee@gmail.com

Ayşegül Uzuner
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilimi ve Teknolojisi
ayseguluzuner95@gmail.com

Mehmet Kodal
Kocaeli Üniversitesi Kocaeli Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri
mehmetkodal32@gmail.com

Güralp Özkoç
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
guralpozkoc@gmail.com

Özet
Günümüzde endüstriyel ve akademik çalışmalardaki motivasyon kaynaklarının başında sürdürülebilir hammadde kullanarak çevre dostu polimerlerle olan çalışmalar gelmektedir. Mısır, patates ve buğday gibi yenilenebilir hammaddelerden üretilen ve çevre dostu bir polimer olan poli(etilen teraftalat–ko-izosorbit) (PEIT), glikozun hidrojenasyonu sonucu meydana gelen sorbitolün, izosorbide dehidrasyonu ile elde edilmektedir. PEIT'in camsı geçiş sıcaklığının (Tg) 80-180°C aralığında olması, poliesterler ile birlikte geniş mühendislik uygulamalarında kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, izorsorbit konsantrasyonundaki bir miktar artış bile PEIT'in Tg değerinde 3°C'lik bir artışa neden olurken darbe dayanımını ise olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumu bertaraf etmek için çalışma kapsamında poliester türü bir termoplastik elastomer (PTPE) kullanılarak PEIT'in darbe dayanımının artırılması hedeflenmiştir. Bununla birlikte, PTPE ilavesi sonrası PEIT'te peklik/tokluk dengesinin sağlanabilmesi amacıyla örnekler kısa karbon elyaf (CCF) ile takviye edilmiştir. PEIT/PTPE/CCF örnekleri Xplore model bir çift vidalı mikro-harmanlayıcıda 100 rpm vida hızı ve 3 dakika alıkonma süresinde karıştırıldıktan hemen sonra Xplore model mikro-enjeksiyon kalıplama cihazında kalıplanarak standart test örnekleri elde edilmiştir. PEIT/PTPE/CCF kompozitlerinin mekanik, ısıl ve morfolojik özellikleri PTPE yükleme oranına (kütlece %10, %20 ve %30) bağlı olarak incelenmiştir. Bununla birlikte, CCF'nin PEIT matrisindeki ortalama elyaf uzunlukları polarize optik mikroskop (POM) kullanılarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: PEIT, Toklaştırma, Karbon Elyaf

RUBBER TOUGHENED CHOPPED CARBON FIBER REINFORCED PEIT COMPOSITES: EFFECT OF ELASTOMER CONTENT

Abstract
Today, the primary sources of motivation in industrial and academic studies are studies with environmentally friendly polymers using sustainable raw materials. Poly (ethylene teraftalate-co-isosorbide) (PEIT), which is produced from renewable raw materials such as corn, potatoes and wheat, is produced by isosorbide dehydration of sorbitol, which is formed by hydrogenation of glucose. The glass transition temperature (Tg) of PEIT in the range of 80-180°C enables it to be used in wide engineering applications with polyesters. However, even a slight increase in the isorbide concentration causes an increase in the Tg value of PEIT by 3°C while affecting the impact resistance negatively. In order to overcome this situation, it is aimed to increase the impact resistance of PEIT by using a polyester type thermoplastic elastomer (PTPE). However, the samples were reinforced with chopped carbon fiber (CCF) to maintain the strength/toughness balance in PEIT after the PTPE addition. PEIT / PTPE / CCF samples were mixed in an Xplore model twin-screw micro-blender with a screw speed of

100 rpm and a retention time of 3 minutes, and standard test samples were obtained by molding in the Xplore model micro-injection molding device. The mechanical, thermal and morphological properties of PEIT / PTPE / CCF composites were examined depending on the PTPE loading rate (10%, 20% and 30% by mass). However, average fiber lengths in the PEIT matrix of CCF were determined using a polarized optical microscope (POM). In order to overcome this situation, it is aimed to increase the impact resistance of PEIT by using a polyester type thermoplastic elastomer (PTPE). However, the samples were reinforced with chopped carbon fiber (CCF) to maintain the strength/toughness balance in PEIT after the PTPE addition. PEIT / PTPE / CCF samples were mixed in an Xplore model twin-screw micro-blender with a screw speed of 100 rpm and a retention time of 3 minutes, and standard test samples were obtained by molding in the Xplore model micro-injection molding device. The mechanical, thermal and morphological properties of PEIT / PTPE / CCF composites were examined depending on the PTPE loading rate (10%, 20% and 30% by weight).

Keywords: PEIT, Copped Carbon Fiber, Toughening

OTOMOBİL TAMPONLARININ BOYALI PLASTİK HURDALARINDAN OTOMOTİV UYGULAMALARI İÇİN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ TPO

Merve Metin
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği
mervemetin1576@gmail.com

Serkan Akpınar
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilimi ve Teknolojisi
serkanakpnr@gmail.com

Mehmet Kodal
Kocaeli Üniversitesi Kocaeli Meslek Yüksek Okulu Kimya Teknolojileri
mehmetkodal32@gmail.com

Güralp Özkoç
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
guralpozkoc@gmail.com

Özet
Otomotiv endüstrisinde kullanılan polipropilen (PP) matrisli malzemeler, üstün mekanik özellikleri, düşük maliyeti, geri dönüşülebilirliği ve hafifliği sebebiyle araç içi ve dışı parçalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Bu uygulamalara boyalı PP temelli tampon malzemeler örnek olarak verilebilir. Bununla birlikte, boya ihtiva eden PP matrisli plastik parçaların (TPO) geri dönüşümü sonrasında mekanik özelliklerde meydana gelen kayıplar bir dezavantaj olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında, otomotiv endüstrisinde tampon parça üretiminde kullanılan atık haldeki boyalı talk katkılı PP (s-TPO) malzemelerin düşük olan mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla atık haldeki boyalı PP malzemeler yüksek molekül ağırlıklı polipropilen (HMW-PP) ile takviye edilerek mekanik özelliklerinin arttırılması hedeflenmiştir. HMW-PP ile s-TPO'nun harmanları Xplore model bir çift vidalı mikro-harmanlayıcıda 100 rpm vida hızında ve 2 dakika alıkonma süresince hazırlanmıştır. Elde edilen eriyik malzeme hemen ardından Xplore mode bir mikro-enjeksiyon cihazında standart test örnekleri elde etmek üzere kalıplanmıştır. Örneklerin ısıl özellikleri termal gravitmerik analiz (TGA) ile incelenmiştir. Mekanik ise sırasıyla çekme, darbe, üç nokta eğme bükme testleriyle incelenmiştir. Ayrıca, örneklerin molekül ağırlıkları eriyik akış indeksi (MFI) testleri ile belirlenmiştir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, HMW-PP ilavesinin s-TPO'nun başta kopmada uzama olmak üzere mekanik özelliklerinde iyileşmeye neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık Boyalı TPO, HMW-PP, Mekanik Özellikler

A RECYLED TPO FOR AUTOMOTİVE APPLİCATİONS FROM PAİNTED PLASTİC SCRAPS OF CAR BUMPERS

Abstract
Polypropylene (PP) matrix materials used in the automotive industry are frequently preferred in interior and exterior parts due to their superior mechanical properties, low cost, recyclability, and lightness. Examples of these applications are painted PP-based bumper materials. However, the loss of mechanical properties after recycling of PP matrix plastic parts (TPO) containing paint is a disadvantage. Within the scope of this study, in order to improve the low mechanical properties of the waste talcum-added PP (s-TPO) materials used in the production of bumper parts in the automotive industry, it is aimed to reinforce the mechanical properties of the waste dyed PP materials with high molecular weight polypropylene (HMW-PP). Blends of HMW-PP and s-TPO were prepared at a screw speed of 100 rpm and 2 minutes retention in an Xplore model double screw micro-blender. The resulting melt material was immediately molded to obtain standard test samples in an Xplore mode micro-injection device. The thermal properties of samples were examined by thermal gravimetric analysis (TGA). Mechanical, on the other hand, was examined by tensile, impact, three-point bending

tests. In addition, the molecular weights of the samples were determined by the melt flow index (MFI) tests. If a general evaluation is made, it was determined that the addition of HMW-PP caused an improvement in the mechanical properties of s-TPO, especially in elongation at break.

Keywords: HMW-PP, Mechanical Properties, Waste Painted TPO

FULL PAPER PROCEEDINGS

MOBİL YANGIN GÖZETLEME KULESİ

İkram ÇELİK
İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürü
ikramcelik@ogm.gov.tr

Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Özet
Orman Yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları yönünden bütün ülkeleri ilgilendiren doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Orman yangınlarında sadece ağaçlar değil, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem de zarar görmektedir. CO2 yutağı olan ormanlar yandıklarında atmosfere salınan karbon gazı nedeniyle sera etkisi oluşacağından küresel ısınma ve iklim değişikliklerini hızlandırıcı bir rol oynamaktadır. Bu nedenle orman koruma çalışmalarında orman yangınlarıyla mücadele çalışmaları özel bir önem arz etmektedir. Ülkemizde 1937 yılından 2019 yılı sonu itibariyle toplam yangın sayısı 111.580 adet olup, 1.690.581 hektar hektar sahanın yanmıştır. Orman yangınlarıyla mücadelede temel esas erken müdahale etmek olup bunun gerçekleşmesi içinde erken haber almaktır. Türkiye genelinde 776 adet yangın gözetleme kulesi yapılmıştır. Mobil kuleler öncelikle ormanlık alanlarda mevcut sabit yangın gözetleme kuleleri tarafından gözlenemeyen veya kıymetli, hassas ve orman yangınları açısından yüksek riskli alanların korunmasında yaşanılan sıkıntılara, haber ve bilgi alma sorunlarının çözümüne katkı sağlamaktadır. Mobil kuleler, bir araca bağlı olarak çekilebilmesinin yanında ormanlık alanlarda en büyük sorun olan enerji ihtiyacını güneşten, internet ihtiyacının uydudan veya GSM operatörlerinden Temin etmesinin yanında dışarıdan müdahale etmeden sistemin kendi kendine çalışıyor olması nedeniyle yukarıda tanımlanan sorunların çözümünü hızlı, pratik, ekonomik ve doğaya zarar vermeden karşılamakta ve maliyetleri düşürerek tüm yıl gözetleme imkanı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangını, Mobil Yangın Gözetleme Kulesi, Kameralı Gözetleme

MOBILE FIRE SURVEILLANCE TOWERS

Abstract
Forest fires are one of the important natural disasters which affects all countries in terms of their effects and consequences in the globalizing world. Forest fires have devastating effects not only on trees but also on biodiversity and ecosystem. Forests are living entities which are continuously absorbing CO2. Thus, forest fires plays a role in accelerating global warming and climate change due to carbon gas released into atmosphere, which create a greenhouse effect, when forests are burned. For this reason, forest firefighting have a special importance in forest protection works. Between the periods of 1937-2018, the total number of fires in Turkey was 111.580 and 1.690.581 hectares of land were burned as a consequence of these fires. In Turkey, there are 776 fire surveillance towers. Mobile surveillance towers contribute to the solution of information retrieval problems, which cannot be observed by fixed fire surveillance towers existing in forest areas or in protection of valuable, sensitive and high risk areas in terms of forest fires. Mobile fire surveillance towers can be towed by a vehicle. Besides, they can supply energy from the sun, internet from satellite or GSM operators. Thus, the biggest problem, providing energy, in forest areas can be solved. Since the system is working on its own without interfering from the outside, the problems mentioned above can be solved quickly, practically and economically without harming the nature. Thus, utilization of mobile fire surveillance towers can provide the possibility of surveillance all year round with lower costs.

Keywords: Forest Fire, Mobile Fire Surveillance Tower, Camera Surveillance

2. MATERYAL VE METOD

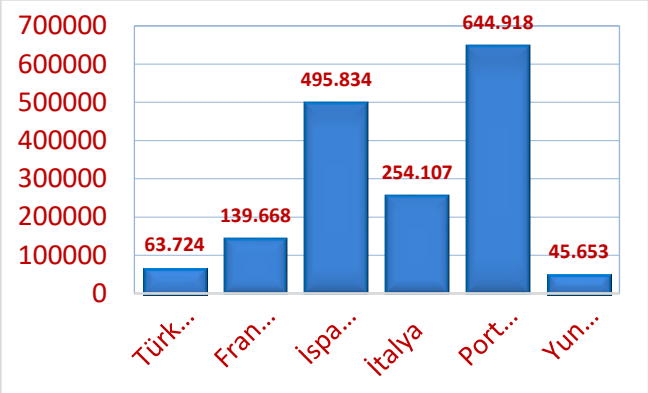
Bu çalışmanın konusu Mobil Yangın Gözetleme Kulesi ve orman yangınlarının gözetleme metodları incelenmiştir. Öncelikle Dünyada ve Akdeniz ülkelerindeki orman yangınları, Türkiye'deki orman

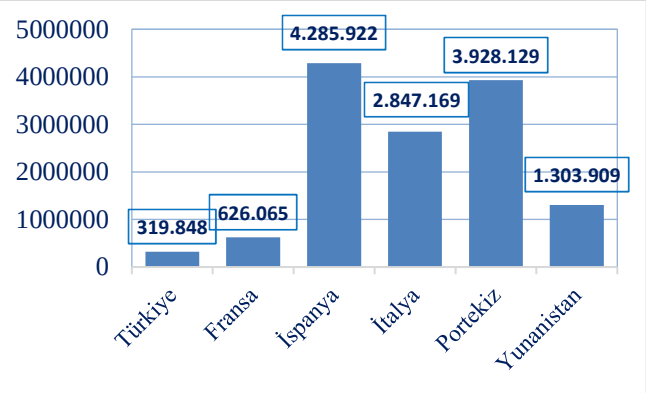
yangınları ve orman yangınlarıyla mücadele kapasitesi incelenmiştir.Yangınların sayısı, yanan alan ve yangın başına düşen alanlar irdelenmiştir Veriler Avrupa ülkeleri için **EFFİS**(Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi), Türkiye için Orman Genel Müdürlüğü, kaynakları esas alınmış, farklı kaynaklardan da veri güvenliği sağlanmıştır. İkinci aşamada Mobil Kulenin kullanım alanları, geliştirilmesi ve teknik bilgileri verilmiştir.

2.1. DÜNYADA ORMAN YANGINLARI

Dünyadaki orman yangınlarından söz edildiğinde en başta ABD, Kanada, Avustralya ve Akdeniz ülkeleri akla gelmektedir. Her yıl dünyada ortalama 4 milyon hektar orman yanmaktadır. Ülkemize benzer yapıda olması ve Akdeniz iklim kuşağında yeralması nedeniyle Yünanistan, İtalya, Fransa, İspanya ve Portekiz'e ait yangınlar incelenmiştir. 1988-2017 yılları arasında çıkan yangın sayısı incelendiğinde en çok yangının 644.918 adetle Portekiz'de çıktığı,sırasıyla 495.834 adetle İspanya,254.107 adetle İtalya,139.668 adetle Fransa,63.724 adetle Türkiye ve 45653 adetle Yunanistan sıralanmaktadır. **(**Şekil 1)

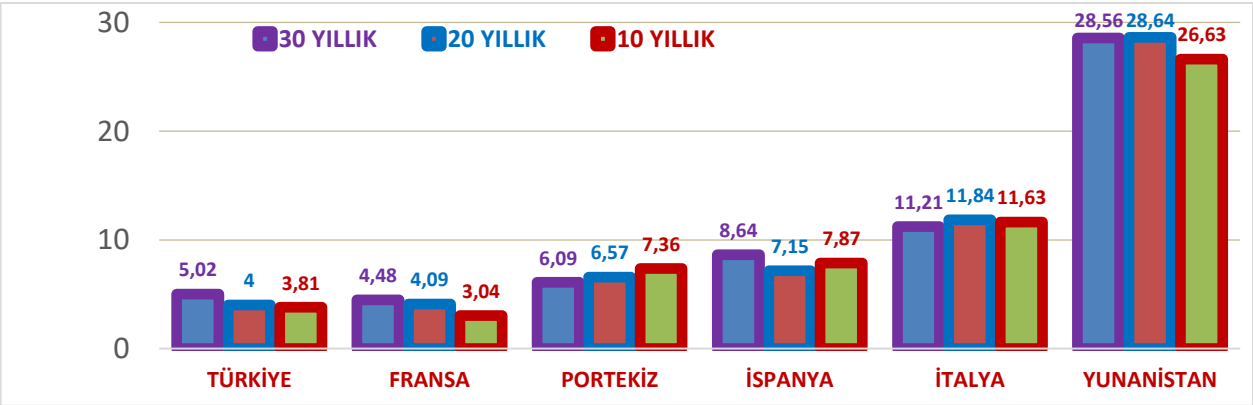
1988-2017 yılları arasında çıkan yangınlarda en çok yanan alan 4.285.922 Ha. ile İspanya yeralmaktadır. İspanyayı 3.928.129 Ha. ile Portekiz,2.847.169 Ha. ile İtalya,1.303.909 Ha. ile Yunanistan,626.065 Ha. ile Fransa ve 319848 Ha. ile Türkiye takip etmektedir. (Şekil 2)





Şekil 1. 1988-2017 yıllarında çıkan yangın sayısı **Şekil 2.** 1987-2017 yıllarında yanan alan(Ha)

Son 30 yıl ile 10 yıl incelendiğinde 30 yıllık ortalamada en çok yangın çıkan ülke Portekiz, en çok yanan alan İspanya iken, son 10 yıllık periyotta yine en çok yangın çıkan ve yanan alana sahip ülke olarak Portekiz olmuş, İspanya yanan alan miktarını düşürmüştür.



Şekil 3. 1988-2017 yılları arası 10'ar yıllık periyotlarla yangın başına düşen alan (Ha

Son 30 yıl 10'ar yıllık periyotlar halinde yangın başına düşen alanlar incelendiğinde Türkiye ve Fransa'nın çok başarılı olduğu görülmektedir. Diğer ülkelerden Yunanistanın yangın sayısı az olmasına rağmen 26.63 Ha. ile en başarısız ülke olduğu görülmektedir. (Şekil 3)

2.2. TÜRKİYEDE ORMAN YANGINLARI

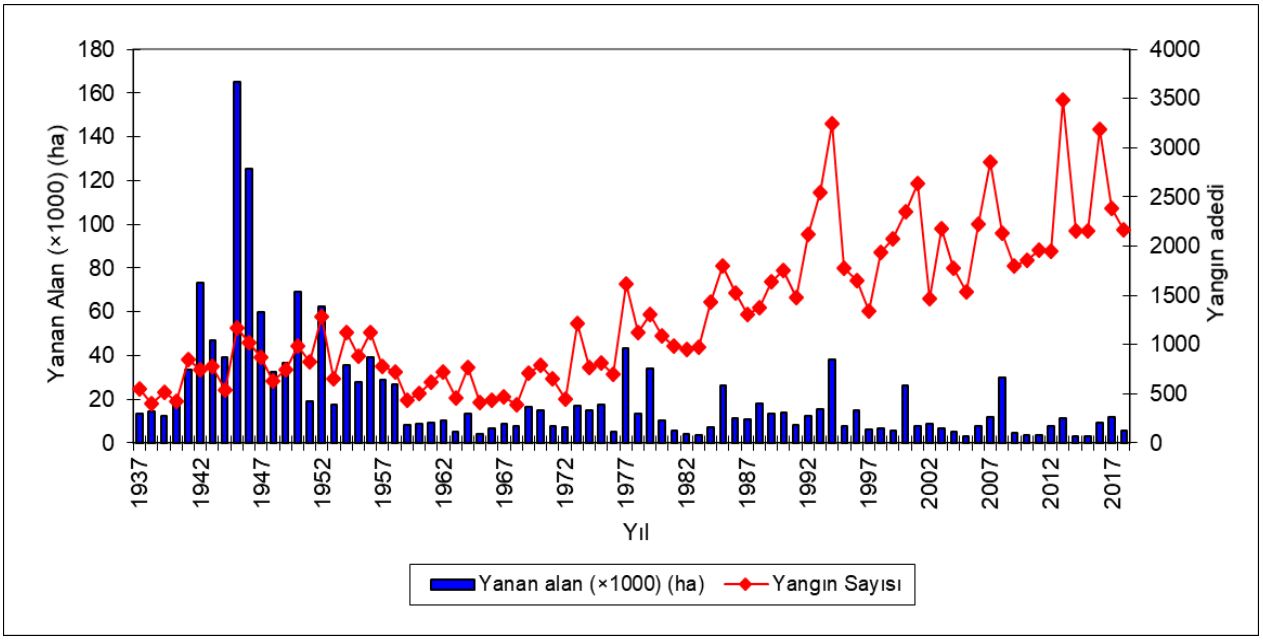
Türkiye Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Orman yangınları bu kuşağın kaçınılmaz olgusudur. Akdeniz kuşağında her yıl ortalama 550 bin hektar orman yanmaktadır.Ülkemizdeki 2015 yılında yapılan envanter çalışmalarına göre 22.342.935 Ha. Ormanlık alan olup, ülkemizin yüzölçümünün % 28.7'sini oluşturmaktadır. 22.3 Milyon hektar orman alanının 12,5 milyon hektarı yangına 1.derece hassas ormanlardan oluşmaktadır. Ormanlarımızın yaklaşık %58'i Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde çoğunlukla kızılçam ağaçlarının bulunduğu ibreli ormanlardan oluşmakta ve her an orman yangını tehlikesi bulunmaktadır

2.2.1-Yangın Sayısı

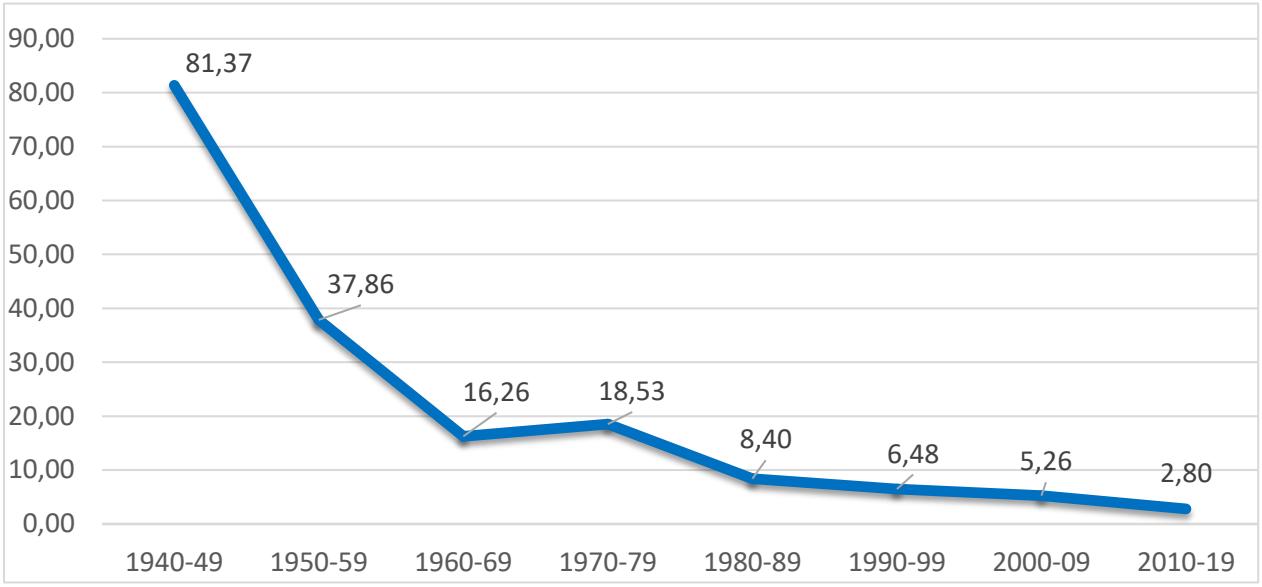
Ülkemizde 1937 yılından 2019 yılı sonu itibariyle toplam yangın sayısı 111.580 adet olup, 1.690.581 hektar hektar sahanın yanmıştır. Yılbaşına düşen genel ortalama sayı 1360 adettir. Başlangıçta 600 gibi düşük sayılarda görülen orman yangınlarının 1945 ve1946 yıllarında 1169 ve 1023 adetlik seviyelere tırmandığı görülmektedir. Daha sonraki yıllarda inişli çıkışlı seyir gösteren yangınların 1956-1973 döneminde 1000 adedin altında kaldığı, 1981, 1982 ve 1983 yıllarında da bu seviyenin altında kalmasına karşılık 1984 den itibaren bir daha inmemek üzere yükseldiği görülmektedir. (Şekil 4)

2.2.2-Yanan Alan

1937 yılından 2019 yılı sonuna kadar olan dönemde 1.690.581 hektar sahanın yandığı, buna göre yılda genel ortalama yanan saha miktarının 20.617 hektar, yangın başına düşen saha miktarının 15,15 hektar olduğu anlaşılmaktadır. (Şekil 4)



Şekil 4. 1937-2018 yılları arasında çıkan yangın sayısı (Adet) ve Yanan Alan (Ha.)



Şekil 5. 1937-2019 yılları arasında yangın başına düşen alan (Hektar)

2.2.3- Yangın Başına Düşen Alan

1937-2019 yılları arasını kapsayan dönemde yangın başına düşen alan grafiği incelendiğinde başlangıçta 81.37 Ha. olan ortalama 2000-2009 yılları ortalaması 2.80 Hektara kadar düşürülmüştür.(Şekil 5)

2.2.4- Yangın Çıkış Sebepleri (Türkiye Geneli)

Orman yangınlarının çıkış sebepleri; toplumun yaşam tarzı ve düzeyine, kültür seviyesine, kırsal yöredeki etkinliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Yangın çıkış sebeplerindeki değişkenlik yangınların çıkış zamanlarını da etkileyebilmektedir.

2.3. ORMAN YANGINLARININ GÖZETLEMESİ

2.3.1. Mevcut Durum Tespiti:

Orman yangınlarıyla mücadelede temel esas erken müdahale etmek olup bunun gerçekleşmesinin ön koşulu erken haber almaktır. Bunun için Türkiye genelinde 776 adet yangın gözetleme kulesi yapılmıştır. Ancak bu kulelerin yapım giderleri, en az 3 kişiden oluşan çalışanlarının ücretleri, lojistik destekleri, yerleşim yerinden uzak alanda olması nedeniyle güvenlik ,İş Sağlığı ve Güvenliği sorunları uygulamada aksaklıklara neden olmaktadır. 776 adet kulede çalıştırılan personelin, her kule için 6 ay süreyle 3 kişinin çalıştığı hesabıyla yıllık (3x6)x776= 13.968 adam/ay etmektedir. 1 çalışanın aylık maliyeti ortalama 13.000 TL. olduğundan yıllık maliyet 178.074.000 TL. dır.(2019 yılı verilerine göre)

Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele faaliyetlerine yılda ortalama 880 Milyon TL. harcamaktadır. Bu maliyet çok yüksek olmasının yanında bu kulelerde çalışacak yeteri sayıda çalışan bulmak her geçen güz zorlaşmaktadır. Sosyal varlık olan insan ıssız bir alanda ailesiyle olsa bile uzun süre yaşamak istememektedir.

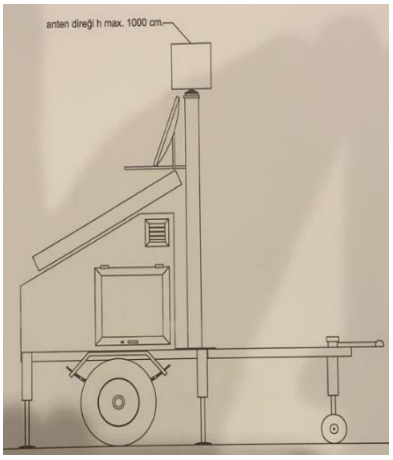
2.3.2 Alternatif Çözüm (Mobil Kule)

Taşınabilir (Mobil) kuleler, bir araca bağlı olarak çekilebilen, ormanlık alanlarda en büyük sorun olan enerji ihtiyacını güneşten, internet ihtiyacının uydudan veya GSM operatörlerinden temin eden, üzerinde gözetleme ve güvenlik kamerası bulunan, duman algılama yazılımı ile orman yangınlarını anlık olarak tespit edebilen,dışarıdan müdahale etmeden sistemin kendi kendine çalışan bir yapıda olması nedeniyle yukarıda tanımlanan sorunların çözümünü hızlı, pratik, ekonomik ve doğaya zarar vermeden karşılama imkanı vardır.

Bu Kuleler riskli, hassas ve kıymetli ormanlık alanlara konularak bu alanların 7/24 saat kontrol edilerek yangın durumunda erken müdahale etme imkânına sahip olunacaktır. Proje, güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülerek depolanması, görüntü transferini sağlayan kamera ve data aktarımı, uzaktan erişime dayalı elektronik sistemlerin ve mevcut olarak kullanılan elektronik ve mekanik temel prensiplerin uygulamasından oluşmaktadır. (Şekil 1,2,3)

2.3.3 Yenilikçi(İnovatif) Yönü

Böyle bir ürünün Türkiye de ilk kez yapılması, diğer ülkelerdeki ürünlerden farklı olarak tamamen yerli tasarım olması, kompakt yapıda olması, kurulumdan sonra ek bir kaynağa ihtiyaç duymaması, enerjisinin yenilenebilir ve doğal olarak güneşten temin etmesi ve hiçbir şekilde fosil yakıtı kullanmaması yenilikçi yönünü göstermektedir. Ayrıca taşınabilir olması ve tamamen yerli ürünlerden yapılabilmesi yenilikçi yönünü oluşturmaktadır.



Şekil 1. Mobil Kule Çizimi



Şekil 2. Yandan görünüm



Şekil 3. Orman görünümü

2.3.4 Temel Unsurları

Enerji Kaynağı: 3x265 watt güneş paneli,3x200 Ah. Jel akü,700 watt İnvertör,
Veri ve Görüntü Aktarımı (İnternet) : GSM 4.5 G modem veya Uydu Modem,
Direk: 5 adet iç içe geçmiş kare şeklinde metalden oluşan ve toplamda yerden 10 m. yükseklikte, mekanik olarak çelik bir tel ile açılıp-kapatılan bir sistemde çalışmaktadır.
Taşıyıcı Sistem (Römork) : 2 tekerleki,1 akslı çek demiri olan,4 adet sabitleme ve dengeleme ayağı olan ve kapalı alanı bulunan, Karayolları Trafik Kanununa uygun ve çeki demiri ile her türlü araçla çekilebilen yapıdadır.
Kamera ve Kayıt Sistemleri: Sistem en az 1 adet 2 MP. 30 x Zoom PTZ İP Kamera, 1 adet güvenlik kamerası ve 1 adet 2 TB. kayıt cihazı içermektedir.Sistem spiral kablo ile bir birine bağlanmaktadır. Kameranın montajı için direğin en üst noktasında kapalı bir kutu tasarlanmıştır.
Duman Algılama : Bir yazılım sayesinde gözetleme alanı kapsamında oluşan duman algılanarak ilgili birimlere uyarı göndererek erken tespit ve hızlı mudahale imkanı sağlamaktadır.

2.3.5 Uygulanabilirlik ve Maliyet

Proje tasarımı yapılmış ve İstanbul, İzmir ve Muğla, Karhamanmaraş,Zonguldak,Çanakkale Orman Bölge Müdürlüklerinde kullanılmaya başlanılmıştır. Üretiminin yapılması için gerekli tüm cihaz ve parçalar ülkemizde bulunmakta ve tedarikinde sıkıntı yaşanmamaktadır. Projenizin tahmini yaklaşık bütçesi 38.500 TL.dir. Bu maliyet en az (Minimum) maliyettir. Kullanılacak elektronik malzemelerin kalitesi ve kameraların özelliklerine göre bu maliyet yaklaşık %30 artabilir. Ürünün tasarımı tamamlanmıştır. Test süreçleri başarıyla tamamlanmıştır. Bir adet kulenin üretiminin yapılarak kullanılabilir hale gelmesi için en az 10 güne ihtiyaç vardır.

Ülkemizde üretimi yapılan benzer bir ürün yoktur. Ancak Piyasada yurtdışından ithal edilen ancak jeneratör ile çalışan bir ürün mevcut olup piyasa satış bedeli yaklaşık 40.000 Avro dur. Bu üründe özel fosil kaynaklı bir yakıtla çalışmakta ve üretici ülkeden alınmak zorundadır. Bu ürünün 7/24 saat

çalışması durumunda aylık yakıt maliyeti ise ortalama 5 000 TL.dir. Buna yakıt değiştirmek için yapılacak masraflar dahil olmayıp, her cihaza yakıt değişimi için ayda en az bir kez gidilmesi gerekmektedir. Direk yüksekliği 7 metre civarında olup daha yüksek direklerde maliyet orantılı olarak artmaktadır.

2.3.6 Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) ve Riskler

Proje asıl amacı Orman Yangınlarının tespitinde kullanımı planlanmıştır. Hedef olarak orman yangınlarını söndürmekle birinci derecede sorumlu ve görevi olan Orman Genel Müdürlüğü seçilmiştir. Bunun yanında doğa koruma, yaban hayatı takip, hassas ve korumaya muhtaç sahaların takibi, düzensiz göçmen hareketlerinin takibi gibi güvenlik, denetim ve takip ile ilgili tüm işlerde kullanımı mümkündür. Üretimiyle veya yedek parçalarıyla ilgili risk taşımamaktadır. Proje hayata geçirilirken ortaya çıkabilecek problemler ise sistemin kırsal alanda kullanılacağı için 3.şahıslar tarafından tahrip edilmesidir. Bunun için güvenlik kamerası ve sesli uyarı konulmuştur.

3. SONUÇ

Akdeniz kuşağında bulunan ve ülkemizle benzer özellikler taşıyan Yunanistan, Fransa, İtalya, İspanya, Portekiz'de çıkan orman yangınlarının son 30 yıllık verileri incelendiğinde en çok yangı Portekiz'de çıkmış, en çok alan ise İspanyada yanmıştır. Yangın sayısı, Yanan alan ve Yangın başına düşen alanlar incelendiğinde bu ülkeler içerisinde en başarılı ülkelerin Türkiye ve Fransa'nın olduğu tespit edilmiştir.Orman yangınlarıyla mücadelede temel esas erken müdahale etmek olup bunun gerçekleşmesinin ön koşulu erken haber almaktır. Bunun için Türkiye genelinde 776 adet yangın gözetleme kulesi yapılmıştır. Orman Genel Müdürlüğü yangın gözetlemede çalışanlar için yıllık ortalama 178.074 Milyon TL. , Orman Yangınlarıyla Mücadele faaliyetlerine ise yılda ortalama 880 Milyon TL. harcamaktadır. Taşınabilir (Mobil) kuleler, riskli, hassas ve kıymetli ormanlık alanlara konularak bu alanların 7/24 saat kontrol edilmesine ve yangın durumunda erken müdahale etme imkânı sağlayacaktır. Ayrıca bu kuleler mevcut sabit kule ve personel dayalı çalışma sistemine göre,daha pratik, ekonomik ve doğaya zarar vermeden gözetleme imkanı sağlayacaktır.

4. TARTIŞMA

Orman Yangınlarına karşı hazırlıklı olmak ona uygun bir yaklaşımı ve yönetim tarzını gerekli kılmaktadır. Orman yangınlarına karşı temel yaklaşımın yangın önleyici tedbirler olması olmalıdır. Önleyici tedbirler başta olmak üzere çıkabilecek yangınlara hazırlıklı olma, yangın yönetim planları oluşturma, gerekli işlemleri yapma ve denetleme konusunda yoğun çalışmalar yürütmelidir. Orman yangınlarının önlenmesi, çıkan yangınların zararlarının hafifletilebilmesi ve sahip olduğumuz mücadele gücünün en verimli şekilde kullanılabilmesi ile mümkündür. Son yıllarda teknolıojik gelişmelere parallel olarak bir çok yeni yaklaşımlar geliştirilmekle birlikte bu teknolojilerin kullanım ve birim maliyetleri yüksek olabilmektedir. Özellikle insansız hava araçlarından faydalanma konusu ciddi araştırmalar yapılarak kullanımı planlanmaktadır. Ancak bunların aktif olarak kullanılması için yazılım ve uygulama pratiği geliştirilmelidir.

Yapım maliyeti ve personel giderleri çok yüksek olan sabit kuleler yerine 7/24 saat gözetleme imkanı sağlayan mobil kuleler bir sistem dahilinde kullanım alanları ve sayıları artırılmalı ve sabit kulelerle koordine edilmelidir. Özellikle yangın öncesi tedbirler kapsamında caydırıcı özelliğinden ve yangın faillerinin bulunmasında faydalanılmalı ve sistem plaka tanıma, yüz tanıma veya termal kameralarla desteklenmelidir.Yangın açısından yüksek riskli alanlarda bir biriyle bağlantılı veya bir birini tamamlayacak şekilde kullanılmalıdır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma esnasında özellikle modelling yapılmasına ve AR_GE çalışmalarına vermis olduğu destekler için Sayın Halil Volkan ATILGAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

EFFİS,2018. European Forest Fire Information System (EFFIS),:http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports (Erişim Tarihi 24.04.2019)

OGM, 2019. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri 2018, http:// www.ogm.gov.tr/ ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx
İOBM,2018. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul İli Yangın Yönetim Planı (2018-2022) (s. 43-51)
İOBM,2019. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, 2019 yılı Yangın Eylem Planı (s.16-17)

ORMAN YANGINLARINDA KULLANILAN ELBİSELER VE ÖZELLİKLERİ

Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

İkram ÇELİK
İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü,Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürü
ikramcelik@ogm.gov.tr

Özet
Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de orman varlığını tehdit eden faktörlerin başında orman yangınları gelmektedir. Son yıllarda, küresel ısınmanın da etkisiyle, orman yangınlarının sayısında ve yanan alan miktarlarında önemli bir artış söz konusudur. Yürürlükteki Anayasanın 169. maddesi ve 6831 sayılı Orman Kanununun 68-76. maddeleri orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesi ve bu konuda organizasyon oluşturma görevini Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Teşkilatına vermektedir. Orman Genel Müdürlüğü bu hizmeti her yıl ortalama 19.000 çalışanı ile yerine getirmeye çalışmaktadır. OGM orman yangınlarıyla mücadele eden tüm çalışanları için gerekli Kişisel Koruyucu Donanımı (KKD) ve standartlarını belirleyerek her yıl bunları temin ederek ilgililere teslim etmektedir. Ancak çalışanlar bu donanımların çoğunu kullanmamaktadır. Yangınla mücadele eden çalışanların KKD kullanmamaların altında birçok neden yatmaktadır. Kişisel Koruyucu Donanım bir tehlike kaynağı olmamalıdır. Kullanılan vücut kısımlarına ve yapılan işe tam uygunluk sağlamalıdır. Kullanımı, bakım ve temizliği kolay ve pratik olmalıdır. İşyeri şartlarına uygun olmalıdır. Birden fazla riskin bulunduğu ve aynı anda birden fazla kişisel koruyucu donanımın kullanılmasının gerektiği durumlarda, bu kişisel koruyucu donanımların bir arada kullanılması uyumlu olmalı ve risklere karşı etkin olmalıdır.

Bu çalışmada Orman yangınlarıyla mücadele eden çalışanların giymiş olduğu elbiseler incelenmiştir. Mevcut elbiseler alev almaz yapıda olup, ter emici özelliği olmayan, rengi sarı tonlarda, kopma mukavemeti en az 1000 Newton, yırtılma mukavemeti ise 80 Newton olarak belirlenmiştir. İstanbul Sultanbeyli Orman İşletme Şefliğinde çalışan orman yangını işçiler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda orman yangınlarında kullanılan alev almaz elbiselerin kumaşının en az %60 aramid liflerinden, en az %2 anti statik liflerden ve geri kalanı ise güç tutuşur selülozik lifler ve Polibenzimidazol veya muadili liflerden mamul olması gerektiği, kumaşın orijinal halde TS 866:1985'e göre deneye tabi tutulduğunda su damlasını en fazla 2.2 saniyede absorbe eden yani ter emici özelliği olan, kumaşın kopma mukavemeti en az 1300 Newton, yırtılma mukavemeti ise 100 Newton ve renginin dünyadaki örneklerine uygun bir renkte olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangını, KKD, İş Sağlığı ve Güvenliği

CLOTHES USED IN FOREST FIRES AND THEIR CHARACTERISTICS

Abstract
As in many countries of the world, forest fires are one of the leading factors that threaten the existence of forests in our country. In the last years, with the effect of global warming, there has been a significant increase in the number of forest fires and the amount of burning areas. As mentioned in the article 169 of the current Constitution and Law no. 6831 on forests 68-76, The General Directorate of Foresty (TGDF) assigned to the role of prevention and extinguishing of forest fires. The General Directorate of Forestry provides this service with an average of 19,000 employees every year. As a legal requirement, personal protective equipment, used by the employees, should not be a source of danger. It must ensure full compliance with the body parts used and the work performed. It should be easy and practical to use, maintain and clean and it must comply with workplace conditions. In cases where there is more than one risk and multiple personal protective equipment must be used at the same time, the combination of these personal protective equipment must be compatible and effective against risks.

In this study, the clothes worn by the employees fighting forest fires were examined. The clothes are non-flammable and do not have sweat absorbing properties. Their color is in yellow tones and their breaking strength is determined as at least 1000 Newton and tear strength is 80 Newton. The studies implemented on forest fire workers working at the Istanbul Sultanbeyli Forestry Directorate, showed that the fabric of the non-flammable clothing used in forest fires must be made of at least 60% aramid fibers, at least 2% anti-static fibers and the remainder made of flammable cellulosic fibers and polybenzimidazole or equivalent fibers. When the fabric is tested according to TS 866: 1985 in its original state, it should absorb water drop in maximum 2.2 seconds. The breaking strength of the fabric should be at least 1300 Newtons, and the tear strength should be 100 Newtons and a color appropriate to the world's samples.

Keywords: Forest Fire, PPE, Occupational Health and Safety

1. GİRİŞ

Ormanların, toplum ve çevre yaşamında büyük önem taşıyan su rejimini ve iklimi düzenleme, toprağı koruma ve çevre kirliliğini önleme gibi yaşamsal işlevlerinin yanı sıra, artan sanayileşme ve kentleşmeyle birlikte karbon depolama, biyolojik çeşitliliğin korunması gibi değerleri de ön plana çıkmıştır. Ulusal ve evrensel düzeylerde önemleri giderek artan “Biyolojik Çeşitlilik” , “Korunan Alanlar” ve “Karbon Yutakları” bakımından ormanlar özel bir öneme sahip bulunmaktadır.

Orman Yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları yönünden bütün ülkeleri ilgilendiren doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Türkiye Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Orman yangınları bu kuşağın kaçınılmaz olgusudur. Her yıl dünyada ortalama 4 milyon hektar, Akdeniz kuşağında ise ortalama 550 bin hektar orman yanmaktadır.

Yürürlükteki Anayasanın 169. maddesi ve 6831 sayılı Orman Kanununun 68-76. maddeleri orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesi ve bu konuda organizasyon oluşturma görevini Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Teşkilatına vermektedir. Orman Genel Müdürlüğü bu hizmeti her yıl ortalama 19.000 çalışanı ile yerine getirmeye çalışmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Orman yangınlarıyla mücadele eden çalışanların giymiş olduğu elbiseler incelenmişti. İstanbul ilinde çıkan orman yangınların yaklaşık %75’ine giderek söndüren ve bazı günlerde 5-6 kez yangına giden yangın işçileriyle yapılan görüşme sonucunda yaşanılan sıkıntılar tek tek işçilerle yapılan yüz yüze görüşme ve giyilen elbiselerin fiziksel incelenmesi sonucunda yapılan tespitler ışığında çalışma tamamlanmıştır.

2.1. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDEKİ ORMAN YANGINLARI

Dünyadaki orman yangınlarından söz edildiğinde en başta ABD, Kanada, Avustralya ve Akdeniz ülkeleri akla gelmektedir. Her yıl dünyada ortalama 4 milyon hektar orman yanmaktadır.
Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de orman varlığını tehdit eden faktörlerin başında orman yangınları gelmektedir. Ülkemizde gerçekleşen yangınların son 10 yıllık periyodu incelendiğinde; yıllık ortalama 2365 adet orman yangını çıktığı ve yılda ortalama 8.763 hektar alanının yangından zarar gördüğü anlaşılmaktadır.

2.2. YASAL SORUMLULUK

Yürürlükteki Anayasanın 169. maddesi ve 6831 sayılı Orman Kanununun 68-76. maddeleri orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesi ve bu konuda organizasyon oluşturma görevini Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Teşkilatına vermektedir. Orman Genel Müdürlüğü bu hizmeti her yıl ortalama 19.000 çalışanı ile yerine getirmeye çalışmaktadır.

2.2. UYGULAMA

Kişisel Koruyucu Donanım bir tehlike kaynağı olmamalıdır. Kullanılan vücut kısımlarına ve yapılan işe tam uygunluk sağlamalıdır. Kullanımı, bakım ve temizliği kolay ve pratik olmalıdır. İşyeri şartlarına uygun olmalıdır. Birden fazla riskin bulunduğu ve aynı anda birden fazla kişisel koruyucu

donanımın kullanılmasının gerektiği durumlarda, bu kişisel koruyucu donanımların bir arada kullanılması uyumlu olmalı ve risklere karşı etkin olmalıdır. OGM orman yangınlarıyla mücadele eden tüm çalışanları için gerekli Kişisel Koruyucu Donanımı (KKD) ve standartlarını belirleyerek her yıl bunları temin ederek ilgililere teslim etmektedir. Ancak çalışanlar bu donanımların çoğunu kullanmamaktadır. Yangınla mücadele eden çalışanların KKD kullanmamaların altında birçok neden yatmaktadır.

2.2.1- Mevcut Elbiseler:
OGM tarafından Hazırlanan Teknik Şartnameye Göre:
Yanmaya dayanıklı koruyucu elbise EN 15614, TS EN ISO 11612 ve ya TS EN 469 standartlarına uygun olacaktır. Kumaş; en az %75 aramid lifi (metaaramid + paraaramid), En az %2 antistatik lifler ve geri kalanı Polibenzimidazol, Poli- p-fenilen-2.6-benzobisoxazole vb. gibi güç tutuşan liflerden yapılmış olacaktır.

Kumaş ağırlığı TS 251 'e göre 180 ±15 g/m2 olacaktır. Kumaş anti-statik olacaktır. Anti-statik özellik liflerle sağlanacak, YAŞ kimyasal işlemler kabul edilmeyecektir. Kumaş orijinal halde, TS 259 EN 24920'ye göre deneye tabi tutulduğunda su iticilik değeri en az ISO 4 olacaktır. Çözgüde en az 30 adet/cm atkıda en az 20 adet /cm olacaktır.

Kumaşın kopma mukavemeti TS EN ISO 13934 – 1 e göre çözgü ve atkı yönünde en az 1000 Newton olacaktır.Kumaşın yırtılma mukavemeti TS EN ISO 13937-2 ye göre çözgü ve atkı yönünde 80 Newton'dan büyük olacaktır. Kumaşların Ripstop özelliğe sahip olması durumunda karelaj alanı 0,25 cm2'den küçük olacaktır.Kumaşın 60 derecede 5 yıkamadan sonraki boyut değişimi ISO 5077, ISO 6330'a göre çözgü ve atkı yönünde en fazla %3 olacaktır.Kumaşın hava geçirgenliği ISO 9237'ye göre 100 Pa 'da test edildiğinde en az 175 litre/m2/s olacaktır.

2.2.2- Uygulamada yaşanılan sorunlar (İstanbul Geneli)

- İstanbul ilinde çıkan orman yangınların yaklaşık %75'ine giderek söndüren ve bazı günlerde 5-6 kez yangına giden yangın işçileriyle yapılan görüşme sonucunda:
- Kumaşın kopma mukavemeti düşük olması nedeniyle elbiselerin yırtıldığı ve kol ve bacaklarının dikenlerden etkilendiğini,
- Düğmeli olan gömleğin kullanımının pratik olmadığı ve rahat hareket edemediklerini ve içerisinde bunaldıklarını,
- Pantolonun ağ kesiminin erken patladığını ve hareket serbestliği sağlamadığını,
- Yıkanan kumaşın birkaç yıkama sonrası deforme olduğunu,
- Elbise giydiklerinde vücutlarının ter atma ve hava almada sorunlar yaşadıklarını beyan etmişlerdir.

3. SONUÇ
Orman Yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları yönünden bütün ülkeleri ilgilendiren doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Her yıl dünyada ortalama 4 milyon hektar, Akdeniz kuşağında ise ortalama 550 bin hektar orman yanmaktadır. Türkiye Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Orman Genel Müdürlüğü bu hizmeti her yıl ortalama 19.000 çalışanı ile yerine getirmeye çalışmaktadır. OGM orman yangınlarıyla mücadele eden tüm çalışanları için gerekli Kişisel Koruyucu Donanımı (KKD) ve standartlarını belirleyerek her yıl bunları temin ederek ilgililere teslim etmektedir. Ancak çalışanlar bu donanımların çoğunu kullanmamaktadır. Yangınla mücadele eden çalışanların KKD kullanmamaların altında birçok neden yatmaktadır. Bunların başında mevcut elbiselerin mukavemetinin düşük, ter emici özelliğinin düşük veya yok denecek kadar az olması, ergonomik ve kullanışının pratik olmaması gibi temel nedenler bulunmaktadır.

4. TARTIŞMA
Orman yangınlarında kullanılan alev almaz elbiselerin kumaşının en az %60 aramid liflerinden, en az %2 anti statik liflerden ve geri kalanı ise güç tutuşur selülozik lifler ve Polibenzimidazol veya muadili liflerden mamul olması gerektiği,

Kumaşın orijinal halde TS 866:1985'e göre deneye tabi tutulduğunda su damlasını en fazla 2.2 saniyede absorbe eden yani ter emici özelliği olan kumaşın kullanılmasının gerektiğini, Kumaşın kopma mukavemeti en az 1300 Newton, yırtılma mukavemeti ise en az 100 Newton olması,
Kirlenmeye karşı önlem ve yangında belirgin olması için renginin dünyadaki örneklerine uygun bir renkte olmasının tespit edilen sorunların kısa sürede çözümüne yönelik bir adım olacağı,
Ayrıca pantolon dikim ve modelinin değiştirilerek arazide daha rahat hareket etme imkânı sağlamasının yanında Üst tarafa giyilen gömlek modelinin ise düğmeli ve dar olması nedeniyle pratik ve kullanışlı olmadığı,
Bunun yerine itfaiyecilerin giydiği gibi kolay giyilebilen ceket ve içerisinden giyilen yine alev almaz özelliğe sahip penye tarzı Sweatshirt şeklinde olmasının daha ergonomik ve kullanışlı olacağı tespit edilmiştir
Standartların tam olarak tespiti için uzun süreli bir araştırma, test ve uygulama yapılmasının zorunlu olduğu kanaati oluşmuştur.

KAYNAKLAR

OGM, 2018. Orman Genel Müdürlüğü, Yangına Dayanıklı Elbiselerin Teknik Şartnamesi, http:// www.ogm.gov.tr/
İOBM,2018. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul İli Yangın Yönetim Planı (2018-2022) (s. 43-51)
İOBM,2018. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, 2019 yılı Yangın Eylem Planı (s.16-17)

DOĞALGAZ YAKMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ VE PLC İLE SERTLEŞTİRME FIRININ KONTROLÜ

Mergengeldi AKMYRADOV
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü
mergenakmuradow@gmail.com

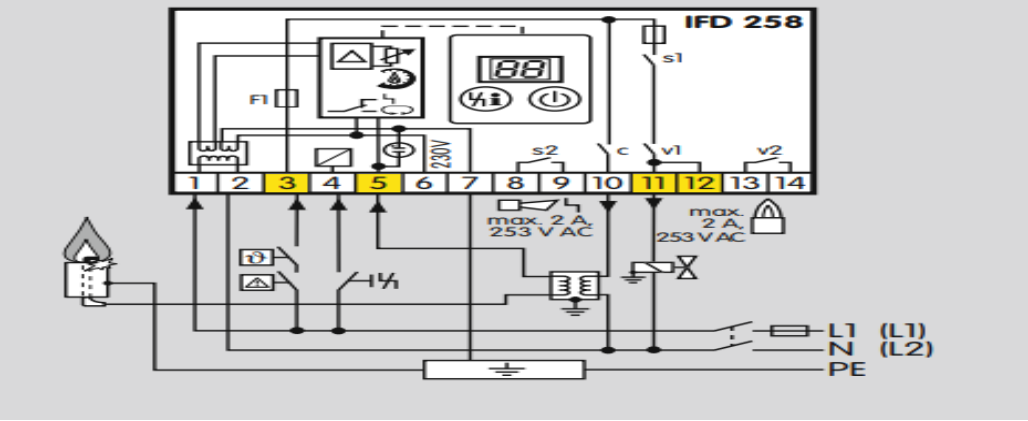
Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Özet
Endüstride fırın uygulamalarında kullanılan brülör kontrol üniteleri, standart gerekliliği (EN 746-2) haberleşme opsiyonları ve SCADA uyumluluğu sayesinde endüstriyel yakma sistemi uygulamalarında ön plana çıkmaktadır. Brülör kontrol ünitelerindeki hata kayıtları, alev seviye bilgisi kullanıcılara ve servis ekiplerine büyük kolaylık sağlamaktadır. Yakma sisteminin PLC ile kontrolü büyük önem arz etmektedir. PLC ile kontrol sayesinde yakma sistemine ilişkin arıza kayıtları, sıcaklık ayarları istenilen şekilde yapılabilmekte ve görsel olarak istenilen veriler gözlemlenebilmektedir. Bu sayede enerji daha verimli kullanılarak, herhangi bir arıza durumunda kullanıcının veya servis uzmanının bu arızayı gidermesi kolaylaşacaktır.Yapılan çalışmada Krom Schroder marka brülör kontrol ünitelerinin ve servomotorların, aynı zamanda Siemens S7-1200 serisi PLC ve KTP900 HMI panelinin kullanılarak 6 yakıcılı sertleştirme fırınının yazılım ve donanım sistemi incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Endüstriyel Fırın, Yakma Sistemi, Emniyet Zinciri

1. GİRİŞ:

Krom Schroder marka IFD 258 serisi brülör kontrol üniteleri güvenlik zincirini geçtikten sonra gelen start sinyalinin ardından gaz valfini açar ve ateşleme trafosu üzerinden ateşleme işlemini gerçekleştirir. Bunun ardından sağlıklı bir yanma sağlanmışsa brülör devrede, eğer yanma sağlanmamışsa brülör kontrol ünitesi alarm sinyalini verir. Eğer alarm olması durumunda reset sinyali ile brülör kontrol ünitesi resetlenebilir. IFD 258 brülör kontrol ünitesi elektrik şeması Şekil 1' de belirtilmiştir.



Şekil 1: IFD 258 Elektrik Şeması

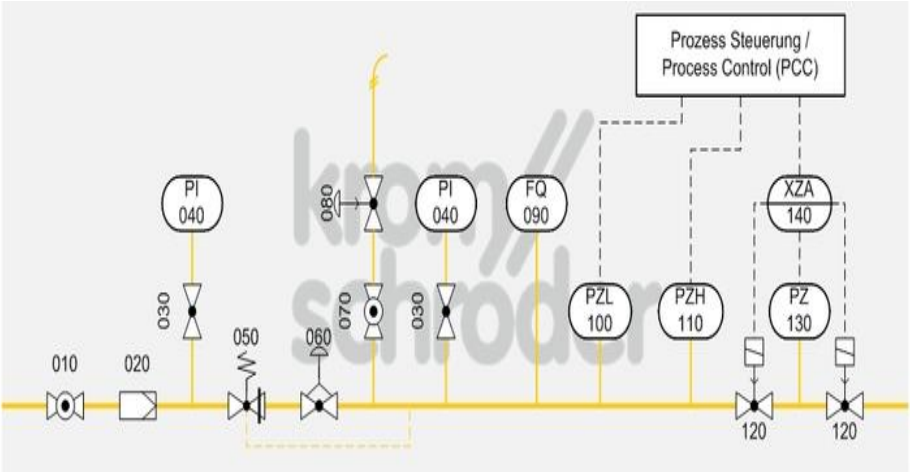
2. ÇOK YAKICILI SİSTEMLERDE EMNİYET ZİNCİRİ VE BASINÇ DÜŞÜRME İSTASYONU

Brülörlerin EN 746-2 standardına uygun olarak yanmasının sağlanması için birtakım şartlar mevcuttur bunlar emniyet şartları olarak adlandırılır. Çok yakıcılı sistemlerde kullanılan emniyet zinciri aşağıda açıklanmıştır.

1. Min. Basınç seviyesi, gaz basıncının en düşük ayarlanan seviyenin üzerinde olduğunu gösterir.
2. Max. Basınç seviyesi, gaz basıncının max. Ayarlanan seviyeden daha düşük olduğunu gösterir.

3. Hava prezostadı, hava basıncının yanma için yeterli olduğunu seviyede olduğunu gösterir.
4. Ön süpürme ok, fırında patlamanın önüne geçmek adına uygulanan fırına hava verme işlemi. Fırın hacminin 5 katı kadar hava uygulanır.
5. Limit sıcaklık kontrol cihazı, brülörün bağlandığı bölgedeki sıcaklığın istenilen limit düzeyini gösterir.

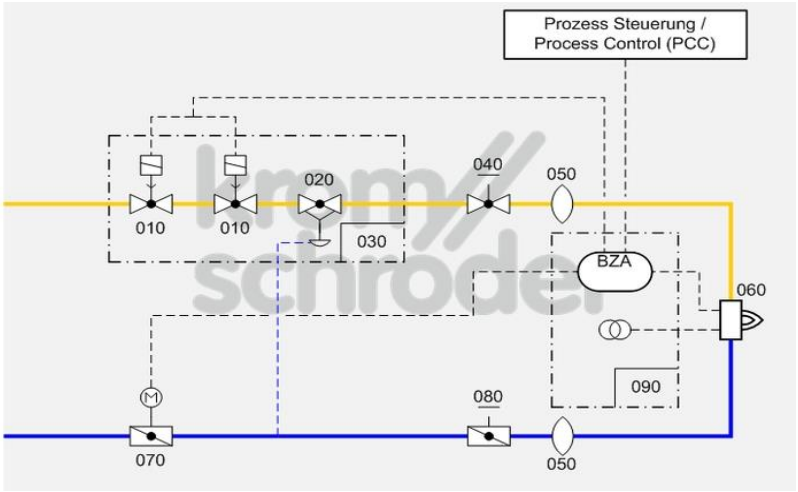
Verilen emniyet zinciri şartları 6 yakıcılı sertleştirme fırını baz alınarak yapılmıştır. Farklı prosesler için sisteme bunların haricinde emniyet şartları eklenebilir. Şekil 2' de EN 746-2' ye göre imal edilen klasik bir basınç düşürme istasyonun bileşenleri gösterilmektedir. 100 ve 110 numaralı bileşenler minimum ve maksimum basınç siviçlerini ifade etmektedir. Bunun öncesindeki mekanik şartlar sağlandıktan sonra basınç seviyeleri de istenilen düzeyde ise 120 numarada belirtilen valfler açılarak sisteme gaz basıncı verilir.



Şekil 2: Basınç Düşürme İstasyonu Bileşenleri

3. YAKICI KONTROL HATTININ İNCELENMESİ

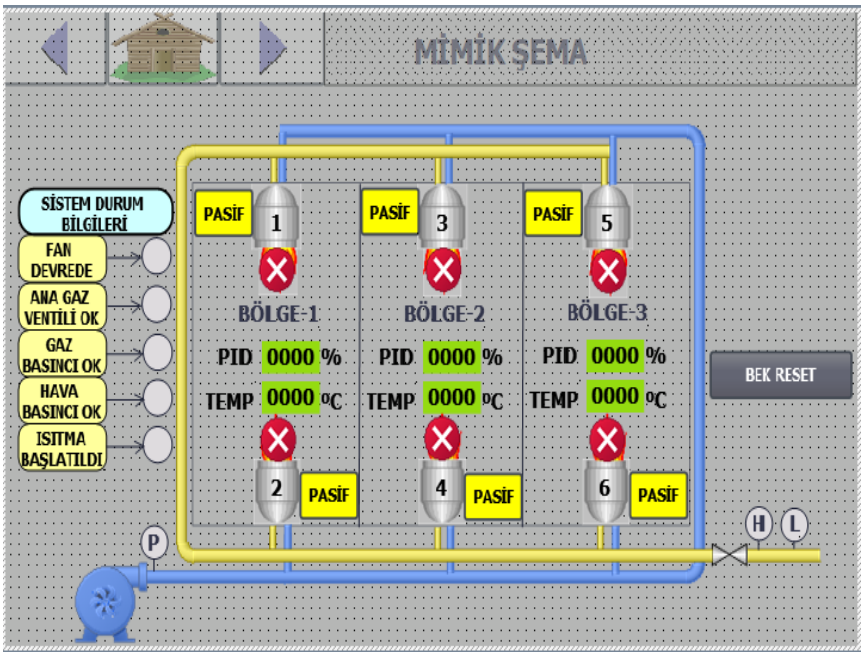
Bahsi geçen 6 yakıcılı sertleştirme fırınında yanma kontrolü için 4-20mA sinyalle çalışan 070 numaralı bileşende belirtilen Krom Schroder marka IC 20 serisi servomotor kullanılmıştır. Bunun dışında VAG serisi eşit basınç regülatörü kullanılmıştır. Yakıcı kontrol hattını basitçe açıklamak gerekirse; basınç düşürme istasyonundan gelen yakıcı için nominal seviyeye düşürülür. 4-20mA sinyalle servomotor sıcaklığa göre istenilen seviyede açılır. Servomotorun açılmasına oransal olarak hava borusundan VAG serisi valf impulse noktasına giren basınç seviyesine göre yakıcıya gerekli basıncı vermiş olacaktır. Bu şekilde verilen hava kadar gaz geçirilmesi sağlanmakta ve oransal kontrol gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3: Yakıcı Kontrol Hattı

4. YAKMA SİSTEMİ KONTROLÜ VE MİMİK ŞEMA

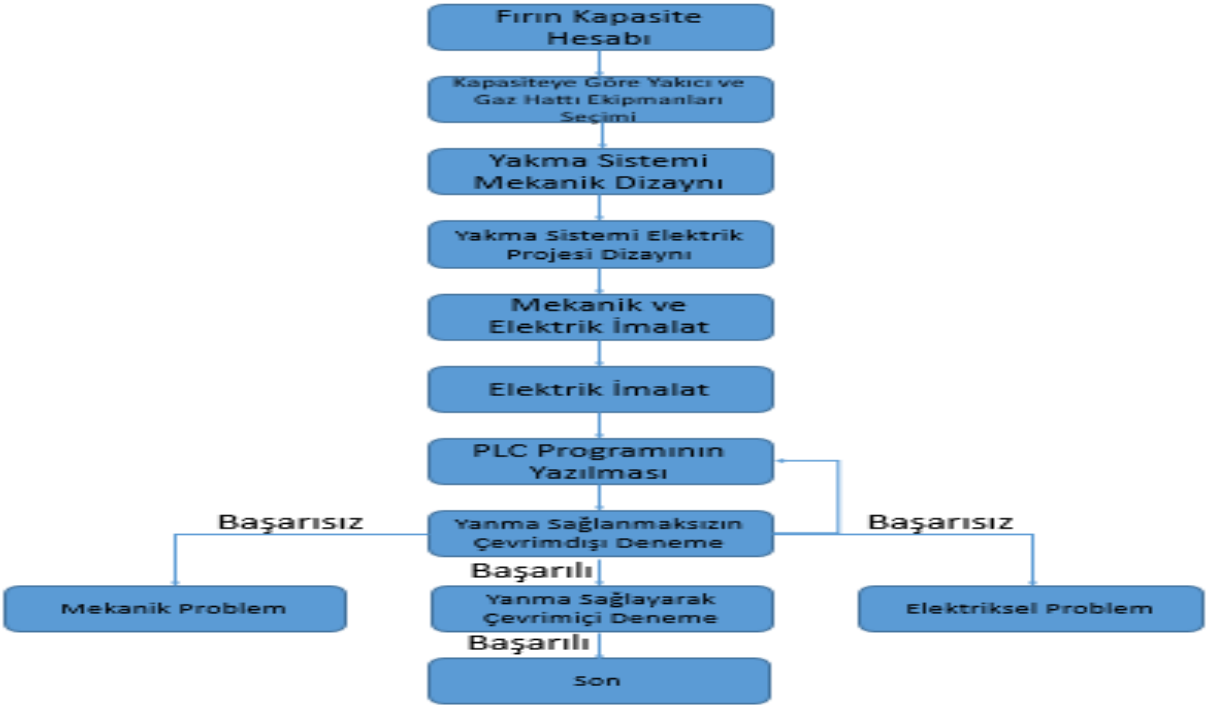
Projede kullanılan Siemens S7-1200 serisi PLC ve KTP900 serisi operatör paneli Profinet haberleşme sistemiyle birbirlerine bağlıdırlar. Yakma kontrolü için kullanılan diğer ekipmanlardan gelen sinyaller PLC girişine, yakma ekipmanlarına gidecek sinyaller ise PLC çıkışına bağlıdır. Fırın 3 bölgeden oluşmaktadır, her bölgede 1 adet kontrol K tipi kontrol termokuplı bulunmaktadır ve 6 adet yakıcı kullanılmıştır. Her yakıcı için 1 adet IFD 258 serisi yakıcı kontrol ünitesi, 1 adet IC 20 serisi servomotor ve 1 adette VAG serisi eşit basınç regülatörü kullanılmıştır. İlk iki yakıcı 1. Bölgede, 3 ve 4. Yakıcılar 2. Bölgede, 5 ve 6. Yakıcılar 3. Bölgededir. Çalışma sıcaklığı malzeme cinsine göre 850-900 °C aralığında değişmektedir. Fırında yakma sistemi için 3 adet PID kontrolü uygulanmıştır. Örneğin 1. Bölge PID bloğunu açıklayalım. 1 bölge set sıcaklığı ile anlık sıcaklık değerini karşılaştırır ve elde edilen bilgiye göre 1. bölgede yer alan iki adet servomotora 4-20mA sinyal gönderir. Şekil 4' te fırın genel görünümü yer almaktadır. Genel görünümde yakıcıların çalışma/ alarm durumu, servomotorun açıklık oranı, gaz basınç seviyerleri, hava basınç seviyeleri, fan çalışma durumu ve bölgelerin anlık sıcaklık durumu görülmektedir. Aynı zamanda bu sayfa üzerinden bekler aktif/ pasif edilebilmekte ve alarm durumu halinde resetlenebilmektedir.



Şekil 4: Fırın Genel Görünümü

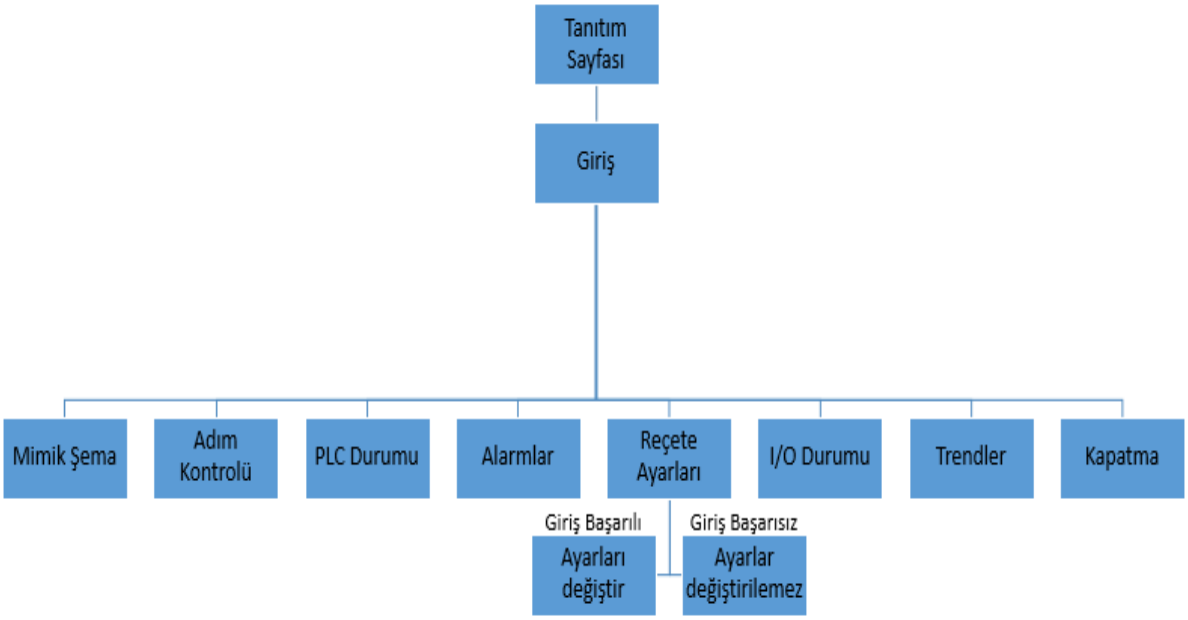
5. FIRIN YAKMA SİSTEMİ PROJELENDİRME AŞAMASI VE YAKMA SİSTEMİ ÇALIŞMASI AKIŞ ŞEMALARI

Fırın yakma sisteminin projelendirmesinin belli aşamaları mevcuttur. Projenin hayata geçirilmesi için bu aşamaları takip etmek oldukça önemlidir. Bu aşamalar Şekil 5' te akış şeması şeklinde verilmiştir.



Şekil 5:Fırın Yakma Sistemi Projelendirme Aşaması Akış Şeması

Fırın panosuna takılmış olan operatör panelinin akış şeması Şekil 6' da verilmiştir. Akış şemasında da belirtildiği gibi fırın reçete ile ve adım kontrolü ile çalıştırılabilmektedir. Adım kontrolü rampalı ısıtmayı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Alarm sayfasında sistemde oluşabilecek bütün alarmlar yer almaktadır. Alarm olması durumunda operatör paneli üzerinden uyarı verilecek, korna çalacak ve alarm lambası yanacaktır. Trend sayfasında her bir bölgeye ait sıcaklıklar anlık olarak gözlemlenebilmektedir. PLC durumu sayfasında haberleşmenin sağlıklı olup olmadığı görülmektedir.



Şekil 6: Fırın Operatör Paneli Akış Şeması

6. SONUÇLAR

Bahsi geçen makalede basınç çok yakıcılı sistemlerde basınç düşürme istasyonu, emniyet zinciri incelenmiş aynı zamanda EN 746-2 standardına göre olması gereken standart bir basınç düşürme istasyonu ele alınmıştır. Sonrasında ise 6 yakıcılı bir sertleştirme fırınında kullanılan yakıcı kontrol hattı incelenmiştir.Bu incelemelere istinaden ilgili fırın yakma sistemine ait akış şeması yapılmış ve PLC projesi yazılmıştır. Sonuç olarak EN 746-2 standardı, Krom Schroder marka yakıcı, servomotor ve brülör kontrol ünitesi bilgileri pekiştirilmiş ve PLC ile ideal bir yakma sistemi tasarımı nasıl olmalıdır sonucunun cevabı bulunmuştur.

7. KAYNAKLAR

[1] Kaar A, Bansal D, Monitoring And Controlling Of Continue Furnace Line Using PLC And SCADA
[2] http://www.onder.com/ysah.php, Yakma Sisteminin Ana Hatları, 2019
[3] Hızıroğlu S, Brülörler Ve Yakma Yönetim Sistemleri
[4] Noeste K, Brülör Kontrol Üniteleri
[5] HONEYWELL KROMSCHRÖDER Burner Control Unit Technical Documantion
[6] HONEYWELL KROMSCHRÖDER System Engineering Documantion

BİYODİZEL KATKILI GEMİ VE UÇAK YAKITLARININ DİZEL MOTORLARDAKİ KULLANIMI VE TEK YAKITLILIK KONSEPTİ

Burak GÖKALP
Ministry of Defense
burak.gokalp@msb.gov.tr

Özet
Günümüzde motorlu taşıt endüstrisinin temel enerji kaynağı petrol ürünleridir. Dünya petrol rezervlerinin belirli bölgelerde toplanmış olması, siyasi ve ekonomik nedenlerden dolayı geçmişte petrol krizleri yaşanmasına neden olmuştur. Petrol kaynaklarının kullanımından doğan olumsuzluklar, alternatif yakıt türlerinin çeşitli sektörlerde yaygınlaşmasına neden olmuştur. Petrol ithal eden bir ülke olan Türkiye için; yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çok büyük bir önem arz etmektedir. Sonuç olarak; TSK'nın hâlihazır taşıt potansiyeli düşünüldüğünde, bahsedilen enerji dar boğazının getirdiği kısıtlamalar, bizleri öz kaynaklarımıza yönelik enerji arayışlarına sevk etmektedir. Bu durum TSK'da bir alternatif enerji politikasının oluşması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, enerji, uçak yakıtı, dizel motor

1.Giriş

Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ile birlikte; Türkiye'de de son yıllarda, enerji sektöründe ARGE faaliyetlerinin geliştirilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Enerji sektöründe ARGE ve yenilik faaliyetlerinin geliştirilmesi için Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu 22 Haziran 2010 tarihinden itibaren, enerji alanında ARGE ve yenilik faaliyetlerinin izlenmesi ve bütüncül olarak ele alınabilmesi için bir çalışma grubu oluşturulmasını kararlaştırmıştır. Teknolojik gelişmelerin paralelinde; bilgi ve teknolojideki gelişmelerle birlikte iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini giderme ihtiyacı ülkelerin enerji politikalarını dönüştürmelerini ve aynı zamanda enerji teknolojileri ARGE politikaları oluşturmalarını sağlamıştır. Böylece bir yandan enerji politikaları dönüşürken bir yandan da enerji alanında ARGE'ye yönelik sistemli ve özgün politikalar geliştirilmiştir.

Genel olarak ifade etmek gerekirse; enerji sektöründe çeşitlilik, verimlilik, esneklik, beklenmedik enerji krizlerine müdahale yeteneği, enerjinin çevresel açıdan sürdürülebilirliğinin temini ve kullanımı, çevresel olarak kabul edilebilir enerji kaynakları, arttırılmış enerji verimliliği ve operasyon sahasında lojistik imkan kabiliyetleri temel hedefimiz haline getirmiştir. Yukarıda anlatıldığı üzere, petrolün belirli bir rezerve dayalı sonlu bir kaynağı olması, mevcut motor teknolojisinde fazla bir değişiklik yapılmadan petrole alternatif olacak yakıtların bulunması ve kullanılabilirliğinin araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Petrol ithal eden bir ülke olan Türkiye için; yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çok büyük bir önem arz etmektedir. Sonuç olarak; TSK'nın hâlihazır taşıt potansiyeli düşünüldüğünde, bahsedilen enerji dar boğazının getirdiği kısıtlamalar, bizleri öz kaynaklarımıza yönelik enerji arayışlarına sevk etmektedir. Bu durum TSK'da bir alternatif enerji politikasının oluşması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada amaç; ekonomik ve siyasal faktörlerden dolayı ortaya çıkabilecek enerji odaklı problemler karşısında, dışa bağımlılığı en aza indirgeyebilmek için, TSK bünyesindeki araçlarda kullanılan yakıtlarla beraber (gemi yakıtı, uçak yakıtı, kara taşıt yakıtı) biyodizel yakıtının kullanılabilirliğini araştırmak ve **TSK** bünyesindeki dizel motorlu araçlarda kullanılan farklı tipte yakıtlar yerine tek bir yakıt kullanarak lojistik destek zincirini basitleştirmektir.

2.Literatür Araştırması

Amerikan Kara Kuvvetlerinde 5 farklı askeri araçta hızlanma ve çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Amerikan Kara Kuvvetlerinde F54 yakıtının kullanıldığı yerlerde JP8 yakıtını kullanılmıştır. Biyodizel yakıtının JP8'den daha fazla enerji yoğunluğuna sahip olmasından dolayı is emisyonlarını düşürmüştür. Obüs ve kargo taşıyıcılarda, %20 biyodizel %80 JP8 yakıt karışımı kullanıldığında ise; %100 JP8'e göre %6.8-%5.6 daha iyi bir hızlanma görülmüştür. Diğer üç araçta ise; çok büyük bir farklılık görülmemiştir [1].

Savaş alanında tek bir askeri yakıt kullanma fikri 2.Dünya Savaşından sonra, petrol ürünlerinin lojistik destek zincirini basitleştirmek için düşünülmüştür. Savaş alanları için tek askeri yakıta doğru hareket, NATO kuvvetlerinin F40 (JP4) kullanımını keserek daha emniyetli, az yanabilir kerosen yakıt F34 (JP8) yakıtına geçtiği 1970'lerde başlamıştır [2]. Arkoudeas ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, tek silindirli bir laboratuar motorunda yakıt tüketimi ve emisyonlar incelenmiştir. Denemelerde.iki farklı tip biyodizel %50 karışım oranlarında jet yakıtı (JP8) ile kullanılmıştır. Bu iki tip biyodizelin performansı birbirine yakın değerlerde olmakla beraber, yakıtların eklenmesi ile önemli oranda PM'nunda bir düşüş, NO_x emisyonunda ve hacimsel yakıt tüketiminde az bir artış gözlemlenmiştir [3].

Korres ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, tek silindirli bir dizel motorda, JP5, No.2 dizel yakıtı ve hayvan yağlarından üretilmiş biyodizel %20, %40, %60 ve %80 oranlarında karışım oranlarında kullanılmıştır. Biyodizel her iki petrol esaslı yakıta eklenmesi ile NO_x emisyonlarında artış görülmüştür. Beklendiği üzere biyodizel eklenmesiyle PM emisyonlarında düşüş tespit edilmiştir. JP5 kullanıldığı zaman %60 orana kadar PM emisyonlarını düşürmüş daha sonra setan numarasının düşük olmasından dolayı bir miktar yükselmiştir. Bunun yanında JP5 yakıtının PM emisyonları No.2 dizel yakıtına düşük oranlarda görülmüştür. Biyodizelin oksijen içeriğine bağlı olarak biyodizelin hacimsel yakıt tüketiminde artış görülmüştür [4, 5].

Tablo 1 Gemi/hava araçlarında kullanılan yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri [13, 14, 15, 16, 17]

Özellikler	**F76**	**JP5 (F44)**	**JP8 (F34)**	**F54**	**Test Metodu (ASTM)**
Görünüm, @ 25°C	Açık ve parlak	Rapor	Rapor	Açık ve parlak	D 4176
Yoğunluk, @ 15 °C, kg/m^3, max	876	845	840	860	D 1298, D 4052, D 287
Distilasyon					D 86
% 10 °C	Rapor	205	205	200	
% 50 °C	Rapor	Rapor	Rapor	280	
% 90 °C (max)	357	Rapor	Rapor	371	
Son nokta °C (max)	385	300	300	0.1	
Kalıntı, % hacim	3.0	1.5	1.5	0.2	
Bulutlanma noktası, °C (max)	-1	-	-	-	D 2500, D 5771, D 5772, D 5773, D 6371
Buzlanma noktası, °C (max)	-	-46	-47	-	D2386, D5972
Renk, max	3	-	-		D1500, D6045
Renk Saybolt	-	Rapor	Rapor		D156, D6045
Parlama Noktası, °C, min	60	60	55	54	D93,D56
Parça Kirliliği, mg/lt, max	10	1.0	1.0		D5452, D6217, D2276
Akma Noktası, °C, max	-6	-	-	-18	D 6217, D 5452
Viskozite @ 40 °C, mm^2/sn	1.7 - 4.3	-	-	2.0-4.5	D 445
Viskozite @ -20 °C, mm^2/sn	-	8.5	8.0	-	D 445
Asit Numarası, mg KOH/gr, max	0.30	0.015	0.015	-	D 974, D 664, D3242
Kül, % max	0.005	-	-	Rapor	D 482
Karbon kalıntı, %	0.20	-	-	0.3	D 524,

kütle, max	0.14	-	-	-	D 189, D 4530
Korozyon @ 100 °C, % kütle, max	No 1	-	-	-	D 130
Hidrojen, % kütle, min	12.5	-	-	-	D 4808, D 5291
	-	13.4	13.4	-	D3701
Setan Numarası, min	42			-	D 613
Setan İndeksi, min	43	Rapor	Rapor	46	D 976
Kükürt, % kütle max	1.0	-	-	0.7	D4294, D129, D1552, D2622
	-	0.3	0.3	-	D1266, D3120, 5453

3.Dizel Motorlarında Jet Yakıtlarının Kullanımı

Dizel motorlar, kullanılan yakıtın ucuz olması.ve yüksek yakıt ekonomisinden dolayı muharebe platformlarında çeşitli harp ve taşıma araçlarında (tanklar, obüsler, ağır kamyonlar, savaş gemileri vb.) kullanılmaktadır. Taktik ve teknik anlamda operasyonların devamlılığı ve etkinliği, bu araçların maksimum performansta çalışmasına ve gerekli lojistik desteğin (yakıt, yedek malzeme) devamlı olmasına bağlıdır.

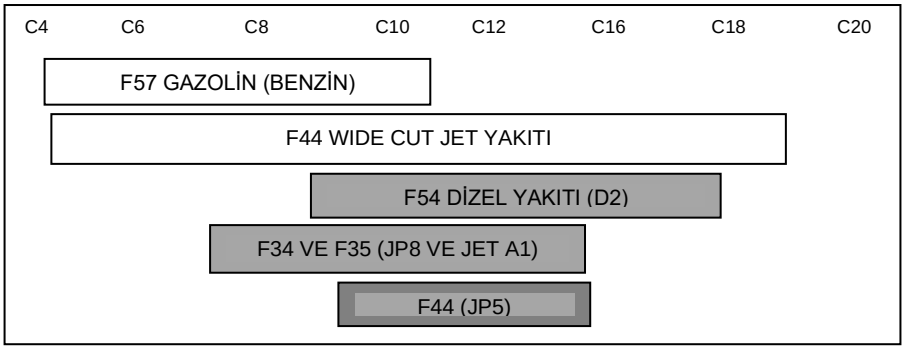
Bilindiği üzere TSK bünyesinde kullanılan motorlar çeşitli tipte yakıtlar ile çalıştırılmaktadır. Bunlar; petrol esaslı yakıtlar olup, kimyasal katkı maddelerinin çeşitliğinden dolayı birtakım farklılıklar içermektedir. Örneğin; bir uçak motorunda jet yakıtları (**JP5, JP8 JET A1**) kullanılırken, gemilerde yüksek kükürtlü dizel yakıtları (**F76, F75**), kara taşıtlarında da daha düşük kükürt seviyeli yakıtlar (**F54**) kullanılmaktadır. Bu durumda operatif birliklerin bünyesinde farklı tipte yakıtların depolanabilmesi için farklı depolar bulundurmak zorunda kalmaktadır. Bu da, her bir yakıt deposunun ayrı ayrı bakım, işletme prosedürlerine sahip olması demektir ki; bunun da bazı olumsuzları beraberinde getirmektedir işletme sürelerinin uzaması ve depolama kapasitesinin düşmesi). Bunun yerine tek bir yakıtın depolanması, hem siloların bakım işletmesi hem de depolama kapasitelerinin arttırılması açısından daha faydalı olacaktır.

Harp sahasındaki araçlar, harekât yapılan her coğrafyada aynı performansta çalışmak zorundadır. Soğuk bir ortamda tank motorunun teknik olarak problem yaşaması o harekâtın olumsuz sonuçlanmasına neden olabilecektir. Bu bağlamda bakım ve işletim şartlarının her kademede çok detaylı incelenmesi, gerekli görüldüğünde geliştirilmesi gerekmektedir.

1988'de NATO kuvvetleri, Avrupa savaş alanında görev yaptıkları zaman bütün kara kuvvetleri hava araçları, araç ve teçhizatları için tek yakıt (JP8) kullanılmasına karar vermişler ve bu fikir tek yakıt görüşü SFC (Sigle Fuel Concept) olarak ortaya çıkmıştır. Barış zamanında çalışmalardan kazanılan tecrübeler ile "ÇÖL FIRTINASI" savaşı esnasında savaş bölgesinde bu yakıt test edilmiştir. Tecrübe yeterli olmakla birlikte, çalışmalara ilave olarak NATO tarafından kazanılan tecrübeler ve çalışmalar F34 (JP8) yakıtının motorda kullanımının daha iyi anlaşılması ile işletme zorluklarının çözülmesi fikri geliştirilmek üzere planlamaya alınmıştır. Bununla beraber, SFC'nin yürürlüğe girmesiyle çevre kirliliği problemleri de SFC'nin geliştirilmesine yardımcı olmuştur [6]. Sonuç olarak; NATO tarafından 1986 yılında başlatılmış olan proje kapsamında; F40 yakıtının yerine JP8'in kullanılması ile ilgili çalışmaların tamamlandığı, F54 yakıtının yerine JP8'in kullanılması ile ilgili çalışmaların devam ettiği görülmektedir.

4.Tek Yakıt Tipinin Seçim Esasları

Şekil 1'de yakıtların destilasyon sıcaklık aralıkları görülmektedir. Tek tip yakıtta, hem hafif, hem de ağır destilatları temsil edecek özellikler bulunmalıdır. Bu nedenle istenilen yakıtın orta destilat grubunda bulunması kaçınılmazdır. Karbon sayıları da karbon yelpazesinde orta bölgelerde bulunmalıdır [7, 8].



Şekil 1 NATO yakıt tiplerinin karbon atom sayıları [9]

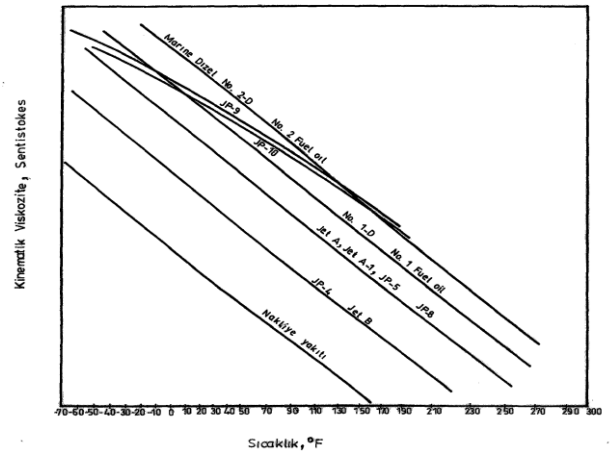
Tek yakıt konseptini gerçekleştirmede üç farklı yakıt tipi esas alınarak incelenmiştir. Bunlar; benzin, gazyağı ve motorin/dizel yakıtlarıdır. Benzin buji ateşlemeli motorlarda kullanılır ve aşırı uçucu bir yakıt olmakla beraber yüksek yanma riskine sahip ve sıkıştırma ateşlemeli motorlarında ve gaz türbinlerine uygun olmayan bir yakıttır. Kerosen (gazyağı) ve motorin/dizel tipi yakıtlar;

- F54 (No.2 dizel yakıtı),
- F44 (JP5 yüksek parlama noktasına sahip) uçaklarda kullanılan dizel yakıtı,
- F35 (JET A1 olarak bilinen gazyağlarına özdeş sivil jet yakıtı), F34 (JP8) askeri havacılık araçlarında kullanılmaktadır ve F35'e katkı maddeleri ilavesiyle elde edilmektedir [8].

Farklı motor tiplerinde emniyetle kullanılması en uygun tek yakıt tipinin tespitinde; Şekil 3.3'de görüldüğü gibi F34, F35 ve F44 yakıtlarının geniş bir yüzeyde üst üste bindiği, F54 yakıtının da yine aynı şekilde F34, F35 ve F44 yakıtlarıyla çakıştığı görülür. Yakıt tiplerinin mukayese edilmesi, tek tip yakıt olmaya aday en yakın yakıtın; F34 ve F35 olduğunu göstermektedir. Her iki yakıt (F34 ve F35) sıkıştırma-ateşlemeli motorlarda.ve gaz türbinli motorlarda kullanılabilirler ve yüksek alevlenme noktasına sahiptirler [9].

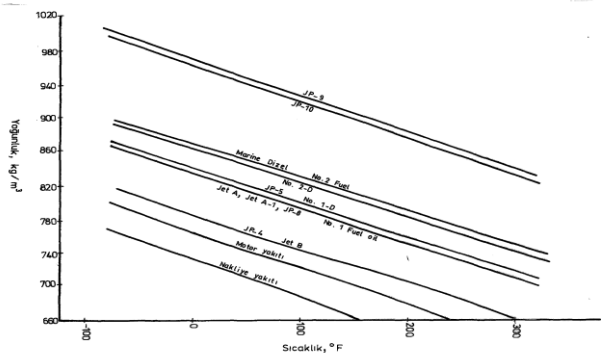
F34 ve F35 yakıtı, F54'e göre daha düşük damlama noktasına sahip olduğu, viskozitenin ve setan sayısının daha düşük, fakat sıkıştırma-ateşlemeli motorlarda kabul edilebilir bir miktara sahip olduğu, ısıl değerinin motorinden %5 daha düşük olduğu görülmektedir. F44 yakıt tipi tek yakıt konseptinin içinde yer almamasına rağmen F34 ve F35'e benzer özelliklerinden dolayı tek tip yakıt olarak düşünülebilir.

F44 (JP5), F35 (JP 8) ve F34 (JET A1) sıkıştırma ateşlemeli motorlarda kullanılmak için daha uygundur. Çünkü bu yakıtların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakıldığında; düşük donma sıcaklıkları ve termal stabiliteleri öne çıkmaktadır. F35, sivil JET A1 yakıtı ile özdeş değerlere sahiptir. Motorin ise dizel yakıtı olarak dizel motorlarda kullanılır. Yüksek ısıl değere sahiptirler. Fakat düşük sıcaklıkta kullanımı zayıftır. Düşük stabiliteye ve daha fazla potansiyel mikrobiyolojik atık miktarına sahiptir. Yanma özelliklerini tutuşma değerinin bir göstergesi olan setan sayısını tayin eder [10, 18].



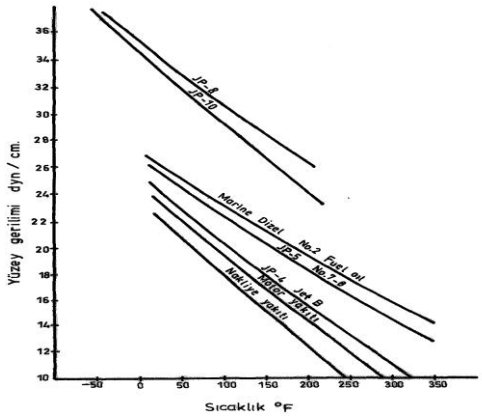
Şekil 2 Viskozitelerin sıcaklıkla değişimi [8]

Şekil 2'de görüldüğü üzere No.2 dizel yakıtı ve gemi yakıtının sıcaklık eğrisi üzerinde birbirine çok yakın değerlerde olması yakıtların viskozite değerlerinin birbirine yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında JP5, JP8 ve JET A1 yakıtlarının da aynı karakteristikleri göstermesi yakıtların birbirine alternatif kullanılabileceğini yansıtmaktadır.

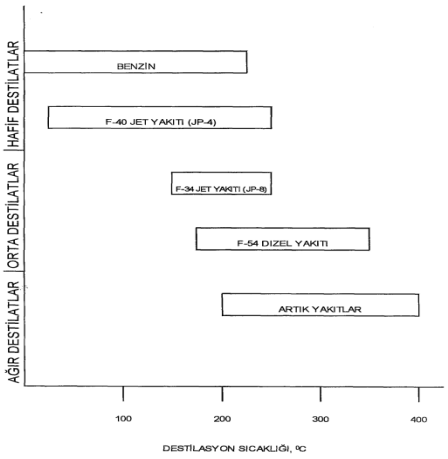


Şekil 3 Yakıt yoğunluklarının sıcaklıkla değişimi [8]

No.2 dizel yakıtı ve gemi yakıtının aynı eğri üzerinde olması, bu yakıtların yoğunluk değerlerinin birbirine yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında JP5, JP8 ve JET A1 yakıtlarının da aynı karakteristikleri göstermesi yakıtların birbirine alternatif kullanılabileceğini yansıtmaktadır. Şekil 4'de görüldüğü gibi No.2 dizel yakıtı, gemi yakıtı, JP5 yakıtlarının yüzey gerilim değerlerinin birbirine yakın olması, yakıt özelliklerinin benzerliğinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4 Yüzey gerilmelerinin sıcaklıkla değişimi [8]



Şekil 5 Yakıtların distilasyon sıcaklıkları [8]

5.Tek Yakıtın Teknik, Lojistik, İşletme, Ekonomik ve Çevresel Faktörleri

F34 ve F35 yakıtlarının mikrobiyolojik kirlenmeye eğilimleri daha azdır ve motorin ve dizel yakıtlarına göre depolanma durumunda özelliklerini muhafaza etmeleri daha kolaydır. Ticari jet yakıtı olan F35'in temini bütün dünya ülkelerinde daha.kolaydır ve F34'e çevrimi ilave katkı maddeleriyle (antioksidan, yakıt sistemi buzlanmayı geciktirici inhibitör, metal deaktivatör, statik dissipater katkısı, korozyon inhibitörü ve DİEGME) mümkündür. F34, F35'e nazaran mikrobiyolojik koruma ve yağlayıcılık özelliğinin daha fazla olmasına ilaveten düşük sıcaklıklarda donmaya karsı koruma sağlar. Çok uçucu olan benzin ve F40 (JP4)'ın bu çalışmada tercih edilmemesi yangın riski nedeniyledir [7,10,11,12, 19].

Sadece tek bir yakıt kullanımı, dünya çapında ürün temin problemlerini ortadan kaldırması ve lojistik temin zincirini basitleştirilmesi, güç çalışma ortamlarında kullanıcılar arasında kullanıma imkân tanıması (acil durumunda uçak ve diğer destek teçhizatlarının aynı tankerden yakıt ikmali yapması), alt yapı maliyetini düşürmesi, aynı miktar depolama hacmi için daha az bölme gerektirmesi ve temizleme maliyetinin az olması, taşıma ve dağıtım maliyetinin düşük olması (bir tek ürünün sevk ve idaresinin daha kolay ve basit olması), ve çok farklı tipte yakıt için gerekli tek bir alt yapıyla depolama alanı tasarrufu sağlanacak olması, konunun önemini bir kere daha ortaya koymaktadır.

F34'ün tek yakıt olarak kullanımının, bu yakıta olan gereksinimi arttırması ve buna bağlı olarak maliyetin artması, bazı durumlarda ekipmanlarda küçük modifikasyonlar yapmak ya da katkı maddeleri kullanmak zorunluluğu da konunun ufak ama düşünülmesi gereken noktaları olarak önümüze çıkmaktadır.

Jet yakıtlarının kara taşıtlarında kullanımına yönelik olumsuz görüşlerin başında tıkanma ve yakıt filtreleri gelmektedir. Bu görüş normalde doğrudur. Sadece tıkanma değil, bunun yanında düzenli bir şekilde yapılmayan bakımlarda enjektörlerde tıkanmaya bağlı problemlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu da jet yakıtlarının temizleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

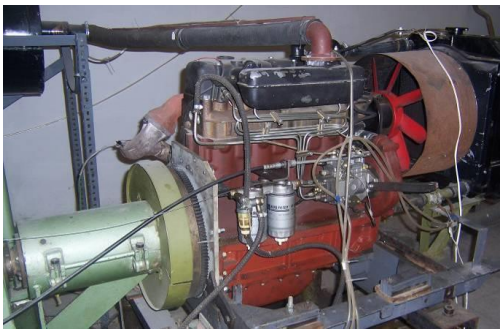
Dizel motorlarda jet yakıtı kullanmanın faydalarını maddeler halinde sıralayacak olursak;

- ✓ Tüm araçlarda sadece tek tip bir ürün kullanılacak,
- ✓ Ürün temin problemleri ortadan kalkacak,
- ✓ Lojistik temin zinciri basitleşecek,
- ✓ Güç çalışma ortamlarında kullanıcılar arasında kullanıma imkân tanıyacak (harp durumunda bir hava aracı kamyondan yakıt ikmali yapabilecek),
- ✓ Tek tip yakıt için gerekli tek bir alt yapıyla depolama alanı tasarrufu sağlanacak,
- ✓ Düşük sıcaklıklarda çalışma imkânı verebilecek,
- ✓ Temin borularında tek bir yakıt mevcut olduğundan yakıtların birbirine karışma riski olmayacak,
- ✓ Bakım çalışmalarında tasarruf sağlanacaktır.

- ✓ Motor bünyesindeki yanmaya bağlı parçaların aşınması azalır.
- ✓ Dizel motordaki enjektörde oluşan karbon kalıntılarına bağlı problemler azalır.
- ✓ Egzoz emisyonlarının düşmesine neden olur.

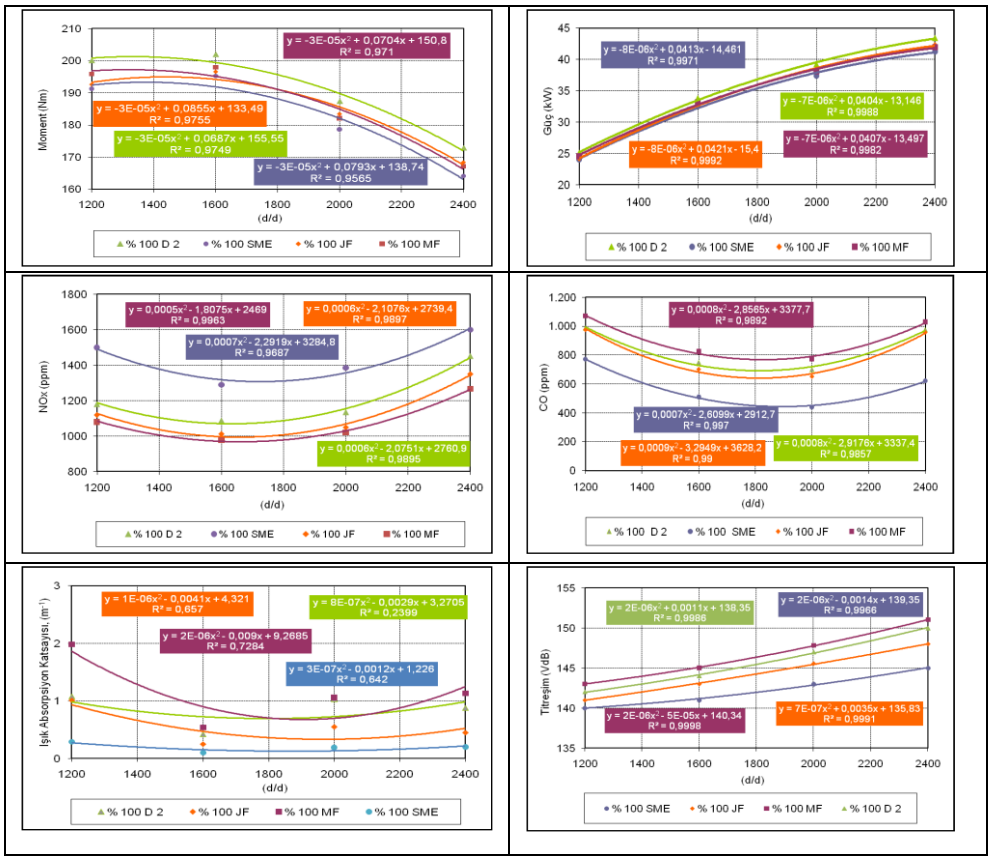
6.Deney Çalışmaları

Tek tip yakıt konseptine referans olan motor performans ve emisyon değişimlerinin gözlemlendiği deneyler, İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesi Otomotiv Ana Bilim Dalı İçten Yanmalı Motorlar Laboratuarında yapılmıştır. Deney düzeneğinin genel görünüşü Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6 Deney motoru

Deneyler 4 silindirli, 4 zamanlı, doğal emişli, direkt püskürtmeli "Başak WD 408" marka bir dizel motorda gerçekleştirilmiştir. Deney yakıtı olarak; Türk Deniz Kuvvetlerindeki muhtelif araçlarda kullanılan F76, JP5, F54 ve Çelebi Kimya A.Ş. tesislerinde özel olarak üretilmiş biyodizel yakıtları kullanılmıştır. Aşağıda gözlemlenen test verileri sunulmuştur.



Şekil 7 Değişik devir tam yükte D2, JF, MF ve SME moment, güç, NO_X, CO, is ve titreşim değişimleri

7.Sonuç Ve Değerlendirmeler

Petrolün belirli bir rezerve dayalı sonlu bir kaynağı olması, mevcut motor teknolojisinde fazla bir değişiklik yapılmadan petrole alternatif olacak yakıtların bulunması ve kullanılabilirliğinin araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu durumda, biyodizelin dizel motorlada kullanımı çok büyük bir önem arz etmektedir. Zira; TSK'nın hâlihazır taşıt potansiyeli düşünüldüğünde, bahsedilen enerji dar boğazının getirdiği kısıtlamalar, bizleri öz kaynaklarımıza yönelik enerji arayışlarına sevk etmektedir. Bu durum TSK'da bir alternatif enerji politikasının oluşması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Ekonomik ve siyasal faktörlerden dolayı ortaya çıkabilecek enerji odaklı problemler karşısında, dışa bağımlılığı en aza indirgeyebilmek için, TSK bünyesindeki dizel motorlu araçlarda, daha çevreci ve stratejik (dışa bağımlılığı azaltan) bir yakıt (**biyodizel**) kullanabilmemizin yanında **TSK** bünyesindeki dizel motorlu araçlarda kullanılan farklı tipte yakıtlar yerine tek bir yakıt (jet yakıtı) kullanarak lojistik destek zincirini basitleştirmenin önemli olduğu kıymetlendirilmektedir. Zira; jet yakıtı diğer yakıtlara nazaran (biyodizel hariç) düşük kükürt oranına sahiptir. Bu nedenle motorlarda kullanımı esnasında motor içerisinde verebileceği aşınmaya bağlı zararların önüne geçilebilmesi maksadıyla, içerisine belirli oranlarda biyodizel karıştırılmasının yağlayıcılık, emisyon ve biyodizel'in akma noktasını iyileştirmesi açısından fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Lucas, W., "Summary test report for biodiesel fuel evaluation for the us army tactical wheeled vehicles", ***US Army Yuma Proving Ground Report***, ***Yuma Arizona***, 3-78, (1995).
[2] "The Single Fuel Forward, an information compendium", ***U.S. Army Tank-automotive and Armaments Command Research Development and Engineering Center Report*** , ***Warren Michigan***, 10-37, (2001).
[3] Arkoudeas, P., Kalligeros, S., Zannikos, F., Anastopoulos, G., Karonis, D., Lois, E., "Study of using JP-8 aviation fuel and biodiesel in CI engine", ***Energy Conversion and Management*** 44, 1013-1025, (2003).
[4] Korres, D., Karonis, D., Lois, E., Linck, M., Gupta, A., "Aviation fuel JP-5 and biodiesel on a diesel engine", ***Fuel***, 87, 70-78, (2008).
[5] Kalligeros, S., Zannikos, F., Stournas, S., Lois, E., Anastopoulos, G., Teas, Ch., Sakellaropoulos, F., "An Investigation of using biodiesel/marine diesel blends on the performance of a stationary engine", ***Biomass and Bio energy,*** 24, 141-149, (2003).
[6] Ünal, S., "JP4 ve JP8 havacılık tipi yakıtlarla metil ester harmanlarının dizel motorlarında kullanılma imkanlarının deneysel analizi", Yüksek Lisans Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 16-25, (2005).
[7] Kabak, N., "Dizel motorlarında JP-8 yakıtı uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, ***Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Eskişehir, 5-17, (2005).
[8] Durmuşoğlu, Ş., "Dizel araç motorlarında jet yakıtı (JP-8) uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, ***Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Sakarya, 9-19, (2002).
[9] Petrol Ofisi A.Ş., "Yakıtlar ve Yağlar", ***Madeni Yağ Şube Müdürlüğü***, (1985).
[10] Deniz, O., Balık, A., Benlidayı, M., "Alternatif Yakıt Olarak Rafine Soya Yağı ve Motorin-Rafine Soya Yağı Karışımlarının Dizel Motorlarında Kullanılması", ***Yanma Sempozyumu***, 197-203 İstanbul, (1989).
[11] Turbine Fuels, Aviation, Kerosene Types NATO F34 (JP8), MIL-DTL-83133E, 1 April (1999).
[12] Graboski, M.S., McCormick, RL., "Combustion of fat and vegetable-oil derived fuels in diesel engines", ***Prog. Energy Combus Science***, 24, 125-64, (1998).
[13] ASTM D 2386-05 Standard Test Method for Freezing Point of Aviation Fuels.
[14] Turbine Fuels, Aviation, Grades JP4 and JP5, NATO STANAG MIL-DTL-5624U, 5 January (2004).
[15] Performance Specification Fuel, NAVAL DISTILLATE, NATO STANAG MIL-PRF-16884K, 14 November 2002.
[16] Diesel Fuel, Engine Requirements-Lubricating Oil, Fuel and Filters, Detroit Diesel Corporation, 7SE270-0209, USA, (2002).
[17] ASTM D 975-05 Standard Specification for Diesel Oils.
[18] Heywood, J.B., "Internal Combustion Engine Fundamentals", Second edition, ***Mc Graw-Hill Companies***, 42-53, (1988).
[19] NATO Logistics Handbook. Section 8. 2012

SUDAN'DAKİ BALIKÇILIĞIN MEVCUT DURUMUNA GENEL BİR BAKIŞ

Obey Alnaiem
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri
gadain76@gmail.com

Hamdi Aydın
Kocaeli Üniversitesi Kocaeli Üniversitesi Gazanfer Bilge Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri
aydin@kocaeli.edu.tr

Özet
Sudan, 1 861 500 km² alana sahip Afrika'daki en büyük ülkelerden biridir. Kuzeydoğu Afrika'da bulunan ve nüfusu 42.813.000 milyon olan Sudan, güneyde Güney Sudan, doğuda Etiyopya ve Eritre, kuzeydoğuda Kızıldeniz, kuzeydoğusunda Mısır, kuzeybatısında Libya, kuzeybatısında Çad ve güneybatıda Orta Afrika Cumhuriyeti ile çevrilidir. Tarım ve hayvancılık Sudan ekonomisinin ana sektörlerinden birini oluşturmaktadır. Ülkenin en önemli tatlısu kaynakları Mavi ve Beyaz Nil iken, tuzlu su kaynağı olarak sadece Kızıldeniz bulunmaktadır. Sudan'da balıkçılık sektörü çok fazla gelişmemiştir ve ülke ekonomisine katkısı yüzde 1'den daha azdır. EARC'nun 2016 yılı verilerine göre, yıllık 110.000 ton balık kaynağı yakalanabileceği bildirilmiştir. Bu araştırmada Sudan'ın su kaynakları, avlanan balık türleri, kültür balıkları üretim miktarları, sorunlar ve sözüm önerileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Balıkçılık, Su kaynakları, Sudan

AN OVERVİEW OF THE CURRENT STATUS OF FISHERIES İN SUDAN

Abstract
Sudan is one of the largest countries in Africa with an area of 1 861 500 km². Located in northeastern Africa, with a current population of 42.813.000 million, the Sudan is bordered to the south by South Sudan, to the east by Ethiopia and Eritrea, to the northeast by the Red Sea, to the north by Egypt, to the northwest by Libya, to the west by Chad, and to the southwest by the Central African Republic. Agriculture and animal husbandry constitute one of the main sectors of the Sudanese economy. While the most important freshwater resources in the country are Blue and White Nile, it is only in the Red Sea as a source of salt water. The fisheries sector in Sudan is not much of a contribution to the country's economy. According to the data of EARC 2016, it is reported that are total potentially harvestable inland fish catch at about 110 thousand tons annually. were tried to be presented of Sudan water resources, caught fish species, production amounts of cultured fishes, problems and suggestions.

Keywords: Fisheries, water resources, Sudan

1. GİRİŞ

Sudan, Afrika kıtasının kuzey doğusunda bulunur ve yedi komşu ülkeye sınırı vardır; Kuzeyinde Mısır, kuzey batısında Libya, doğusunda Etiyopya ve Eritre, güneyinde Güney Sudan, batısında Orta Afrika Cumhuriyeti ve Çad bulunmaktadır. Sudan'ın denize kıyısı sadece Kızıldeniz'dir ve ülkenin doğusunda bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler 2019 yılı verilerine göre Sudan'ın nüfusu 42.813.000'dir (Anon, 2019'a). Sudan ekonomisi temelde tarım ve hayvancılığa dayanmakta olup, sanayi sektörü gelişim içindedir. Özellikle 1999 yılında ihraç edilmeye başlanan petrol, ülke ekonomisinin lokomotifi haline gelmiş, ancak 9 Temmuz 2011 tarihinde Güney Sudan'ın ayrılması nedeniyle Sudan, petrolün yüzde 75'inden ve bu bağlamda ihracat gelirlerinin yüzde 90'ından mahrum kalmıştır. Sudan'ın ana ithalat kalemleri: sanayi malları, makine ve teçhizat, tekstil ürünleri, buğday ve buğday unu, ulaşım araç-gereçleri, gıda ve içecek maddeleri, tütün mamulleri, ilaç ve kimyasal ürünler, çay, kahve ve yağlar oluştururken, ihracatı ise petrol, altın, pamuk, canlı hayvan ve et, susam ve diğer yağlı tohumlar, Arap zamkı, tabaklanmış deri, şeker ve yer fıstığıdır (Anon, 2019b).

Hayvancılıkta en fazla deve, keçi, koyun ve sığır yetiştirilmektedir. Sudan'ın diğer önemli gelir kaynakları içerisinde orman ürünleri (kauçuk ağacı) ve balıkçılık bulunmaktadır (BACAK, 2017). Sudan'da balıkçılık mevcut su kaynaklarına göre çok fazla gelişmemiştir. Bu araştırmada Sudan'ın su kaynakları, balıkçılık potansiyeli ve bu potansiyelin geliştirme olanakları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. SUDAN'IN SU KAYNAKLARI

Sudan'daki su kaynaklarını genel olarak tuzlu sular ve tatlı sular olmak üzere iki ana bölüme ayırabiliriz.

2.1. Tuzlu Sular

Sudan, doğuda Kızıldeniz'e kıyısı olması sebebiyle hem Akdeniz hem de Hint Okyanusu'na bağlantısı bulunmaktadır. Ülkenin deniz kıyısındaki en önemli şehri ve limanı Kızıldeniz kıyısındaki Port Sudan şehridir. Port Sudan, balıkçılık ve turizmin yanı sıra deniz ticaretinin ve ulaşımının da hareketli olduğu bir merkezdir. Kızıldeniz, deniz balıkçılığının ana kaynağını temsil etmektedir. Sudan'ın Kızıldeniz sahili, yaklaşık 750 km uzunluğundadır. Özel ekonomik bölge (exclusive economic zone EEZ) statüsünde olan bu 91.600 kilometrekarelik alan, derin trol ağları için uygundur. (UNDP, 2017). Sudan karasuları genellikle zayıf akıntılar, zayıf gelgit (1-2 feet), yüksek su sıcaklığı (Şubat'ta 20 ° C ve Ağustos'ta 33 ° C), yüksek tuzluluk ile karakterize edilir (% 39-45) (Mohamed ark . 2010). Sudan'ın Kızıldeniz ile sınırları Kızıldenize komşu diğer ülkelerle kıyaslandığında çok daha fazla derindir (Şekil 1). Kızıldeniz'in en derin kısmı, yaklaşık 3.040 metre ve Sudan Limanı'nın yanındadır (Tesfamichael ve Pitcher, 2012).

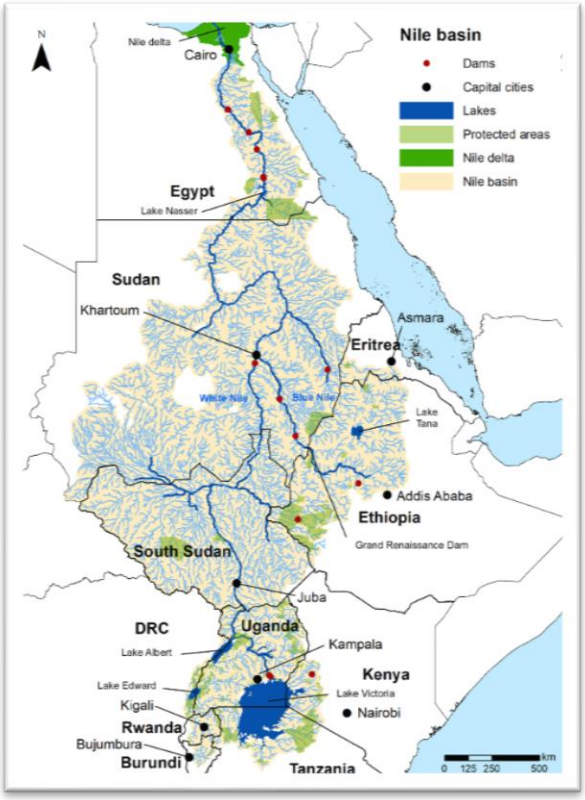


Şekil 1. Sudan Kızıldeniz Sahili (Tesfamichael ve Pitcher, 2012)

2.2. Tatlı Sular

Nil nehri, dünyanın en uzun nehridir ve uzunluğu 6.700 km'dir, Kuzeydoğu Afrika'da Akdeniz'e ulaşmadan önce on bir ülkeden geçer. Bu ülkeler, Ruanda, Burundi, Zaire, Kongo, Tanzanya, Kenya, Uganda, Eritre, Etiyopya, Sudan ve Mısır'dır (Swain 1997). Nil Nehri havzası Afrika kıtasının onda birini kaplar. Güneyden kuzeye doğru akar ve Beyaz Nil ve Mavi Nil olmak üzere iki ana kolu vardır.

Beyaz Nil ile Mavi Nil Sudan'ın başkenti Hartum'da birleşirler. Mavi Nil, Nil suyunun%59'ini sağlar ve Etiyopya'nın doğu dağlarında bulunan Tana Gölü'nden gelmektir. 1450 kilometre uzunluğa sahip olan Beyaz Nil, Doğu Afrika Göller Bölgesi'nden doğar. Bu noktada nehrin adı Kagera Nehri'dir. Kagera Nehri Tanzanya, Ruanda ve Uganda sınırlarını oluşturarak Victoria Gölü'ne katılır. Gölden çıktıktan sonra Sudan topraklarına girer ve Sudan'da Mavi Nil ile birleşir (Mohamed Nader, 2014).



Şekil 2. Nil Nehri ve Kolları

Nil Nehri'nin Sudan toprakları üzerinden geçtiği bölgede 5 adet baraj bulunmaktadır. Bu barajlar; Mavi Nil üzerindeki Ruseris ve Sinnar Barajları, mevsimlik Atbara nehrinde Khashm el Girba, Beyaz Nil'de Jabal Awliaa ve Nil Nehri üzerinde Marawe Barajıdır (Tablo 1). Bu barajlar sulama, içme ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Düzensiz yağışlar ve tekrarlayan uzun süreli kuraklık, uzak şehir merkezlerinin yanı sıra, kırsal alanlara da güvenilir yer altı suyu kaynaklarının önemini vurgulamaktadır. Sudan tropik bölgelerde yer almakla birlikte, iklimi çok sıcak, nisan-kasım ayları arasında bölgelere göre değişen yağışlı bir iklime sahiptir (Farida, 2014).

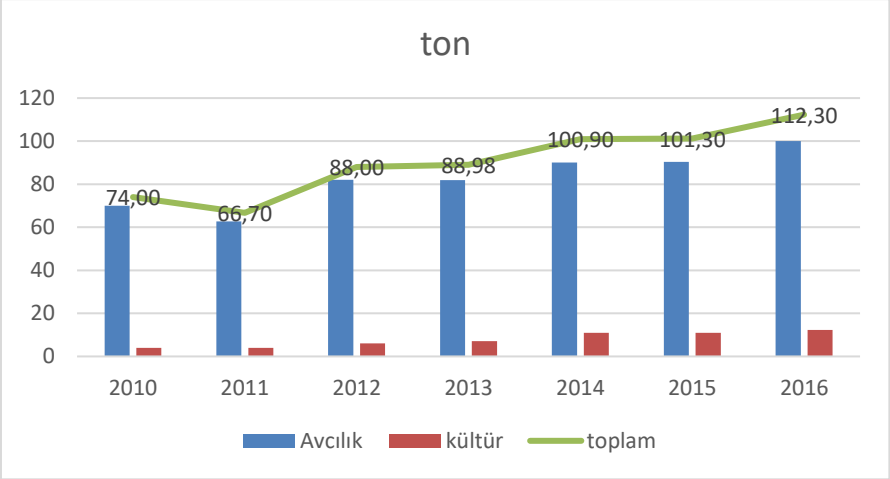
Tablo 1. Sudan'ın Önemli Barajları ve Gölü

Kaynak	Yer	Alanı/km²	İnşaat tarihi	Balık stokları	Yıllık üretimi /ton
Sinnar Barajı	Mavi Nil	150	1925	1,000	1,000
Jabal Awliaa Barajı	Beyaz Nil	1050	1937	15,000	11,300
Nuba Gölü	Nil Nehri	1000	1964	5,000	1,000
Ruseris Baraj	Mavi Nil	625	1966	1,700	1,200
Khashm el Girba Barajı	Atbara Nehri	125	1966	800	500
Marawe Barajı	Nil Nehri	800	2010	5,500	400

Sudan Hayvancılık ve Balıkçılık Bakanlığı (2015)*

3. SUDAN'DA BALIKÇILIK

Sudan hem Nil Nehri'nin tatlı suyunda yetişen balık çeşitliliği hem de Kızıldeniz'in herkesçe bilinen zengin balık ve deniz ürünleri çeşitliliği açısından çok önemli kaynaklarını kendisinde toplamış bir ülkedir. Kıyı ve iç sulardaki toplam balık rezervlerinin 110.000 ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu rezervlerin yaklaşık 9 bin tonunu Kızıldeniz'deki derin su balıkları oluşturmaktadır (Sudan ülke bülteni 2017). Sudan'da deniz ve tatlısu balıkçılığında 4000 kadar balıkçı teknesi bulunmaktadır ve bu teknelerin 1500 kadarı deniz balıkları avcılığında geri kalan 2500'ü ise Tatlısu balıkları avcılığında kullanılmaktadır. Sudan'da su ürünleri sektörünün ülke ekonomisine katkısı oldukça az olup %1 den daha azdır. (Yassine Mubark, 2017). 2010-2015 yılları arasında Sudan'da balık üretim ve avcılık rakamları Şekil 3.de verilmiştir.



Şekil 3. Sudan'da Yıllara Göre Su Ürünleri Üretimi (AOAD, 2018)

3.1. Sudan'da Su Ürünleri Avcılığı

Sudan deniz suları, istiridye kaynakları açısından büyük potansiyele sahiptir. Sawakin takımadaları ve Dongonab Körfezi, istiridye toplama için en verimli alanlardır. Hemen hemen tüm inci üretim çiftlikleri Um El-Sheihk Adası ve çevrelerinde bulunmaktadır.

Deniz balıkçılığındaki en önemli türler İnci istridyesi (*Pinctada margaritifera*), karides *(Penaeus sp),* mercan alabalığı, çipura, levrek, kefal, sardalya, deniz hıyarı ve köpekbalığı'dır (Reed 1962). İstiridyeler eskiden sadece incileri için doğadan toplanırken, daha sonraları istiridye kabukları da düğmeler, kakma işleri, mücevherler ve sanat eserleri yapımı için Avrupa'ya ihraç edilmeye başlanmıştır. Sudan kıyılarında 3-6 deniz mili kadar olan su alanı ticari avcılığın en fazla yapıldığı alandır ve olta balıkçılığı yaygın olarak yapılmaktadır (Barrania 1979; Vine PJ ve Vine 1980). Sudan sahillerinde, Kızıldeniz'deki tek ada olan ünlü Snguenib Mercan Adası da bulunmaktadır. Bu adanın çevresi biyolojik çeşitliliği açısından oldukça zengindir ve ve UNESCO Dünya Mirası Alanı olarak aday gösterilmiştir. Sudan'da deniz balıkları avcılığında 2-3m uzunluğunda, kürekli küçük balıkçı tekneleri kullanılmaktadır. (Tesfamichael D ve Nasser ELawad 2012). Balıkçılar bu teknelerle 200 m derinliğe kadar alanlarda, mercan kayalıkları yakınlarındaki balıkları avlamada kullanılmaktadır (Kristjonsson 1956; MEPI 1993). Yaygın olarak yakalanan balıklar gruplayıcılar (*Serranidae*), snappers (*Lutjanidae*), emperors (*Lethrinidae*), jacks (*Carangidae*), ve sharks (*Elasmobranchii*) (Tesfamichael D ve Daniel Pauly, 2016).

Sudan'da yakalanan balıkların büyük çoğunluğu ülke içinde tüketilmektedir. Çok az miktarda balık türü yurt dışına ihraç edilmektedir. Asya pazarlarına ihracat için sığ sularda deniz hıyarı (*Echinodermata*) avcılığı yapılırken, deniz hıyarına olan talepler arttıkça, daha derin sulardan avlanmaya başlanmıştır (Tesfamichael ve Nasser ELawad 2012). Yine kefal balıkları fıçılarda tuzlanarak (fissik) Mısır'a ihraç edilmektedir. Son zamanlarda bu balıklar az da olsa ülke içinde de tüketilmektedir (Tesfamichael ve Nasser Elawad, 2012). Sudan kıyılarındak büyük oranda mercan resifleri hakimdir ve sadece 700 km^2'lik az bir alan dip trolü için uygundur (Sanders ve Kedidi 1981).

Sudan sahillerinde balıkların karaya çıkış alanlarından en önemlileri, Ebu Haşhaş, Salbuna, Khor Kailab Muhammed Qul ve Swakin'dir.

Tablo 2. Sudan Sularında Bulunan En Önemli Balık Türleri

Tatlı sularda	Tuzlu sularda
Tilapiya (*Oreochromis niloticus*)	Mercan alabalığı (Coral trout).
Yayın balığı (Catfish-*Clarias sp*)	Çipura (Mouthed bream).
Nil levreği (Nile perch- *Lates niloticus*)	Levrek (Sea bass).
Kedi Balığı (*Bagrus sp*)	Kefal (Gray mullet).
Tatlı su levreği (*Labeo niloticus*)...vs.	Sardalya (*Sardina pilchardus*).
	Köpek balığı (Shark).
	Karides (*Penaeus sp*) ve İnci istridyesi (*Pinctada margaritifera).*

Sudan kıyısındaki denizlerde yüksek biyoçeşitliliğe rağmen, avlanan balıkların miktarı oldukça azdır. Sudan'da avlanan balıkların%95'inden fazlası Nil, Göller ve Barajlar gibi iç sulardan yapılmaktadır. İç sulardan avlanan en önemli balık türleri tilapya, yayın balığı, Nil levreği, kedi balığı ve Tatlısu levreği'dir (Chakraborty 1983; Tesfamichael ve Pitcher 2006). Sudan'da Tatlısu balıkları avcılığı Nil Nehri üzerindeki barajlar, Nil Nehri kollarında, mevsimlik barajlar üzerinde yapılmaktadır (BACAK, 2017).

3.2. Kültür Balıkçılığı

Sudan'da ilk olarak 1905 yılında, Dongonab Körfezi'nde inci istiridyesi (*Pinctada margaritifera*) için deneysel bir çiftlik kurulmuştur (Tesfamichael D ve Nasser ELawad 2012). 1953 yılında ise egzotik türlerin yetiştirilmesi amacıyla Hartum'da bir araştırma/gösteri çiftliği faaliyete başlamıştır. (BACAK, 2017). 1970 ve 1980'li yıllarda özel sektör tarafından yeni üretim tesisleri kurulmuştur. Sudan'da tatlısu balıkları üretiminde büyük oranda yüzen kafes sistemleri, beton ve toprak havuzlar kullanılmaktadır. Üretimi yapılan en önemli tür *Oreochromis niloticus* (Nil tilapyası) dır ve monokültür olarak üretilmektedir. Dünyada bu balığa olan talep oldukça yüksektir. Ayraca Sudan'dan balık ithal etmek isteyen ülke sayısı da oldukça yüksektir. Avrupa'da 1 ton tilapia balığı'nın satış fiyatı 10.000 dolardır ve Sudan tilapia balığı çok fazla tercih edilmektedir. *Lates niloticus* (Nil levreği), *Labeo spp*. ve *Clarias gariepinus*(Afrika yayın balığı) kültürü yapılan diğer türlerdir (BACAK, 2017). 2016 yılında verilerine göre Sudan'da kültür balıkları üretimi havuzlarda 7.000 ton ve sadece kafes sistemlerinde 700 ton olarak gerçekleşmiştir (AOAD, 2018**).** Sudan'da başkent Hartum ve çevresinde 244 adet küçük işletme, 16 yem fabrikası 20 kuluçkahane bulunmaktadır (Tablo 3). Tablo 3'te görüldüğü üzere Sudan'da balık üretim tesisi, yem fabrikası ve kuluçkahane sayısı fazla görülmesine rağmen yıllık üretim oldukça düşüktür ve bunun nedeni işletmelerin birçoğu çok düşük kapasitelerde üretim yapmasındandır.

Tablo 3. Hartum'da balık üretim tesisleri, yem fabrikaları ve kuluçkahane sayıları

İşletmenin Yeri	Sayısı	Alanı (h)	Yem Fabrikası	Kuluçkahane
Hartum	6	13.45	2	3
Evliya Dağı	51	157.62	3	6
Bahriin	73	97.52	7	3
Nil'in Doğusu	80	136.68	3	4
Omdurman	9	64.24	1	1
Umbadda	23	20.99	0	1
Kirri	2	0.40	0	0
Toplam	244	490.93	16	20

Sudan'nın Hayvancılık ve Balıkçılık Bakanlığı (2017) *

3.3. Larva üretimi

Sudan'da kuluçkahanelerde yavru balık üretimi çok fazla gelişmemiştir. 2016 yılında da kuluçkahanelerde 122.000 adet tilapia, yayın balığı ve istiridye üretimi yapılabilmiştir. İşletmeler yavru balık ihtiyaçlarını karşılamak için daha çok doğadan toplama, havuz ve hapalardan yavru balık elde etme yoluyla karşılamaktadır.

Tablo 4. Larva üretimi

Su kayanı	Balık Türü	2014	2015	2016
Tuzlu su	Kabuklular	20.000	21.000	22.000
	Karides	18.000	40.000	0.00
	Deniz balıkları	30.000	70.000	0.00
	Diğerleri	-	15.000	0.00
Tatlı su	Tilapia	50.000	60.000	80.000
	Yayın balığı	15.000	19.000	20.000
	Diğerleri	10.000	17.000	0.00
Toplam		**143.000**	**242.000**	**122.000**

Arab Organization for Agricultural Development (AOAD, 2018)*

Genel olarak balık yetiştiriciliğinde ekstansif sistemi kullanılmaktadır ve yarı intansif sistemi çok az seviyede kullanılmaktadır. Hemen hemen tüm çiftliklerde balıklar toprak havuzlarda yetiştirilmektedir. Ağ kafes sistemi Sudan'da yeni kullanılmaya başlayan bir sistemdir ve henüz 1-2 işletme tarafından kullanılmaktadır.

Tablo5. Sudan'da Bulunan En Önemli Balık Üretim Çiftlikleri

Çiftliğin adı	**Üretilen balıklar**	**Yetiştiriciliğin sistemi**	**Kuluçkahane**
Mabruka Çiftliği	Tilapia	Ekstansif	Yok
Sahm elzahabi Çiftliği	Tilapia	Ekstansif ve yarı intansif	Var
Waha Çiftliği	Tilapia	Ekstansif	Yok
Silet Çiftliği	Tilapia ve Yayın balığı	Ekstansif ve yarı intansif	Var
Balık araştırma merkezinin Çiftliği	Tilapia ve Yayın balığı	Ekstansif ve yarı intansif	Var
Alneelain Üniversitesi Çiftliği	Tilapia ve Yayın balığı	Ekstansif ve yarı intansif	Var

3.4. Sudan'da Balık Tüketimi ve Tercihleri:

Sudan'da balık tüketimi bölgedeki diğer arap ülkelerinde olduğu gibi son derece düşüktür. Suda'da balık tüketimi, balıkların nispeten avlandığı ve bol olduğu kıyı bölgelerinde en yüksektir. Ülke genelinde kırmızı et bol ve ucuz olduğundan daha fazla tüketilmektedir. Yeme alışkanlıklarındaki değişiklikler ve ürün formlarındaki yenilikler balık tüketimini arttıracağı düşünülmektedir. Kişi başına su ürünleri tüketimi yaklaşık 1.6 kg'dır ve dünya ortalamasına göre son derece düşüktür (AOAD,2009).

4. SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNÜN SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Sudan'da su ürünleri yetiştiriciliği 1900'lü yılların başında başlamasına rağmen gelişmesi diğer ülkelere nazaran son derece düşük olmuştur. Ülkede kırmızı et tüketiminin yaygın olması ve balığa olan talebin azlığı sektörün gelişmemesindeki en önemli sebeptir. Eğitimli personel eksikliği, yetersiz planlama ve altyapı eksikliği, kanun ve yönetmeliklerdeki eksiklikler, su ürünleri avcılığı ve yetiştiriciliği konusunda yeterli araştırma sonuçlarını olmaması diğer önemli sebeplerdir.

Sudan'da Su Ürünleri Sektörünün Gelişmesi İçin Öneriler

- Kamu ve özel sektörleri su ürünleri yetiştiriciliğine yatırım yapmaya teşvik etmeli.
- Balık üretimi için uygun su kaynakları belirlenmeli,
- Üretim yapmak isteyenlere gerekli eğitim verilmeli,
- Aşırı ve bilinçsiz avcılık önlenmeli,
- Bilimsel yöntemlerle üretim yapılmalı,
- Kaliteli balık yemi üretimi faaliyetleri yaygınlaştırılmalı,
- Üreticiler kaliteli ve sürekli larva temin edilmesi için üretim tesisleri kurulmalı,
- Yetiştiricilikte ağ kafes sisteminin kullanılması yaygınlaştırılmalı.
- Balığın insan beslenmesindeki önemi halka anlatılarak balık tüketimi teşvik edilmelidir.

6. SONUÇ

Yarattığı katma değer ve stratejik öneme sahip olan su ürünleri dünyada olduğu gibi Sudan'da da geliştirilmesi gerekmektir. Tüm dünyada olduğu gibi Sudan'da da avlanabilir balık stoklarının maksimum seviyede avladığı genel kabul görmektedir ve avcılık yolu ile üretimi artırma imkânı bulunmaktadır. Dolayısı ile avcılık politikaları ekosistem temelli bir yaklaşımla üretimin sürdürülebilirliği üzerine oluşturulmalıdır. Avcılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği denizler ve iç sular, nitelik ve niceliklerinin her türlü kirlenme ve bozulmadan korunduğu, gelecek kuşaklara aktarılması gereken emanetler olarak görülmelidir. Su ürünleri yetiştiriciliği, artan dünya nüfusunun hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında geleceğin vazgeçilmez sektörü olduğu kabul edilmektedir. Yetiştiricilikte ekonomik değeri yüksek türler üretilmekte olup, yetiştirilen türler ülkelerin tüketim alışkanlıklarına göre değişim göstermektedir. Su ürünleri sektörünün özellikle yetiştiricilik alanı, üretimine daha fazla güvenmesi için ihtiyacı var. Döviz kazancı ekonomik kalkınma için kaçınılmaz bir ihtiyaç haline gelir. Hayvansal protein kaynağı olarak da mevcut açığın kapatılmasında stratejik bir öneme sahip olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Ancak bu alandaki sosyal algı olması gerekenin çok gerisindedir. Su ürünleri sektörünün ekonomiye katkısı ve stratejik önemi sebebiyle sektöre gereken önem verilmeli ve mevcut sorunların bir an önce çözüme kavuşturulması sağlanmalı; kıyı lojistik tesisleri ve su ürünleri istihsaline dayalı ihtisas organize sanayi bölgesi ihtiyaçları karşılanmalıdır.

KAYNAKLAR

Anonim, 2019a. United Nations Department of Economic end Social Affairs. World Prospects 2019 https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_DataBooklet.pdf. (Erişim Tarihi 02.01.2020).

Anonim, 2019b. T.C. Dışişleri Bakanlığı, Sudan Ekonomisi. http://www.mfa.gov.tr/sudan-ekonomisi.tr.mfa (Erişim Tarihi: 02.01.2020).

AOAD. (2009). *Fish Statistics Annual Book - Volume 11*. Arab Organization for Agricultural Development.

AOAD. (2018). *Fish Statistics Annual Book - Volume 11*. Arab Organization for Agricultural Development.

BACAK, Özlem. (2017). SUDAN YATIRIM FIRSATLARI ve PROJELERİ. Ankara: MÜSİAD Dış İlişkiler Koordinatörü.

Barrania AA (1979) The exploratory socio-economic survey of the Sudanese Red Sea fisheries. FAO/UNDP Proj. for Development of Fisheries in Areas of the Red Sea and Gulf of Aden, Rome.

Chakraborty D (1983) Marine fisheries statistics in Sudan–an expanded plan of development. FAO, Rome. 39 p.

EARC. (2016). Eastern Africa Regional Resource Centre. prıvate sector-led economıc dıversıfıcatıon and development ın sudan. nairobi: African Development Bank Group.

FAO. (2014). Fishery and Aquaculture Country Profiles. Sudan Country Profile Fact Sheets. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. http://www.fao.org/fishery/facp/SDN/en (Erişim Tarihi: 05.01.2020)

FAO. 2008. Fishery country profile. FID/CP/SUD, February.

Farida Mahgoub. 2014. "Current Status of Agriculture and Future Challenges in Sudan." Current African Issues (57): 98.

Kristjonsson H (1956) Sudan–A brief survey of the Sudanese red sea fisheries–Report to the government.

MEPI (1993) Identification study for Sudan Red Sea fisheries. Ministry of Economic Planning and Investment, Khartoum. 213 p.

Mohamed Nader (2014). Egypt and the source countries of the Nile (Volume 1.). Egypt, Egypt: dar nahdat misr lilnashr.

Mohamed, Abdul-Razak, Najam Eldin, S Hanafi, and Adel Al-Dubakel. 2010. Fishery, Growth and Mortality of the of the Brushtooth Lizardfish, Saurida Undosquamis (Richardson, 1848) from the Southern Sudanese Red Sea.

Reed W (1962) Sudan–the sudanese shell industry and red sea fisheries–Report to the government.

Sanders MJ and Kedidi SM (1981) Summary Review of Red Sea Commercial Fisheries Catches and Stock Assessments Including Maps of Actual and Potential Fishing Grounds.

Sudan Ülke Bülteni. 2017. Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu.turkey.

Sudan'nın Balıkçılık Araştırma Merkezi, 2015, Balık istatistikleri.

Swain, Ashok. 1997. "Ethiopia, the Sudan, and Egypt: The Nile River Dispute." Journal of Modern African Studies 35(4): 675–94.

Tesfamichael D and Daniel Pauly. (2016). The Red Sea Ecosystem , Coral Reefs of the World (Vol. VII). Springer Dordrecht Heidelberg New York London.

Tesfamichael D and Nasser ELawad, A. (2012). Reconstructing Red Sea fisheries of Sudan: foreign aid and fisheries. Fisheries Center Research Reports 20, 51-70.

Tesfamichael D and Pitcher TJ (2006) Multidisciplinary evaluation of the sustainability of Red Sea fisheries using Rapfish. Fisheries Research 78(2-3): 227-235.

UNIDO, 2017 Sudan report, Independent Mid-Term Evaluation, Building institutional capacities for the sustainable management of the marine fishery in the Red Sea State.

Vine PJ and Vine MP (1980) Ecology of Sudanese coral reefs with particular reference to reef morphology and distribution of fishes.

Yassine Mubark. (2017). Status of Tuna Fishery in Sudan. Report from Indian Ocean Tuna Commission.

BİR ÇİMENTO FABRİKASINDAKİ YARDIMCI İŞLETMELERE AİT ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN VE TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ

Özge Cura
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
ozgecura649@gmail.com

Elif Büyük Öğüt
Kocaeli Üniversitesi /Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
elif.ogut@kocaeli.edu.tr

Özet
Çimento endüstrisi diğer endüstri sektörlerinden daha fazla enerji tüketmektedir. Aynı zamanda toplam üretim maliyetinde enerji maliyetinin büyük bir yüzde içermesi ile de dikkat çekmektedir.
Çimento sektörü, enerji tüketimi ve maliyetleri bakımından Türkiye'de en büyük paya sahip sanayi sektörlerinden biridir. Bu nedenle, enerjinin verimli kullanılması ve tüketimin düşürülmesi bu sektörde öncelikli bir yer tutmaktadır. Üretim sürecinin iyileştirilmesi, fabrikada bir enerji yönetimi yapılması, daha verimli proses ekipmanlarının uygulanması, eski ekipmanların daha verimli yeni ekipmanlar ile değiştirilmesi çalışmalarının yapılması enerji tüketimine olumlu yönde katkı sağlayacaktır. Bu çalışma, bir çimento fabrikasının enerji verimlilik analizini yapmayı ve fiili operasyonel verileri kullanarak enerji tüketiminin bulunmasını ve iyileştirilmesini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle yardımcı işletmelerin aylara göre yıllık enerji tüketimleri incelenmiştir. Bu bölgeler; kazan dairesi, kompresör odası, soğutma kulesi, yönetim binası ve merkezi kontrol odası (CCR)'dır. Tüm bu bölgeler için yıllık enerji tüketimleri bulunmuştur. Aynı zamanda kompresörlerin yükte ve boşta çalışmaları durumları incelenmiş, kullanım verimliliği hesaplanmıştır ve hava tanklarının kapasite hesabı da yapılarak sistem için yeterli olup olmadıkları gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji tüketimi, enerjinin verimliliği, çimento fabrikası, yardımcı işletmeler

1. GİRİŞ

Enerji verimliliği veya "enerji tasarrufu", mevcut enerjiyi en aza indirerek kaliteyi düşürmeden ekonomik kalkınmayı ve refahı sağlamanın başka bir adımıdır. Durum şu ki, teknoloji tüm dünyada büyük ölçüde büyüdü ve bu büyüme ile enerji tüketimi de artmıştır. Endüstriyel alanlarda teknoloji ile üretilen makineler, üretim tesisleri için geliştirilen sistemler ve yaşam alanlarına konfor getirmek için üretilen elektronik cihazlar, doğal gaz sistemi elektrik ve su tesisat sistemleri daha fazla enerji tüketimine neden olmaktadır. Enerji üretiminden daha fazla tüketilmesi, enerjinin verimli kullanılmasını dolayısıyla tasarruf sağlayarak maddi kayıpları minimuma indirmek en önemli hedeflerden biridir.

Enerji yönetimi veya enerjinin işletmelerde verimli kullanımı ile ilgili çalışmalar birkaç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;
• Ön enerji tasarrufu çalışmasının hazırlanması (Enerji taraması = Verilerin toplanması, işlenmesi ve değerlendirilmesi)
• Yönetim ve personel desteği (Yönetim ve Personel desteği ve katkısı)
• Enerji tasarrufu sağlayan tasarımlar ve düzenlemeler
• İzleme ve değerlendirme.

2.ÇİMENTO ÜRETİM PROSESİ

Çimento sektöründeki enerji verimliliği potansiyelini değerlendirmek için çimento üretim sürecini ortaya koymak önemlidir. Çimento işlemi üç aşamadan oluşmaktadır.

- hammadde çıkarma / öğütme,
- öğütme / ateşleme
- öğütme / depolama, nakliye.

Çimentonun ana bileşeni klinkerdir. Klinker kireçtaşı ve kil gibi hammaddelerin öğütülmesi ve homojenleştirilmesi ve döner fırınlarda beslenmesi ile üretilir. Öğütme, bir sonraki kimyasal reaksiyonları (fırın pişirme) kolaylaştırmak için bir yüzey geliştirme işlemidir. Klinker pişirme, yeni bileşenlerin oluşumu için gerekli olan 1450 ° C malzeme sıcaklığında gerçekleşir. Klinker esas olarak kalsiyum, silikon, alüminyum ve demir oksitlerden oluşur. Bir sonraki aşama çimento öğütme değirmeninde gerçekleşir.

Çimento fırınından kaynaklanan emisyonlar, hammaddelerin fiziksel ve kimyasal reaksiyonlarından ve yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Bir çimento fırınından çıkan egzoz gazlarının ana bileşenleri, yanma havasından gelen azot, yanma ve kireçlenme ile CO2, yanma işlemi ve hammaddeden gelen su ve aşırı oksijendir. Çıkış gazları ayrıca az miktarda toz, klorür, florür, sülfür dioksit, NOx, karbon monoksit, aynı zamanda daha az miktarda organik bileşikler ve ağır metaller içermektedir.

3.SOMA ÇİMENTO FABRİKASI YARDIMCI İŞLETMELER ENERJİ ANALİZİ

Çimento Fabrikası içerisindeki ana yardımcı üniteler;

- Kazan dairesi
- Kompresör odası
- Su deposu ve Soğutma Havuzu
- İdari Bina, CCR (Merkezi Kontrol Odası)
- Atölyeler

Kazan dairesi; Isıtma, soğutma ve kullanım suyu temininde kullanılır. İki kazan, iki Soğutucu, iki kazan tankı, bir 28 ton su tankı ve yumuşatma cihazı (iki kum filtresi, bir aktif karbon, bir reçine, bir tuz tankı, bir UV bakteri tutucu) bulunmaktadır.

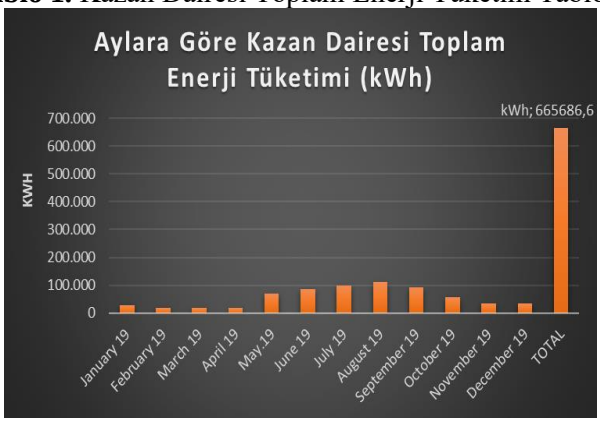
Kompresör odası; Sistem için gerekli olan basınçlı havayı ve tüm sistemin verimli çalışmasını sağlayan önemli faktörlerden biridir. 5 kompresör ve 5 kurutucu içermektedir.

Soğutma havuzu; sistem yatakları için gerekli soğutma suyunu sağlar ve tüm sistemin can damarıdır. 1 kimyasal dozajlama ünitesi ile sürekli iyileştirme çalışmaları yürütülmektedir.

Bu birimlerin enerji tüketimini ayrı ayrı incelersek;

3.1. Kazan Dairesi

Tablo 1. Kazan Dairesi Toplam Enerji Tüketim Tablosu



Tablo 1'de görüldüğü üzere kazan dairesi enerji tüketim tablosu incelendiği zaman; yaz aylarında daha çok enerji tüketimi söz konusudur. Aksine bu durumun kış ayları için olması beklenirdi. Durumu şu şekilde izah etmek gerekirse; kazan dairesinde bulunan ve soğutma amaçlı kullanılan 2 adet Chiller cihazı bulunmaktadır. Bu cihazların içinde soğutucu akışkan R134a dolaşarak tüm sistemlerin yani

binaların soğutulması ve paket cihazların dahi soğutulması dahildir. Durum bu olunca enerji tüketimi fazlalaşmaktadır. Aynı zamanda yaz aylarında kapalı kulelerin soğutulması daha da zorlaşmakta olduğu için sisteme sürekli taze su alımı yapılmakta ve pompalar daima çalışmaktadır. Kapalı kulelerin kimyasal analiz sonuçlarına göre istenilen düzeyde tutulması için (iletkenlik, ph ,Fe vs) sürekli taze su alımı ile sürekli blöf yapılması gerekli olduğu için hem su kaybı hem de enerji kaybı yaşanmaktadır. Bu durumu azaltmak ve iletkenlik değerlerini istenilen düzeyde tutmak için kimyasal şoklama işlemleri yapılmaktadır.

Kışın ise ısıtma amaçlı kullanılan kazana yıllık ortalama 38.876 kg civarında LNG beslemekteyiz. Isıtılan mahaller idari bina, CCR, atölyeler, lojmanlar, yemekhane olup aynı zamanda sıcak su eldesini de kazandan temin edilmektedir. Daha detaylı bir şekilde düşünülürse İdari binada bulunan 17 çalışma odası, 2 dinlenme odası, 2 mutfak ve 2 de toplantı odasının bulunması, CCR binasında 1 adet kimya laboratuvarı, 1 adet fizik laboratuvarı, 1 adet beton harç laboratuvarı, 1 adet yakıt laboratuvarı ,1 adet X ray laboratuvarı,2 adet numune hazırlama, 1 adet ana kumanda odası ve 13 adet çalışma odası , 1 adet mutfak bulunması ve aynı zamanda sıcak su tüketiminin de göz önüne alınması durumunda ısıtma amaçlı kullanımın normal olduğu düşünülebilir.

3.2.Kompresör Odası

Tablo 2. Kompresör Odası Toplam Enerji Tüketimi



Tablo 2 incelendiğinde; aylara göre çok büyük enerji tüketimi değişikliği söz konusu olmadığı görülmektedir.Bu durumun ana sebebi yeterli sayıda kompresörün çalıştırılması ve gerek görülmedikçe diğer kompresörlerin devreye alınmamasıdır.Şekil 1 incelendiğinde ise kompresör dairesinde 5 adet kompresör olmakla birlikte 5 adet de kurutucu ünite gözlemlenmektedir. Gerekli durumlarda 5 kompresör de aynı anda çalıştırılmakta olup yeterli durumlarda çalışan kompresör sayısı azaltılabilmektedir. Düzenli olarak eşanjör temizliği yapılarak gelen ve giden hattın temiz tutulması sağlanmaktadır**.**



Şekil 1. Kompresör Odası Genel Yerleşim

Tablo 3. Kompresörlerin Çalışma Özellikleri

	Unit	Compressor 1	Compressor 2	Compressor 3	Compressor 4	Compressor 5
Max.Çalışma Basıncı	Bar	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Kapasitesi	m^3/dk	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
Motor Gücü	kW	160	160	160	160	160
Period	rpm	1485	1485	1485	1485	1485

Tablo 3 ' te fabrika bünyesinde kullanılmakta olan kompresör markalarının katolog bilgilerinden yola çıkılarak çalışma özellikleri yer almaktadır.

Tablo 4. Gözlemlenen ve Ölçülen Değerler

	Unit	Compressor 1	Compressor 2	Compressor 3	Compressor 4	Compressor 5
Fiili Çalışma Basıncı	bar	6.1	6	6	6	6.1
Boşa Geçme Basıncı	bar	6.6	6.6	6.8	6.5	6.4
Yüke Geçme Basıncı	bar	6.4	6	6	5.6	5.6
Yükte Çalışma Saati	hour	64.686	72.577	69.411	24.407	56.656
Boşta Çalışma Saati	hour	4.504	2000	3.650	5	1.743
Çıkış Boru Çapı	DN	65	65	65	100	100

Tablo 4 incelendiği takdirde kompresörlerin kullanım yüzdeleri bulunmaktadır.

1 Numaralı Kompresör;

Toplam Çalışma Zamanı:69.190 saat saat
Yükte Çalışma Zamanı:64.686 saat saat
Boşta Çalışma Zamanı:4504 saat
Boşta Çalışma Yüzdesi: %6.5

Kullanım Yüzdesi = %93.5

2 Numaralı Kompresör;

Toplam Çalışma Zamanı:74.577 saat saat
Yükte Çalışma Zamanı:72.577 saat saat
Boşta Çalışma Zamanı:2000 saat
Boşta Çalışma Yüzdesi: %2.7

Kullanım Yüzdesi = %97.3

3 Numaralı Kompresör

Toplam Çalışma Zamanı:73.061 saat
Yükte Çalışma Zamanı:69.411 saat
Boşta Çalışma Zamanı:3650 saat
Boşta Çalışma Yüzdesi: %5

Kullanım Yüzdesi = %95

4 Numaralı Kompresör;

Toplam Çalışma Zamanı:24.412

Yükte Çalışma Zamanı: 24.407

Boşta Çalışma Zamanı: 5 saat
Boşta Çalışma Yüzdesi: %0.02

Kullanım Yüzdesi=%99.98

5 Numaralı Kompresör;

Toplam Çalışma Zamanı:58.399

Yükte Çalışma Zamanı:56.656

Boşta Çalışma Zamanı:1743 saat
Boşta Çalışma Yüzdesi:%3

Kullanım Yüzdesi = %97

3.2.2. Basınçlı Hava Tankı İncelemesi ve Hacim Doğrulaması

Kompresör dairesinde basınçlı hava tankları bulunmaktadır. Basınçlı hava tanklarının ana görevi basınçlı havayı depolamaktır. Bununla birlikte, basıncın stabil kalmasını, ani hava ihtiyaçlarının

sağlanmasını ve soğutma yüzeyi sağlayıp yoğuşma tankı görevini gerçekleştirir. Bu nedenle basınçlı hava tanklarının uygun kapasitede seçilmesi önemlidir. Bu nedenle basınçlı hava tankı için hacim hesabı yapılarak doğruluğu kontrol edilmiştir. Tüm kompresörler için basınçlı hava tankları kullanılmakta olup, tankın hacmi 10.000 Litredir. Tank hacminin yeterli olup olmadığını incelersek;

$$Vt = \frac{\text{AxQxPatm}}{\text{Pç}} \quad (1)$$

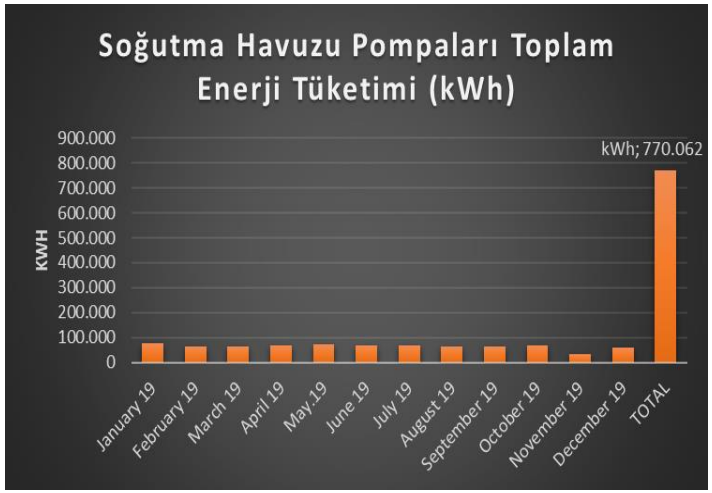
Vt= Tank Hacmi
A= Hava Kullanım Faktörü
Sabit Hava Kullanımı , A= 1.5
Q=Kompresör Emiş Debisi (m3/dak)
Patm= Atmosfer Basıncı (bar)
Pç= Çalışma Basıncı (bar)

$$Vt = \frac{1.5\text{x}28.5\text{x}1}{6} x1000 \quad (2)$$

Vt= 7.125 Litre
Bu durumda tank hacminin yeterli olduğu görülmektedir.

3.3 Soğutma Havuzu, İdari Bina ,CCR Binası ve Atölyeler

Tablo 6. Soğutma Havuzu Toplam Enerji Tüketimi



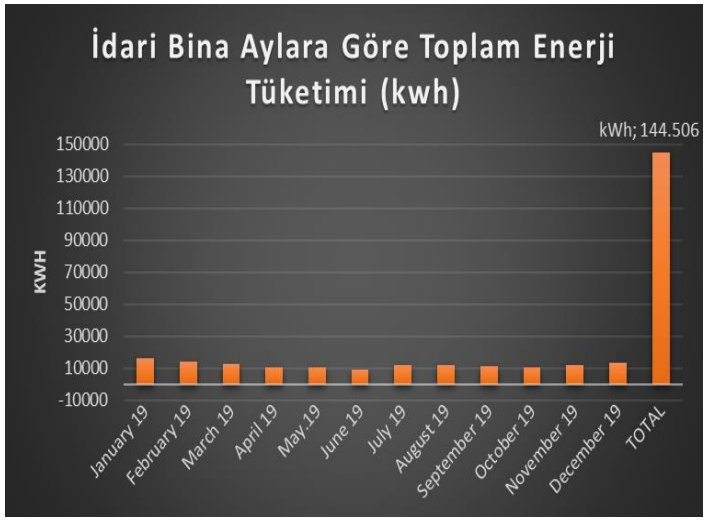
Tablo 6'da görüldüğü üzere soğutma havuzu pompalarının Enerji tüketimi Mayıs ayından itibaren artış göstermekte olup Kasım ayında ise minimum düzeydedir. Bunun sebebi ise yazın soğutmanın kışa oranla daha zor olmasıdır**.**

Tablo 7. CCR Binası Toplam Enerji Tüketimi



Tablo 7'de görüldüğü üzere Mayıs ayından Kasım ayına kadar enerji tüketimi artışı söz konusudur. Bunun sebebi CCR binasında oda sayısının fazla olması ve ana kumanda odasının da burda yer alması düşünülebilir.

Tablo 8. İdari Bina Toplam Enerji Tüketimi



Tablo 8'de görüldüğü üzere toplam enerji tüketimi CCR Binasına göre daha düşüktür.Bu durumun sebebi ise daha az Oda olması olarak düşünülebilir**.**

Tablo 9. Atölyelerin Toplam Enerji Tüketimi



Tablo 9 incelendiğinde ise toplamda Makine ve Elektrik bakım olmak üzere 2 adet atölye bulunması ve kullanılan malzemelerin Küçük el aletleri olması sebebiyle toplam enerji tüketimi en az olan yerdir.

5. SONUÇ

Yardımcı birimler olarak her bölüm için ayrı ayrı iyileştirme çalışmaları yapılabilir.
Kazan Dairesinde;

- LNG'yi yakmak yerine alternatif yakıtlarla (biyokütle kaynakları, biyoyakıtlar…) maliyetler azaltılabilir.
- Yıllık ortalama 38.876 kg LNG harcanmaktadır.
- Kapalı kuleler ve kapalı devreler, kimyasallarla koşullandırılabilir. Böylece, suyun sertlik ve iletkenlik değerleri istenen seviyelerde tutularak sistemin kirlenmesi ve kireç oluşumu önlenebilir.
- Kapalı kulelerin hava emme kısımları tamamen değiştirilebilir ve kaset tipi geçmeli hava tutucular yerleştirilebilir, böylece su temiz kalır ve sistemin verimliliği sağlanır.

Kompresör odasında;

- Kompresör hattının ısı eşanjörleri düzenli olarak temizlenmelidir, böylece aşırı ısınma nedeniyle devreden çıkma sorunu ortadan kalkabilir.

Basınçlı hava tankları için otomatik boşaltma sistemi kullanılabilir, böylece hava tankında su birikmesi nedeniyle sistem çalışmasının olumsuz etkilenmesini önler.

Teknolojik Havuzda;

- Suyu soğutmak için en önemli yer olan bu kısımda yüksek buharlaşma vardır. Çaydanlık mantığı ile aynı sistemdir. Su buharlaştıktan sonra, sistemde kalan kireç zamanla birikir ve tortu oluşumuna neden olur. Uzun vadede düşünülürse, sistemler kireç ve tortu birikimi sonucu tıkanmaya başlar, yataklarda aşırı ısınma meydana gelir. Bu durumu önlemek için kimyasal uygulama yeterli değildir. Aynı zamanda, hava emiş ağızları tozdan korunmalıdır. Bunun için toz toplama filtreleri kullanılabilir.
- Bu bölümde günlük ortalama 150 ton su harcanmaktadır. Yatakların aşırı ısınması nedeniyle havuz boşaltılır ve taze su alınır. Bu durum ekstra su kaybı, enerji kaybı (pompa çalışması vb.) gibi etkiler yaratır.

Çevresel etkilerin büyük çoğunluğu göz önüne alındığında, endüstriyel atıkların çimento endüstrisinde alternatif yakıt olarak kullanılmasının, yakma fırınlarında arıtılmasından daha iyi olduğu sonucuna varılabilir. Çimento fabrikalarında ikincil yakıt olarak kullanılan atıklar;

- Kullanılmış Lastikler
- Atık Yağlar
- Yağlı Atıklar
- Diğer çözücüler ve boya çamurları
- Plastik, kağıt, karton
- Artan çamurlar ve ağartma toprağı
- Katı yanıcı atık ve atıklardan elde edilen yakıt
- Kirlenmiş atıklar
- Petrol Arıtımı, Doğal Gaz ve Kömür İşleme Atıkları
- Sıvı yakıt atıkları
- Odun ve Tekstil Atıkları

Fosil yakıtların yerini alacak atıkların kullanımı hem çevreye hem de insanlara katkıda bulunur.
Atık ısı geri kazanım (WHR) sistemine sahip fabrikalar, hem elektrik üretimi kapsamında ekonomi, hem de CO2 emisyon tasarrufu açısından avantaj sağlamaktadır.

WHR sisteminde, yüksek ısı değeri olan atık gaz enerjisini "Klasik Buhar" teknolojisi ile kullanmak mümkündür ve buhar "Buhar Kazanlarında" üretilmektedir. Daha sonra bu buhar türbine gönderilir ve "Jeneratör" yardımıyla elektrik enerjisi elde edilir. Türbin çıkışından elde edilen su soğutulur ve yeniden kullanım için kimyasal arıtma ünitesine gönderilir.

Organik Rankin döngüsü ile elektrik, 150 ˚C' lik düşük bir sıcaklıkta atık ısıdan üretilir. Elektrik, düşük kaynama noktalı termodinamik performansı (düşük sıcaklıkta elektrik üretimine izin veren izopentan gibi) ile ilgili en uygun çalışma sıvısı seçilerek üretilebilir.

6.REFERANSLAR

[1] Dünya Bankası, Türkiye'de Enerji Tasarrufu Potansiyelini Kullanmak, 52210- TR, 2011.
[2] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, http://www.eie.gov.tr/ (Erişim Tarihi:04.02.2020)
[3] Cementürk Dergisi, http://cementurk.com.tr/atik-isi-geri-kazanim-sistemi-ve-orc-cimento-sektorunun-gelecegi-icin-mukemmel-bir-kombinasyon-tesislerin-rekabet-gucunu-arttirmak-icin-guvenilir-elektrik-uretimi/.
[4] Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, http://www.tcma.org.tr/ (Erişim Tarihi: 08.02.2020)

BİR SÜT FABRİKASINDA SÜT TOZU ÜRETİMİ PROSES İHTİYACI İÇİN ISI EŞANJÖRÜ TASARIMI VE ANALİZİ

Ulaş Köse
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
ulaskose1907@gmail.com

Elif Büyük Öğüt
Kocaeli Üniversitesi /Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
elif.ogut@kocaeli.edu.tr

Özet
Bir süt fabrikasında iki farklı kaynaktan, üç farklı ürün elde edilmektedir. Bunlar sütten süt tozu ve krema, peynir altı suyundan ise peynir altı suyu tozudur. Süt tozu üretiminde kurutucularda, "atomizer" tip püskürtücü kullanılmaktadır. Bu püskürtücüler ürünü basınçlı hava ile basınçlandırmaktadır. Peynir altı suyu tozunda ise nozel tip püskürtücüler kullanılmaktadır. Bu püskürtücülerde ise ürün pompa ile basınçlandırılmakta ve 35 m yükseklikteki kuleye 300 bar basınçta gönderilmektedir. Her iki proseste de kurutma işlemi için buhar kullanılmaktadır. Peynir altı suyu tozu için 12,3 bar 192,7 °C buhar, süt tozu için ise 13,5 bar 196,6 °C buhar kullanılmaktadır. Bu sistemde amaç, havayı buharla ısıtıp ürünü kurutmaktır. Süt tozu fabrikalarında süt tozunu kurutmak için buhar kullanılır. Kullanılan buhar, kondense dönüştüğünde üzerindeki basınçtan dolayı enerji bulunmaktadır. Bu enerji genel anlamda atık ısı olarak adlandırılmaktadır. Atık ısıyı geri kazanmanın birçok yolu bulunmaktadır. Yapılan bu çalışma kapsamında ön ısıtma bataryasının hesapları yapılarak kondens suyunun üzerindeki gizli ısıyı havaya aktararak atık ısı geri kazanımı sağlanmış olacaktır. Günümüz şartlarında enerji verimliliğini sağlayabilmek adına atık ısı geri kazanım prosesleri önem arz etmektedir. Sektörün birçok tasarruf tedbirleri kapsamında projeler geliştirdiği ve en hızlı geri dönüşüm olarak enerji verimliliği projelerinin oluştuğu piyasada görülmektedir. Rekabet edilebilen enerjiyi daha verimli kullanmak adına yola çıkılan bu çalışmada, havanın debisini pitot tüpü yardımıyla doğrulayarak kondensin üzerinde bulunan ısı yükünün ne kadarının havaya aktarabileceği hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar doğrultusunda elde edilen veriler ile tasarımı yapılmış olan batarya fabrikada devreye alınmıştır. Sıcaklık ve basınç farkları ölçülmüştür. Deneysel sonuçlardan ısı transferi ve basınç kayıpları STAR-CCM+ paket programıyla karşılaştırılmıştır

Anahtar Kelimeler: STAR-CCM+, Isı Eşanjörü, Eşanjör Analizi, Enerji tüketimi, Enerji verimliliği, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, Süt fabrikası

HEAT EXCHANGER DESIGN AND ANALYSIS FOR MILK POWDER PRODUCTION PROCESS NEEDS IN A MILK FACTORY

Abstract
In a dairy factory, three different products are obtained from two different sources. These are milk powder and cream from milk and whey powder from whey. Atomizer type sprayer is used in dryers in milk powder production. These sprayers pressurize the product with compressed air. In whey powder, nozel type sprayers are used. In these sprayers, the product is pressurized with the pump and sent to the tower of 35 m height at 300 bar pressure. Steam is used for drying in both processes. 12,3 bar 192,7 ° C steam is used for whey powder and 13,5 bar 196,6 ° C steam is used for milk powder. The purpose of this system is to heat the air with steam and dry the product. Steam is used to dry milk powder in milk powder factories. When the steam used turns into condensate, there is energy due to the pressure on it. This energy is generally called waste heat. There are many ways to recover waste heat. Within the scope of this study, waste heat recovery will be achieved by transferring the latent heat above the condensate into the air by calculating the preheat coil. In order to ensure energy efficiency in today's conditions, waste heat recovery processes are important. It is seen in the market that the sector has developed projects within the scope of many savings measures and energy efficiency projects are formed as the fastest recycling. In this study, which was set out to use competitive energy more efficiently, it was calculated how much of the heat load on the condensate

can be transferred to the air by verifying the flow of air with the help of a pitot tube. The battery, designed with the data obtained in line with these calculations, was commissioned at the factory. Temperature and pressure differences were measured. Heat transfer and pressure losses from the experimental results were compared with the STAR-CCM + package program.

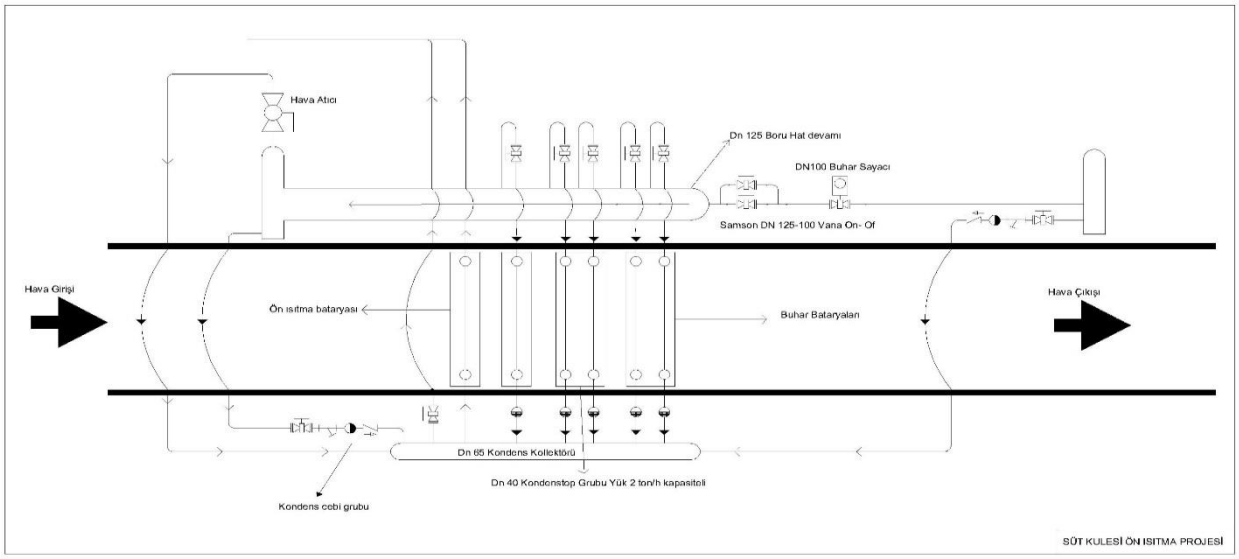
Keywords: STAR-CCM +, Heat Exchanger, Heat Exchanger Analysis, Energy consumption, Energy efficiency, Computational Fluid Dynamics, Dairy factory

1. GİRİŞ

Dünya genelinde enerji ihtiyacının büyük bir oranı, son yıllarda hızlıca tükenmekte olan fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Bu durum enerji temini ve enerji fiyatlarında öngörülemeyen bazı durumlara sebebiyet vermektedir. Bizim ülkemiz gibi enerji için gerekli olan fosil yakıtlarını dışarıdan temin eden ülkeler için bu durum ayrı bir öneme sahiptir.Enerji tüketimini azaltmak amacıyla yapılmış olan bu çalışmada birim ürün başına kullanılan buhar miktarını düşürmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın yapıldığı tesisin süt fabrikası olması nedeniyle işenmemiş sütün ve peynir suyunun fabrikaya ulaşmasından itibaren muhafaza edilmesi için soğutma, kurutma proses gereği için buhar kullanılmaktadır.Termodinamiğin temelini oluşturan ısı transferi sıcaklıklıları farklı iki sistem arasında meydana gelerek sistemler arasından ısı transferini sağlamaya dayanır. Yapılan projeden kondens suyunun üzerindeki yükü ön ısıtma bataryası imalatı yapıldıktan sonra devreye alınması sonucu atmosfere atılan ısıyı geri kazanarak sistemde kalması sağlanmıştır. Kazanılan ısı yükü enerji verimliliği açısından incelenecektir.

Proje kapsamında yapılan iyileştirmeler enerjiden tasarruf etmenin yanında kurutma kapasitesini arttırarak birim ürün için gerekli buhar miktarını düşürmektir. Bu kapsamda buhar bataryalarının kapasitelerine göre buhar kapanları seçimi yapılmıştır. Tesisatta hat sonu kondens suyu ayrıştırılması için kondenstop takılmıştır. Bu kondenstop buhar bataryalarına kondens suyu girişini önleyeceğinden aktif olarak kullanılması hem verimlilik hem bataryaların patlamasına sebep olan darbenin önlenmesi gereklidir. Tesisatta gerekli olan hatlara pislik tutucu filtreler ve hava atıcılar kullanılmıştır. Ana buhar hattı DN100, kondens hattı DN65 olarak yapılmıştır. Şekil 1'de verilen ısı eşanjörü ön ısıtma bataryası olarak kullanılmıştır. Isı eşanjörünün kanatçıkları dikdörtgen olarak seçilmiştir. Eni 63 mm boyu 53mm kalınlığı 0.4 mm'dir. Alüminyum malzemeden imal edilmiştir. Isı eşanjörünün boru, ayna ve kollektör parçaları AISI 304 kalite paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Kullanılan çekme boruların dış çapı 16 mm et kalınlığı 1.5 mm'dir.

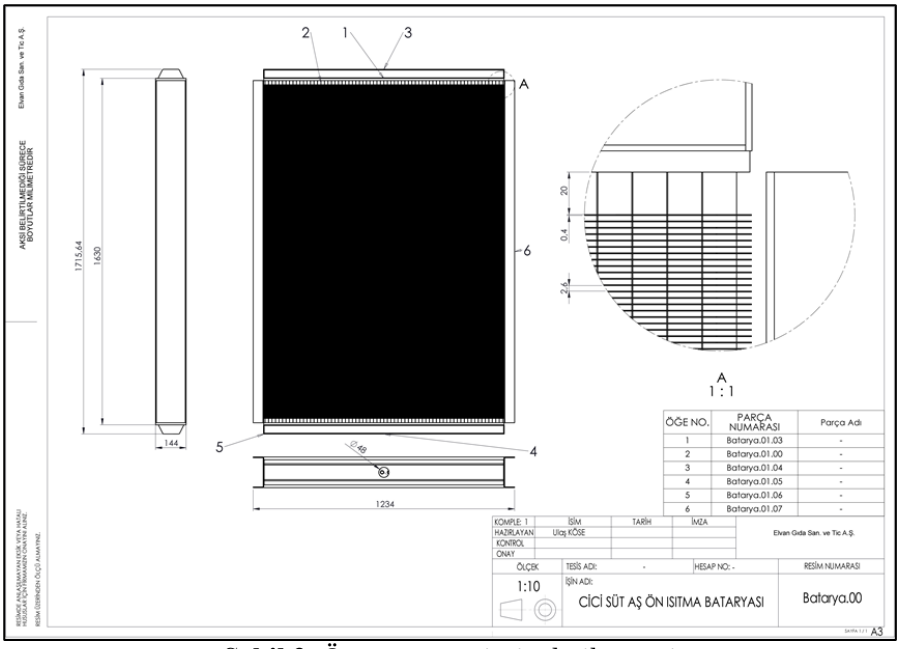
2. MATERYAL VE METOD



Şekil 1. Ön ısıtma projesi

Yapılmış olan proje kapsamındaki deney düzeneği Manisa Salihli CİCİ Süt fabrikası bünyesinde oluşturulmuştur. Bu araştırmada borulu kanatlı ısı eşanjörü için deneysel sistem tasarlanmıştır. Şekil 1.'deki hat ve ekipman çizimleri literatürdeki bilgilere dayanarak tasarlanmıştır.

2.1. Isı Eşanjörü Geometri Oluşturulması



Şekil 2. Ön ısıtma projesi teknik resmi

Tasarım çalışması, ısı eşanjörü tasarımı paket programıyla yapılmış olup; Solidworks 2013 paket programıyla oluşturulmuştur. Şekil 1.'deki ana montaj resmine ve oluşturulmuş olan imalat resimlerine göre imal edilip devreye alındıktan sonra deneysel çalışma yapılmıştır. Sonuçlar sayısal tabanlı parametrik bir program olan STAR-CCM+ paket programıyla sayısal analizler gerçekleştirilerek deneysel çalışma ile karşılaştırılmıştır.

2.2. Isı Eşanjörünü Oluşturan Bileşenler

- Akışkan giriş nozulu
- Akışkan çıkış nozulu
- Akışkan giriş kollektörü
- Akışkan çıkış kollektörü
- Borular
- Kanatçıklar
- Gövde

2.3. Isı Geri Kazanım Projesinde Kullanılan Malzemeler

- Hava atıcı
- Pozisyonerli pnömatik vana
- Çekvalf
- Metal körüklü (globe) vana
- Bağlantı elemanları (Boru, Bombe, manşon, nipel, flanş)
- Buhar kapanı (Kondestop)
- Pislik tutucu
- Buhar sayacı
- Termometre
- Manometre
- Gözetleme elemanı

2.3. Denklemler

Havayı ideal gaz kabul ederek birim zamandaki toplam ısı değişimi hesaplanmıştır. Eşanjörün ısı iletim katsayısı ve ısı eşanjörünün toplam ısı iletim alanı bulunarak eşanjör tasarımı yapılmıştır.

$$Q = \dot{m} x C_p x \Delta T \quad (1)$$

$$Q = \dot{m} x \Delta h \quad (2)$$

$$Re_{hava} = \frac{V_{hava(\min)} x d_{hava,h}}{\mu/\rho} \quad (3)$$

$$h_{hava} = St(\mathrm{Pr})^{2/3} \; x \frac{k}{d_{hava,h}} \; x \; Re_{hava} x Pr^{1/3} \quad (4)$$

$$m = \sqrt{2 \; x \frac{h_{hava}}{b x k_{Al}}} \quad (5)$$

$$Re_{su} = \frac{V_{su} x d_{su,h}}{\mu/\rho} \quad (6)$$

$$Nu_{su} = 0{,}023 \; x \; Re^{0,8} \; x \; Pr^{0,4} \quad (7)$$

$$h_{su} = \frac{Nu_{su} \; x \; k_{su}}{d_{su,h}} \quad (8)$$

$$\eta = \eta_k \; x \; \frac{A_k}{A} + \frac{A_0}{A} \quad (9)$$

$$K_{toplam\ \text{Eşanjör}} \qquad h_{iç} \frac{A}{A_{iç}} + \frac{1}{\eta h_{dış}} \quad (10)$$

$$A = \frac{Q}{K x F x \Delta T_{m(ters)}} \quad (11)$$

3. SONUÇ

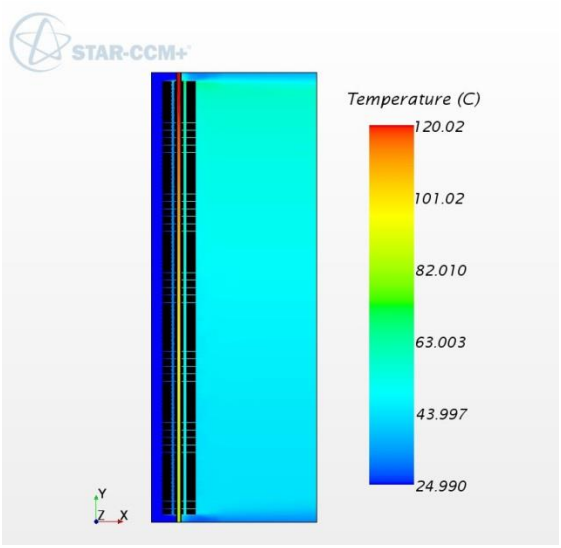
Deney sonuçlarından elde edilen verilerle analiz sonuçları bu bölümde sunulmuştur.
Deneysel çalışma kondensin verileri:

i. Tgiriş = 120 ℃
ii. Tçıkış = 80 ℃
iii. Pgiriş = 2 bar
iv. Pçıkış = 1,96 bar
v. ΔP= Pgiriş - Pçıkış = 0,04 bar
vi. Vgiriş = 0,333 m/s (Eşanjör girişi borusu)
vii. Dgiriş = 37,2 mm
viii. Vçıkış = 0,333 m/s (Eşanjör çıkış borusu)
ix. Dçıkış = 37,2 mm

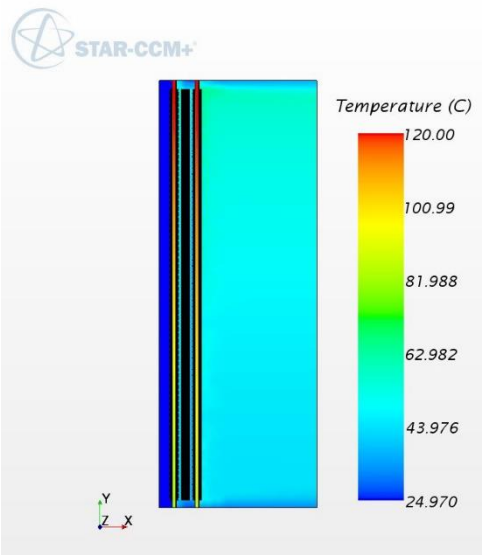
Deneysel çalışma havanın verileri:

i. Tgiriş = 25 ℃
ii. Tçıkış = 50,3℃
iii. ΔT= Tçıkış - Tgiriş = 25,3 ℃
iv. Pgiriş = 1,013 bar
v. Pçıkış = 1,012 bar
vi. ΔP= Pgiriş - Pçıkış = 158,2 Pa
vii. Vgiriş = 4,349 m/s (Pitot tüpüyle ölçülen ortalama hava giriş hızı)

viii. Vçıkış = 4,349 m/s (Pitot tüpüyle ölçülen ortalama hava çıkış hızı)



Şekil 3. Ön ısıtma projesi analiz görseli



Şekil 4. Ön ısıtma projesi alaliz görseli

Yapılmış olan analizde 25 ℃ sıcaklıkta sisteme girmekte olan hava 50,9 ℃, su ortalama 81 ℃ sıcaklıkta çıkmaktadır. Bulunan değer nümerik çalışma sonucunda elde edilen değerdir. Ayrıca şunu da belirtmek gerekir ki analizdeki değerler ideal çalışıyormuş gibi kabul edilerek elde edilmiştir. Bu elde ettiğimiz değerler bize kesin sonuç vermese de ideale yaklaşma olanağı sağlamaktadır. Yapılmış olan deney sonucunda ise 50,3 ℃ çıkmıştır. Bunun sebebi kullanılan buhar tüketimi anlık olarak değişkenlik göstermesinden ve ısı kayıplarından dolayıdır.

4. TARTIŞMA

Peynir altı suyu kulesinden ve süt kulesinden gelen toplam 10.000 kg/h debideki kondens ortalama 2 bar 120 ℃'deki kondens tankına transfer edilmektedir. Kondens tankı atmosfere açık olması sebebiyle 120 ℃'deki kondens suyunda kaynama meydana gelir. Kaynama noktasındaki su buharlaşmak için sudan ısı alır. Bu alınan ısıya gizli denir. Atmosfere verilen gizli ısının sistemde kalabilmesi için süt kulesinin çıkış sıcaklığını 80 ℃'de olması gerekmektedir. Kondens tankının ortalama sıcaklığının kaynama noktasının altında kalması hedeflenerek gizli ısının sistemde kalması sağlanmıştır. Yapılmış olan çalışma sonucunda anlık değerlere göre hesaplanmıştır. Bir kuleden yıllık 222.085 TL tasarruf edilmiştir.

$$AID_{Kömür} = 4{,}0705\ kW\ (1\ kg\ kömürün\ alt\ ısıl\ değeri)$$

$$Q_{Hava} / AID_{Kömür} \cong 55{,}5\ kg/h\ (Kömür\ geri\ kazancı)$$

$$M_{Kömür} = 0{,}5\ ₺/kg\ (2020\ yılı\ 1\ kg\ kömürün\ ortalama\ maliyeti)$$

$$GK_{Kömür} = 27{,}76\ ₺/h$$

$$GK_{Kömür}\ x\ t = 27{,}76\ x\ 8000$$

$$GK_{Kömür} = 222.085\ ₺/yıl\ \ (Kömürden\ yıllık\ kazanç\ miktarı)$$

Şekil 5. Ön ısıtma projesi enerji geri kazanım hesabı görseli

TEŞEKKÜR

Isı eşanjörü tasarımı ve Analizi konusunda bana çalışma fırsatı veren, katkılarıyla bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Elif ÖĞÜT'e, her zaman bana destek olan sevgili eşim İsan KÖSE'ye ve mesai Arkadaşım Makine Yüksek Mühendisi Tevfik AYTEKİN'e teşekkür ederim. Ayrıca Manisa Cici-Süt fabrikasında bana desteklerini esirgemeyen Cici-Süt Direktörü Halim BURUCU'ya sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

KAYNAKLAR

ÇENGEL Y. A. ,BOLES M. A. (2011),Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, İzmir: Güven Yayınevi.

GENCELİ O. F. (2010),Isı Değiştiricileri, İstanbul: Birsen Yayınevi.

Koseoglu M. F.,Baskaya S. ve Calisir T. 2015. Farklı Isı Eşanjörlerine Sahip Kombi Cihazlarının Performanslarının Deneysel Olarak Karşılaştırılması. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., cilt 30, no. 1, pp. 29-37.

Ogut E. ve Dilgi S. 2018. Dalgalı trapez plakalı ısı eşanjörü içindeki nanoakışkanların akış ve ısı transfer karakteristiklerin incelenmesi. DÜMF Mühendislik Dergisi, cilt 10, no. 3, pp. 933-943.

Pulat E. 2000. Yüzeyle Aynı Hizada Monte Edilmiş Ayrık Isı Kaynakları Üzerinden Olan Akışta Eşlenik Isı Transferinin Hesaplamalı Olarak Araştırılması. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, cilt 2, no. 1, pp. 175-182.

Varol Y. 2002. Kompakt Isı Eşanjörlerinde Kanatçık Düzenlemelerinin Basınç Kaybına Etkisi. Mühendislik Bilimler Dergisi, cilt 8, no. 1, pp. 27-31.

AVRUPA BİRLİĞİ VE TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA VERİLEN TEŞVİKLERİN İNCELENMESİ

Uğur Yücel
Kocaeli Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Kocaeli Türkiye

Engin Özdemir
Kocaeli Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Kocaeli Türkiye

Murat Ayaz
Kocaeli Üniversitesi Elektrik ve Enerji Bölümü Kocaeli Türkiye

Özet
Yenilenebilir enerji, enerji ihtiyacımızı karşılarken çevremizi daha yaşanılır kılmakta ve mevcut kaynakların gelecek nesillere aktarılmasına olanak sağlamaktadır. İnsanların duyarlılığının artması, devletlerin enerji politikalarının şekillenmesine etki etmiş ve enerji verimliliği ile beraber temiz enerji kaynakları ile enerji üretimi konusunda çalışmalar hız kazanmıştır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetlerinin yüksek olması, temiz enerji kaynaklarına geçişi sınırlamaktadır. Çevresel etkiler göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale gelmiş, bu yönde Birleşmiş Milletler ve Avrupa Birliği nezdinde yeşil çevre ekseninde kararlar alınmıştır. Fosil yakıtların düşük maliyetlerine karşı, yenilenebilir enerji üretim teknolojileri hükümetlerce desteklenerek hedeflenen üretim düzeylerine ulaşılmaya çalışılmaktadır. Makalemizde Avrupa Birliği ülkeleri olan Danimarka, İngiltere, Almanya ve bölge ülkesi Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş için teşvikler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Enerji Teşvikleri, Enerji Maliyetleri

Abstract
Renewable energy meets our energy needs, making our environment more livable and enabling the transfer of existing resources to future generations. Increasing the sensitivity of people has influenced the shaping of the energy policies of the states and studies on clean energy sources and energy production have gained speed along with energy efficiency. However, the high costs of renewable energy sources limit the transition to clean energy sources. Considering the environmental impacts, the use of renewable energy sources has become mandatory, and decisions have been made in the green environment axis in the direction of the United Nations and the European Union. Against the low costs of fossil fuels, renewable energy generation technologies are supported by governments to achieve targeted production levels. In our article, Denmark, the European Union countries, Britain, Germany and countries in the region are encouraged to switch to renewable energy sources in Turkey were examined.

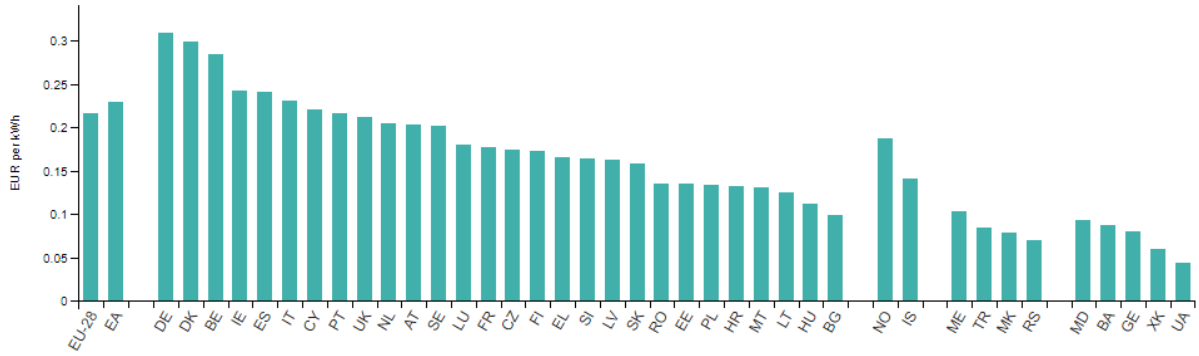
Keywords: Renewable Energy, Energy Incentives, Energy Costs

GİRİŞ

Enerjimizin büyük kısmı fosil yakıtların kullanılması ile üretilmekte ve bu kaynakların kullanılması çevresel sorunların oluşmasına ve küresel ısınma sorunlarına sebep olmaktadır [1]. Fosil yakıtların telafisi olmayan çevresel zararlarından dolayı temiz enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale gelmiştir [2]. Fosil yakıtların oluşturduğu küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı 1997 yılında Birleşmiş Milletler Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Kyoto Protokolü imzalanmıştır [3]. Kyoto Protokolünde hali hazırda 192 ülkenin imzası bulunmaktadır. Protokolde imzası bulunan ülkeler karbon dioksit ve sera etkisine neden olan gazların salınımını azaltmayı taahhüt etmişlerdir [4] [5]. Kyoto protokolünün hayata geçirilmesi için Avrupa Birliği Parlementosu, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik 27 Eylül 2001 tarih ve 2001/77 / EC sayılı Avrupa Parlamentosu Konsey Direktifini yayınlamıştır [6] [7]. Avrupa Parlamentosu 31 Ocak 2008 tarihinde onayladığı

kararla 2020 yılına kadar Yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılarak üretilen enerji oranının %20'ye çıkarılmasına karar vermiştir. [8]

2019 yılının ilk yarısında ab'de hane halkı elektrik fiyatları, almanya'da 0,31 €/kwh ile en yüksek, bulgaristan'da ise en düşük 0,10 €/kwh ile en düşük değerleri arasında olup ülkelere göre dağılım şekil 1'de gösterilmiştir. türkiye'de ise hane halkı elektrik fiyatı 0,0847 €/kwh'tir. [9]



Şekil 1. 2019 yılı ilk yarısı Avrupa Bölgesi hane halkı tüketicileri için vergiler dahil elektrik fiyatları

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin etkileri temelde ekonomik düzeyde incelenmektedir. Mevcut konvansiyonel enerji sistemlerinin, yenilenebilir enerjiye dönüşümü yeni bir ekonomik sektörün oluşmasını sağlamaktadır. Yatırımlar ve sürdürülebilir yenilenebilir enerji teknolojilerinin uygulanması, ekonomiyi kademeli olarak dönüştürmektedir. Kullanılmakta olan enerji tedarik modellerinin ekonomik büyümeye olan katkısının yerini, çevreyi ön planda tutan bir ekonomi almaktadır. Yeni iş tanımları ve ekonomik kaynakların oluşması ekonomik ivmelenmeyi desteklemektedir [10][11]. Hayata geçirilen küresel enerji politikalarında YEK'nın, fosil yakıtlardan karşılanan enerjiyi karşılayabildiği, bunun yanında çevre sorunları ile mücadele etmede büyük roller oynadığını görülmektedir. Dünya çapında YEK'nın, enerji kaynakları içindeki oranı sürekli artmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin dünyadaki hükümetler ve düzenleyici kurumlar tarafından karma enerji karışımına girmesini teşvik etmek için bir dizi politik tedbirler alınmakta ve destek mekanizmaları geliştirilmektedir [12]. Martin ve Arkadaşları Almanya, Avusturya ve İsviçre'de Yenilenebilir Enerji yatırımı yapan firmaların, yatırım gerekçelerini incelemiştir. Almanya'da enerji vergilerinin, İsviçre'de talebe bağlı faktörlerin ve Avusturya'da kamu sübvansiyonlarının yatırımcıyı yönlendirdiğini tespit etmişlerdir [13][14].

Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinde, dağıtılmış yenilenebilir enerji (dre) sistemlerinin teşvik edilmesi enerji güvenli açısından önem arz etmektedir. Enerji güvenliği açısından dağıtılmış yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanımı nedeniyle kullanıcılara ekstra maliyetler getirecektir [15]. Yenilenebilir enerji sistemine geçerken bölgesel ekonomide potansiyel olarak önemli değişikliklere yol açacaktır. Coğrafi koşullar yenilenebilir enerji kaynakları (yek) olarak kabul edilen rüzgâr, güneş, biyo kütle, jeotermal, hidro enerji ve okyanus enerjilerinin kullanımında belirleyici unsurdur [16][17][18].

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin pozitif etkileri olduğu gibi, negatif etkileri de bulunmaktadır. Pozitif etkileri; ekonomik büyüme ve gelişme, sürdürülebilir "yeşil" büyüme, istihdamın ve yeni iş fırsatlarının arttırılması, yerel ekonomilerin canlandırılması, yeni anlayışların gelişmesi ve teknik / teknolojik gelişme, ithalatın azaltılması, ticaret dengesinin iyileştirilmesi, kırsal alan elektrifikasyon kapasitesinin artırılması, enerji üretimi, imalat sanayinin ve diğer ilgili sanayilerin gelişimi, üretimin geliştirilmesi, maliyet indirimlerini teşvik etmek. Negatif ekonomik etkileri; büyük finansal teşviklere ihtiyaç duyması, enerji üretim maliyetinin yüksek olması, gıda fiyatlarındaki artışa sebep olması, arz güvenilirliğinin düşük olmasıdır. Güvenilir verimli yüksek enerji arzı ve gelişmiş bir enerji sektörü, ekonominin gelişmesini ve rekabet gücünün artmasını sağlar [19].

Enerji dönüşümleri ekonomik ve teknolojik olgular olduğu kadar, aynı zamanda sosyal ve politik dönüşümlerdir. Enerji geçişlerini başarıyla yönetmek için vatandaşların kabulü ve desteği şarttır [20]. Yüksek çevresel kaygının çevre yanlısı davranış üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür [21]. Yerel halkı fotovoltaik ve rüzgar enerjisi üretiminde yatırımcı haline getirmek, iklimin korunmasında ve halka ekonomik katkı sunmada etkili olacaktır. Halkın enerji üretiminde aktif rol alması ancak ekonomik teşviklerle sağlanır [22]. 2015 Paris Sözleşmesi karbon emisyon hedefine ulaşmak için 2015-2050 yılları arasında 44 trilyon $ yatırım yapılması gerekmektedir. Hükümetlerin ve organizasyonların bu bütçeleri karşılamasının zorluğu karşısında alternatif sermaye kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Finansal kurumlar, kamu hizmetleri veya işletmeler gibi geleneksel yatırımcılar düşük karbon teknolojileri (LCT) için sermaye sağlayıcıları olmakla birlikte, yerel halkta yatırımcıları olarak sorumluluk üstlenebilir [23]. Bu tip tesisler 50 MW'tan küçük ölçekli ve merkezi olmayan bir yapıya sahiptir [24]. Yenilenebilir enerji teknolojilerini başarıyla uygulamış olan bölgesel aktörler, teşvik edilen diğer firmalara örnek olmaktadır [25].

Yenilenebilir enerji teknolojilerine geçiş faktörleri aşağıdaki etkenlere bağlıdır [26]:

- Bölgedeki yenilenebilir enerji teknolojilerine geçiş oranına
- Bölgenin çevreye verdiği değere
- Yenilenebilir enerji tedarikçilerinin bölge endüstrisindeki payına
- Yönetmelik veya sübvansiyonlar yoluyla verilen devlet desteğinin büyüklüğüne
- Enerji maliyetlerindeki artışlara
- Yenilenebilir Enerji tedarikçilerinin sosyal sorumluluk anlayışına

Ülkelerin YE teşvik sistemleri Zuraidah ve arkadaşları tarafından 6 maddede özetlenmiştir [27] [28];

1. Sabit fiyatla prim tarifesi: Üreticilerinin ürettikleri elektriği şebekeye belirli bir fiyattan satabileceklerini garanti eden sabit fiyatlı tarifeye sahip bir destekleme yöntemi (Feed in Tariff-FIT) veya üreticiler tarafından alınan toptan piyasa fiyatına bir bonus ekleyen prim tarifesidir (Feed in Premium-FIP).
2. Maliyet Dağıtımı: YE tedarikçisi ile, enerji üretimi için yetki veren bir sözleşme imzalanır. Maliyet ve gerçek piyasa fiyatı arasındaki fark, son kullanıcılar arasında yeniden dağıtılır veya çoğu ülkede devlet bütçelerinden ödenir.
3. Maliyet Sınırlama: Bazı ülkeler, her yıl bir destek politikası kapsamında verilebilecek toplam kapasiteyi veya toplam tarifeleri sınırlamaktadır.
4. Kontrat Süresi: Teşviklerin tedarikçiye ödenme süresi politikalar arasında değişir. Süre ve büyüklük arasında genellikle bir sıkıntı vardır. Bazı ülkeler 10 yıl gibi kısa bir sözleşme süresi için nispeten yüksek bir tarife sunarken, diğerleri 25 yıla kadar daha düşük bir tarife sağlar.
5. Tarife tutarı: Tedarikçiler tarafından alınan teşvikler ülkeler ve enerji teknolojileri arasında farklılıklar gösterebilir. Hükümetler tarafından sağlanan teşvik miktarını etkileyen faktörler; üretim maliyeti, konum, sistem boyutu, alıcı taraf ve ev sahibi binasının kullanım amacına bağlıdır.
6. Azalan Oran: Teşvik değeri kademeli olarak düşürme mekanizmasıdır. Amaç, verilen teşvikleri yavaşça azaltmak ve zamanla YEK teknolojilerinin artan ekonomik uygulanabilirliğine uyum sağlamaktır.

Kota zorunluluğu, sertifika sistemi ve vergilendirme ile yenilenebilir enerjiye geçiş desteklenebilir. Yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi yapan kişi ve kurumlar, enerji kullanım miktarını arttırdıklarında, her birim enerji başına sertifika almaktadırlar. Yenilenebilir enerji sertifikaları yenilenebilir enerji kaynaklarından bir birim elektrik enerjisi üretildiğini belgeleyen sertifikalardır [29]. Kota zorunluluğu, enerji üreticilerinin ürettikleri enerjinin belli bir kısmını yenilenebilir kaynaklardan tedarik etmesi yükümlülüğüdür. Yenilebilir kaynak kullanarak üretilen enerjinin kota miktarını aşması durumunda, enerjinin fazla kısmı, kota miktarını dolduramayan üreticilere satılabilir [30]. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyetleri azalırken, artımlı destek politikalarının önemi azalmaktadır. Enerji üretimi için verilen teşviklerin enerji piyasası risklerine karşı korunma amacıyla kullanılması ön plana çıkmaktadır [31].

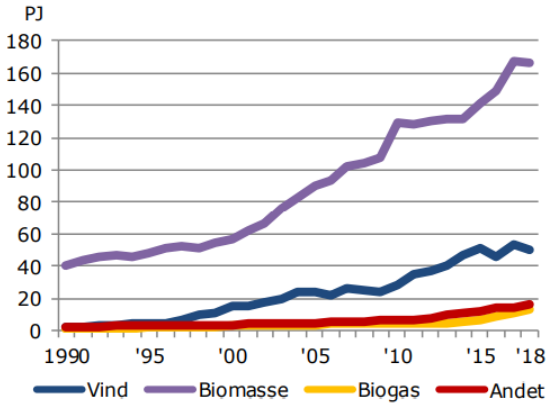
Teşvik sistemlerinde FIT ve FIP en sık rastlanan programlardır. Ancak açık artırma planlarının son dönemde ön plana çıktığı görülmüştür. Avrupa Komisyonu, FIT'lerin sınırlı kullanımını tavsiye etmekte ve piyasa fiyatını baz alan FIP gibi teşviklerin kullanılmasını tavsiye etmektedir [32]. Yüksek maliyetli yenilenebilir enerji teknolojilere daha yüksek teşvikler uygulanması, ekonomik açıdan tezat teşkil etmektedir. Ancak yüksek maliyetli marjinal teknolojilerin zaman içinde popüler üretim sistemlerinden daha üretken olabileceği öngörülmüş ve maliyeti yüksek dahi olsa teşvik verilmesi uygun olacağı tespit edilmiştir [33].

YÖNTEM

Yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvikler ülkelerin çevre politikalarına, mali kaynaklarına, teknolojiye erişimlerine ve yerel enerji kaynaklarına bağlı olarak değişmektedir. Çalışmamızda Avrupa yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinde yüksek başarı göstermiş olan Danimarka, İngiltere, Almanya ile Türkiye'de Elektrik Enerjisi üretimi için uygulanan enerji teşvikleri incelenmiştir. Isı üretimi ve nakliye için verilen teşvikler incelemenin dışında tutulmuştur.

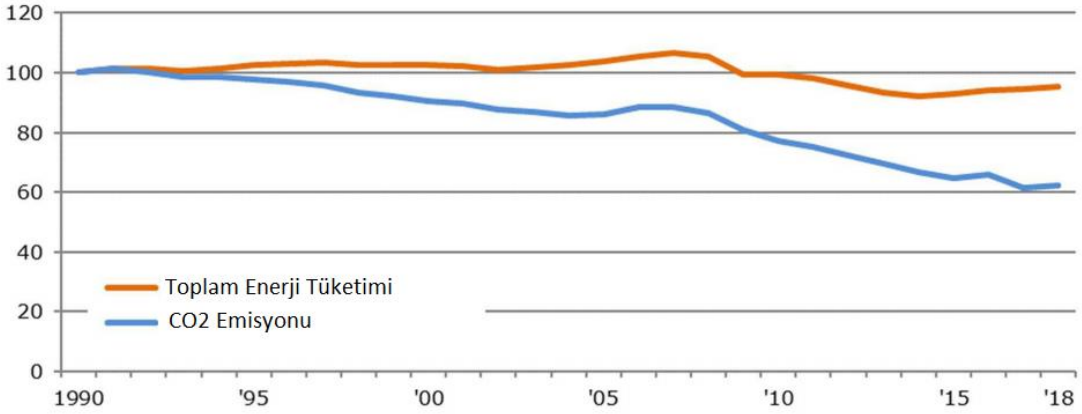
DANİMARKA

Danimarka 2018 yılı toplam enerji üretimi 586.574 TJ'ken, bu enerjinin 172.771 TJ değerindeki kısmı yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu değer toplam enerjinin % 29'una karşılık gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak enerji üretiminde Danimarka örnek ülke olma durumuna gelmiştir. Şekil 2'de Danimarka yenilenebilir enerji üretimi grafiği görülmektedir.



Şekil 2. Danimarka yenilenebilir enerji üretimi grafiği

Yenilenebilir enerji kullanımının artışı ve Danimarka'nın bina, tarım ve ulaşımda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artışı ve petrol bazlı kaynakların kullanımının azalmasından dolayı sera gazı emisyonlarını % 20 azaldığı tespit edilmiştir. Şekil 3'te Danimarka'nın 1990-2018 yılları arasında elektrik üretimi ve CO_2 emisyonu gösterilmiştir [34].



Şekil 3. Danimarka elektrik üretimi ve CO_2 emisyon miktarının değişimi

Danimarka'da 1979 yılında, bir rüzgar türbininin maliyetinin % 30'una hibe verilmesi ilk teşvik sistemidir. 1980'li yıllarda rüzgar enerjisi uygulamalarına 38 milyon Avro hibe şeklinde teşvik verildi ve teşvikler 1989'dan itibaren kademeli olarak azaltıldı. 1993 yılında hükümet sabit bir teşvik tarifesi yayınladı. 1997 yılında rüzgar enerjisi kooperatiflerine katılan bireyler için rüzgar enerjisi üretiminden elde edilen gelir için vergi iadesi verildi. 2008 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Teşvik Edilmesi Yasasında üreticiler lehine yapılan değişiklikler, 2009 yılında rüzgar enerjisi üretiminin artması şeklinde etkisini gösterdi [35].

Danimarka enerji modelinde yaklaşım, sektörel bileşenlere ve kavramlara odaklanmak yerine, sektörler arası ve kendi aralarında sinerji oluşturan sistemler arasındaki bağı kurmaktır. Kamu-özel işbirliği, yenilik ve atılımları desteklemektedir. Danimarka enerji modelinin üç esas unsura dayanır; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve elektrik dağıtım sisteminin geliştirilmesi [36]. 2015 yılında Danimarka hükümeti 2050 yılında fosil yakıtları terk etmeyi taahhüt etmiştir. Danimarka iklim politikaları ile ilgili hedefleri kısmen belirli ulusal emellere ilişkin kararlardan ve kısmen de AB ve BM'deki enerji alanındaki bir dizi uluslararası anlaşmaya uyma yükümlülüğünden kaynaklanmaktadır [37]. Danimarka'da, yenilenebilir kaynaklardan gelen elektrik, esas olarak prim tarifesi ve net ölçümleme yoluyla teşvik edilmektedir. Rüzgar ve güneş enerjisi PV kurulumları için prim tarifesi ihaleler yoluyla verilir. Ayrıca Danimarka ayrı bir devlet fonu aracılığıyla pilot yel değirmenlerinin inşasını da destekler. Bu destek ayrıca tekliflerle verilmektedir. Isıtma amaçlı yenilenebilir enerji kaynakları, enerji kaynaklarının üretimi, temini ve kullanımı ile ilgili vergi yükümlülüklerinden muaftır. Biyogazın ısıtma amaçlı kullanımı doğrudan bir tarifeyle desteklenir. Taşımacılıkta yenilenebilir enerji kullanımı için ana teşvik kota sistemidir. Biyogazın nakliye amacıyla satılması doğrudan bir tarifeyle desteklenir.

Danimarka'da uygulanan destek sistemi

1. **İhale Teşvikleri:** Danimarka rüzgar ve güneş enerjisi üretim sistemlerini teşvik etmektedir. İhaleler, Danimarka Enerji Bakanlığı tarafından düzenlenmektedir. Destek programı, devlet bütçesi ile finanse edilir. 2018-2019 yılı 136 milyon € bütçe ayrılmış olup, kWh başına 2 € ct'tir.
2. **Prim tarifesi**: Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi prim tarifesi sistemi ile desteklenmektedir. Yenilenebilir enerji santralleri işletmecilerine piyasa fiyatı üzerinden ödenen değişken bir prim ödemesi yapılmaktadır. Piyasa fiyatı ve teşviğin toplam fiyatı kWh başına yasal bir üst değeri geçemez. Deniz aşırı rüzgar tribünlerinin kurulması durumunda 3 € ct bonus verilirken, 6.600 tam yük saati ve 5.6 MW güç için maksimum 8 € ct olarak 20 yıl süre ile ödenmektedir.
   Danimarkada maksimum gücü 25 kW olan ve rüzgar enerji ile kendi kullandığı elektriği üreten operatörler için teşvik sistemi uygulanmaktadır. Gücü 10 kW'a kadar tesisler için, şebekeye bağlandı tarihinden itibaren 12 yıl boyunca 28 € ct / kWh, gücü 10 kW-25 kW arasında olan tesisler için şebekeye bağlandığı tarihten itibaren 12 yıl boyunca 18 € ct / kWh'tir.
   Elektrik üretmek için inşa edilmeyen binaların çatılarına güneş pili konularak enerji üretimi için teşvik miktarı, 2019 yılı için 6 € ct/kWh'tır. Bir tesis için verilen teşvik 15 milyon €'dan fazla olamaz.
   Gazlaştırmadan saf biyogaz veya gaz kullanan tesisler için belirlenen maksimum sübvansiyon 11 € ct / kWh'tır. Üretim miktarına bağlı olarak üreticiye ek bonus verilir. Üreticiye doğalgaz fiyatının bir önceki yıla göre artması durumunda 0.27 € ct/kWh ödenir.
   Hidroelektrik tesisler şebekeye bağlanma tarihinden itibaren 1 € ct/kWh lik sabit destek alır. Destek süresi 20 yıldır. 2018 yılı kurulu gücü 6 kW'a olan hidrolelektrik santraller için maksimum sübvansiyon 10 yıl süresince 8 € ct/kWh'tir. Kurulu gücü 6 kW-500 kW arasında olan hidrolelektrik sanraller için maksimum sübvansiyon ilk 10 yıl 8 € ct/kWh,takip eden 10 yıl için 5 € ct/kWH'tir. Enerji kaynağı olarak biyokütleli elektrik üretim tesisleri için teşvikler belirlenmiştir. Kurulu gücü 6 kW'a kadar olan tesisler için maksimum sübvansiyon 2018 yılı için 2 € ct/kWh'tir.
3. Net-Ölçümleme: Danimarka'da tüketiciler, Kamu Hizmeti Yükümlülüğü (PSO) olarak adlandırılan bir ücret ödemekle yükümlüdür. Ücret düzeyi tüketicinin bireysel tüketim

seviyesine bağlıdır. Üretilen elektriğin tamamını veya bir kısmını kendi ihtiyaçları için kullanan elektrik üreticileri, tamamen veya kısmen Kamu Hizmeti Yükümlülüğü'nü ödemekten muaftır. Bir tesis sahibinin hangi ek ücretten muaf tutulduğu, tesisinin kurulu gücünün büyüklüğüne bağlıdır.

Aşağıdaki tesisler tüm Kamu Hizmeti Yükümlülüğü tarifesinden muaftır:

- 50 kW'a kadar güneş enerjisi sistemleri
- 25 kW'a kadar rüzgar enerjisi tesisleri
- 11 kW'a kadar diğer teknolojiler

Aşağıdaki tesisler, yenilenebilir enerjiyi desteklemek için ek ücretten muaftır:

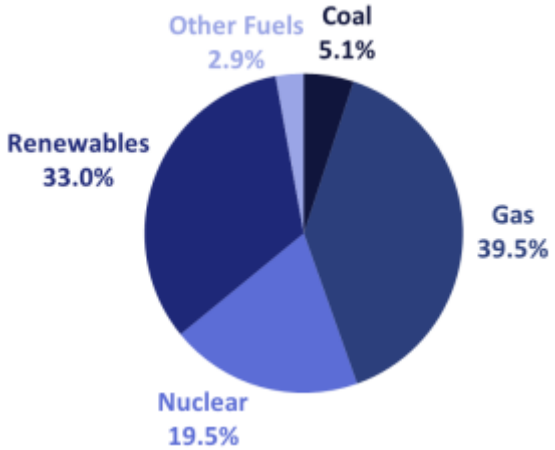
- Güneş enerjisi tesisleri> 50 kW
- Rüzgar enerjisi santralleri> 25 kW
- Diğer teknolojiler> 11 kW

4. **Kredi garantileri:** Rüzgar ve güneş enerjisi santrali sahipleri ve diğer yerel girişim birlikleri, bir rüzgar enerjisi santralinin inşasına kadar yürütülen fizibilite çalışmaları için kredi garantileri için başvurabilirler. Danimarka Enerji, Kamu Hizmetleri ve İklim Bakanlığı'nın kredi teminatı yıllık bütçesi 1.34 milyon €'dur. Teminat değeri proje başına maksimim 67.260 €'dur.
5. **Vergi indirimleri:** Yenilenebilir enerji kaynakları ile ısıtma ve soğutma işlemleri yapan tedarikçilere vergi teşviki uygulanmaktadır. Vergi indirimi tutarı, şahıslardan muaf tutulan vergi oranına eşittir.[38]

İNGİLTERE

İngiltere 2018 yılı toplam elektrik üretimi 352 TWh olmuştur. Toplam gücün %33'ü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmakta olup, bu oran 116,16 TWh'tir. Şekil 4'te İngiltere elektrik üretim kaynakları dağılımı görülmektedir [39]. İngiltere, solar PV ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji teknolojilerine geçmekte geç kalmıştır. 1990'da yerel olarak sahip olunan yenilenebilir enerji üretimi yok denecek kadar azken, 2000 yılından itibaren yerel halkın üretici olarak sisteme dahil edilmiş olmasından dolayı artış olmuştur. 2014 yılında elektrik üretiminin %19'u yenilenebilir kaynaklardan üretilmiştir. Toplam üretim değerinin %9'u rüzgardan ve %1'den azıda solar PV'den üretilmiştir. İngiltere'de özel sektör rüzgar enerjisi uygulamalarına odaklanmıştır .

2010 yılında yürürlüğe giren Enerji Yasası ile farklı teşvikler (FiT) ile enerji topluluklarının üretimdeki payı arttı. 2015 yılında küçük ölçekli yenilenebilir enerji üretim sınırı 5 MW'tan, 10 MW'a yükseltildi. Fizibilite değerlendirmeleri için yaklaşık 26.000 € hibe ve ön araştırma ve hazırlıklar için 167.000 €'ya kadar kredi verilmiştir [40].



Şekil 4. İngiltere 2018 yılı elektrik üretim kaynakları

İngiltere 2002 yılında yenilenebilir enerjiye geçiş için 2020 yılına kadar bir takvim hazırladı. İngiltere Yenilenebilir enerjiye geçiş programı, yıllık % 56-76 arasında değişen düşük oranda gerçekleşmiştir. Program 2014 yılında revize edildi ve 2037 yılına kadar teşvikler devam ettirilmesine karar verildi. 5

MW'ın altında kapasiteye sahip küçük ve orta ölçekli RES'ler için 2010 yılında bir teşvik (FiT) programı başlatılmıştır [41].

FiT'den yararlanmalarının yanı sıra, solar PV sahipleri doğal olarak enerjilerinin bir kısmını veya tamamını kullanır veya fazlalığı elektrik şebekesine geri satabilir. Ev tipi güneş enerjisi sisteminin 30 kW'tan daha az bir güce sahip olması durumunda, ev sahibi üretim tarifesi üzerinden bir besleme primi alır. Hane halkı PV güneş enerjisi sisteminin gücü 30 kW'tan fazlaysa, hane halkı fazlalığı toptan eşya fiyatını kullanarak elektrik piyasasında satabilir. Sabit şebeke tarifeleri ve yükümlülüklere bağlı olarak PV enerjinin çok fazla kullanılmasının hane halkı bütçesine çok yüksek katkı yaptığı tespit edilmiştir [42].

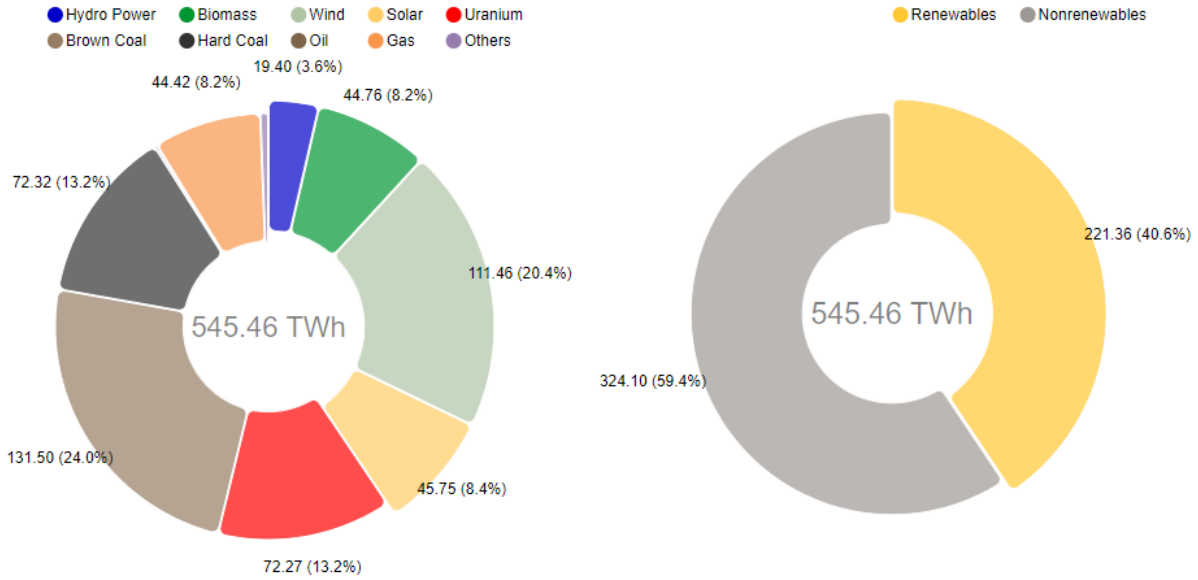
Birleşik Krallık'ta, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, kota zorunluluğu, sertifika sistemi ve vergi mekanizması açısından tarife sistemi, Fark Sözleşmeleri sistemi kombinasyonu ile desteklenmektedir [43]. Besleme tarifesine göre, tesisleri 5 MW'tan daha az kapasiteye sahip olan akredite üreticiler, elektriklerini Gaz ve Elektrik Piyasası Kurumu (Ofgem) tarafından belirlenen sabit tarife oranlarında satabilirler. Bu plan sadece İngiltere, Galler ve İskoçya için geçerlidir.

İngiltere'de teşvikler 3 ana başlıkta toplanmaktadır. Teşvik tarifesi (FiT), Vergi düzenleme mekanizması ve ihaleler (Fark Sözleşmeleri)

1. **Teşvik tarifesi (FiT):** Rüzgar enerjisinde 50 kW'tan küçük tesisler için kWh başına 9,39 € ct, gücü 50-100 kW olan tesisler için kWh başına 5,55 € ct, gücü 100 kW-1,5 MW olan tesisler için kWh başına 1,94 € ct ve gücü 1,5 MW'ın üzerinde olan tesisler için 0,94 € ct olarak belirlenmiştir.
   Güneş enerjisi ile elektrik enerjisi üretimi desteklemek için farklı tarifeler belirlenmiştir. 1 Nisan 2012 tarihinde veya sonrasında kurulması uygun bulunan, maksimum 250 kW kurulu gücü bulunan, 25 ve daha fazla PV üniteden oluşan, sistemler "M" tarife sistemine dahildir. Gücü 10 kW'tan küçük tesisler kWh başına 3,93 € ct, gücü 10-50 kW arasında olan tesisler kWh başına 4,18 € ct, gücü 50-250 kW arasında olan tesisler 1,78 € ct, gücü 250 kW-1 MW arasında olan tesisler için kWh başına 1,56 € ct, gücü 1 MW'tan büyük tesisler için kWh başına 0,22 € ct'tir.
   2018 yılı için biyogaz kullanılarak enerji üretimi için verilen teşvikler üretim kapasitelerine bağlı olarak değişmektedir. Tesis gücü 250 kW'ın altında ise kWh başına 5,58 € ct, tesis gücü 250-500 kW arasında ise kWh başına 5,28 € ct ve tesis gücü 500 kW'ın üzerinde ise kWh başına 1,97 € ct teşvik verilmektedir.
   2018 yılı hidroelektrik sistemler için verilen teşvik değerleri; kurulu gücü 100 kW'ın altında olan tesisler için kWh başına 8,71 € ct, gücü 100-500 kW arasında olan tesisler için kWh başına 8,01 € ct, gücü 500 kW-2 MW arasında olan tesisler için kWh başına 6,98 € ct ve gücü 2 MW'tan büyük tesisler için 6,98 € ct'tir.
2. **Vergi düzenleme mekanizması:** 2013 yılında "Carbon Price Floor" vergi sistemi uygulamaya başlandı. Vergi, Elektrik üretiminde fosil yakıtların kullanılması durumunda vergi uygulanmasına ve yenilenebilir elektrik enerjisinin bu vergiden muaf olmasına karar verilmiştir. İngiltere'de yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üreten tedarikçiler teknolojilerine göre kademeli olarak vergi indirimlerinden faydalanmaktadır. Örneğin 2019 yılında, 250-1.000 kW arasında kurulu gücü bulunan solar enerji üretim tesisi vergi indirim oranı % 1,59'dur. 500 - 2000kW arasında kurulu gücü bulunan hidroelektrik tesisinin vergi indirimi oranı % 6,06'dır. Kurulu gücü 100 - 1500kW arasında olan bir rüzgar santrali için uygulanan vergi indirim oranı ise % 5,12'dir [44].
3. **İhale desteği**: Fark sözleşmesi (CfD) olarak isimlendirilmekte olup İngiltere Hükümeti adına Düşük Karbon Sözleşmeleri Şirketi (LCCC) ile, yenilenebilir enerji kaynağından elektrik (RES-E) enerjisi üreten üretici arasında yapılan bir hukuk sözleşmesidir. CfD, piyasa fiyatı ile üreticinin satış fiyatı arasındaki farka dayanmaktadır. Üretici satış fiyatı, piyasa fiyatından düşük olması durumunda, RES-E üreticisine fiyat farkı ödenir. CfD planı şu anda İngiltere, Galler ve İskoçya'da uygulanmaktadır. Nisan 2017'den itibaren CfD şeması, 5MW üzerindeki tüm yeni RES-E projeleri için uygulanan tek yöntemdir. İlk tahsis Ekim 2014'te, ikinci tahsis Nisan 2017'de ve üçüncü tasis Mayıs 2019'da gerçekleştirildi [45].

ALMANYA

Almanya'nın 2019 yılı toplam elektrik üretimi 545,46 TWh olup, bunun 221,36 TWh'lik kısmı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Bu güç toplam enerji üretiminin % 40,6'lık kısmına karşılık gelmektedir. Almanya'da elektrik üretimi için kullanılan kaynaklar Şekil 5'te gösterilmiştir. [46].



Şekil 5. 2018 yılı Almanya Elektrik Üretim Kaynakları

Almanya, binalarda ve enerji altyapısında uzun ömürlü değişikliklerin, kısa süre içinde yapılmasının zorluğundan dolayı 2050 yılında tüm enerji ihtiyacının % 100'ünü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamayı hedeflemektedir. 2015 yılında Alman enerji sistem modeli oluşturulmuştur. Enerji dönüşümünde 3 parametre referans alınmaktadır. Enerji sisteminin maliyetleri, CO2 emisyonu ve temel enerji kaynağı tipi. Yenilenebilir enerji kaynaklarından Biyokütle, rüzgar enerjisi ve PV kaynaklar, enerji üretiminde en büyük değere sahip olacak ana kaynaklardır. Biyokütle potansiyeli tüm ülke için ortak kaynaktır. 2015 yılında fosil yakıtlardan üretilen enerji miktarı 2500 TWh / yıl'dır. Aynı tarihte biyokütle'den 235 TWh / yıl, karadaki rüzgar santrallarından 526 TWh / yıl (% 24), denizdeki rüzgar santrallarından 242 TWh / yıl (%42,5) ve Fotovoltaik kaynaklardan üretilen elektrik miktarı 316 TWh / yıl (%12) olarak tespit edilmiştir [47][48].

Almanya'da uygulanan destek programları:

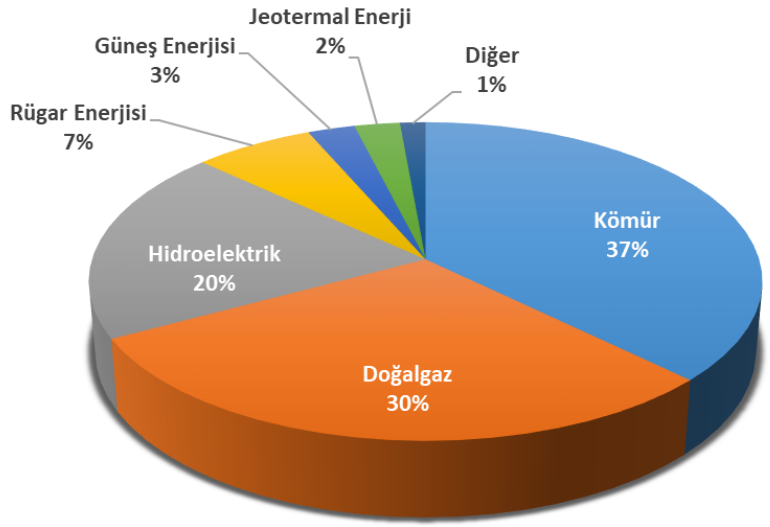
1. **Standart Yenilenebilir Enerji Programı:** Elektrik üretim tesislerinde yapılan yatırımlar için geri ödemesiz bir başlangıç süresi de dahil olmak üzere 10 yıllık sabit ve düşük faizli (%1,05) krediler sağlamaktadır. Yatırım maliyetlerinin % 100'üne kadar finansman sağlanabilir. Maksimum kullanılabilecek kredi 50 milyon €'dur.
2. **Açık Deniz Rüzgar Enerjisi Programı:** Alman Münhasır Ekonomik Bölgesi'nde veya Kuzey ve Baltık Denizi'nin 12 deniz mili bölgesinde açık deniz rüzgar santrallerine yatırım yapmak isteyen şirketleri desteklemek için krediler ve finansman paketleri sunulmaktadır. Kredi düşük faizli ve süresi 20 yıl olup, ilk 3 yıl geri ödemesi yoktur.
    - Genel dış sermaye gereksiniminin yüzde 50'sine kadar, proje başına maksimum 400 milyon €.
    - Genel dış sermaye gereksiniminin yüzde 70'ine kadar, proje başına maksimum 700 milyon €.
    - Öngörülemeyen maliyet artışları için toplam dış sermaye ihtiyacının yüzde 50'sine kadar, proje başına 100 milyon €.
3. **Enerji ve Çevre Konsorsiyumu Kredi Programı:** Kıyıdaki rüzgar santralleri ve foto voltaik tesisler için 4 milyar Avro'ya kadar bir konsorsiyum kredisi sunmaktadır.
4. **Premium Yenilenebilir Enerji Programı:** Derin jeotermal elektrik üretim tesisleri için kredi desteği (Tilgungszuschuss) sağlar. Yatırım maliyetlerinin % 80'ine kadar kredi

verilmektedir. Kredinin, sırasıyla maksimum 1, 2 veya 3 yıllık geri ödemesiz çalıştırma süresi dahil olmak üzere 5, 10 veya 20 yıllık bir geri ödeme süresi vardır.

5. **Yenilenebilir Enerjide Depolama Programı:** Elektrik şebekesine bağlı bir PV üretim sisteminin sabit batarya depolama sistemlerinin kurulmasına destek verir. Yatırım miktarının % 100'ü karşılanabilir. 5, 10 veya 20 yıl gibi vade farkları vardır. 10 yıla kadar olan kredilerde faiz oranı sabittir. Kredinin kullanılabilmesi için tesis gücü 30 kW'ı geçemez.
6. **Yenilenebilir Çevre Programı:** Ticari olarak elektrikli ve hidrojenli taşıt alımları için düşük faizli krediler sağlanmaktadır.
7. **Çevre Bonusu**: Elektrikli ve hidrojen araçlarının alımı için alıcıya prim ödenmesi.
8. **İnovasyon (BMU) Programı:** Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak yenilikçi pilot projelere kredi ve sübvansiyon sağlayarak desteklenmesi hedeflenmiştir. Program toplam yatırım maliyetlerinin % 70'ine kadar kredi, % 30'una kadar sübvansiyon sağlar. Destek ilk 5 yıl geri ödemesiz olup, kredi geri ödeme süresi 30 yıldır.
9. **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Piyasa Primi:** 100 kW'lık RES santrallerine sahip ve ihale prosedürlerini uygulama yükümlülüğü olmayan işletmeciler, sattıkları elektrik için piyasa primi ile desteklenir.
10. **Kiracı Elektrik Ek Ücreti:** Kiracı elektrik ihtiyacını, şebekeden değil de, binada kurulu olan PV santralden karşılarsa kWh başına 0,4 € ct ek ücret ile teşvik edilir
11. **Piyasa Primi**: RES tesislerinin 100 kW kurulu güce sahip olan ve ihale prosedürlerinde yer almaya mecbur olmayan fabrika işletmecileri, doğrudan sattıkları elektrik için piyasa primi ile desteklenmektedir. Piyasa primi tutarı her ay hesaplanır.
12. **Teşvik (FiT) Tarifesi:** 100 kW'a kadar olan enerji santralleri için destek sistemi, şebeke operatörünün tesis operatörlerine ödediği bir tarifeye dayanmaktadır. Tarife miktarı kanunla belirlenir ve genellikle 20 yıl boyunca ödenir. Tesis operatörleri ayrıca pazar primini de seçebilirler. İstisnai durumlarda 100 kW'dan daha yüksek kapasiteye sahip tesisler besleme tarifesi yoluyla desteklenebilir.
    Rüzgar enerjisi için karada ve açık denizde olmasına bağlı olarak teşvikler belirlenmiştir. Karada ödeme süresine bağlı olarak kWh başına 4,66-8,38 € ct, denizde kurulu tesisler için kWh başına 3,9-1,4 € ct teşvik ödemesi yapılmaktadır.
    Güneş enerjisinde verilen teşvikler üretim alanı ve kurulu güce bağlıdır. Özel binaya montajı yapılan sistemler için kWh başına 8,91-12,70 € ct ödenmektedir.
    Jeotermal enerji için kWh başına 25,2 € ct ödenmektedir.
    Biyogaz teşvikleri, biyolojik atıklardan elde edilen biyogaz, gübre kaynaklı biyogaz, depolama gazı, atık su gazı başlıklarında verilmektedir. Biyolojij atıklardan üretilen biyogaz için tesis büyüklüğüne göre kWh başına 13,05-14,88 € ct teşvik verilmektedir. Gübre kaynaklı biyogaz üretimi kurulu gücü 75 kW'tan küçük tesiste yapılıyorsa teşvik kWh başına 23,14 € ct'tir. Depolama gazı ile üretilen biyogaz için kWh başına 5,66-8,17 € ct ödenmektedir. Atık su gazı ile üretilen biyogaz için kWh başına 5,66-6,49 € ct teşvik ödemesi yapılmaktadır.
    Hidroelektrik sistemler ile elektrik üretilmesi için kurulu gücün büyüklüğüne ve devreye alınma tarihine bağlı olarak kWh başına 3,47-12,40 € ct teşvik verilmektedir.
    Biyokütle ile enerji üretimi için tesisin büyüklüğüne bağlı olarak 5,71-13,32 € ct teşvik ödemesi yapılmaktadır.
13. **İhale Yapısı:** 750 kW'dan başlayan kara ve deniz rüzgar projeleri, 750 kW'dan başlayan güneş enerjisi projeleri, 150 kW'dan başlayan biyokütle tesisleri enerji üreticilerine ihale ile verilmektedir. Verilecek teşvikler ihale esnasında üreticilere bildirilir.
14. **Esnek Ek ücret:** Yeni biyogaz tesislerinin işletmecileri talep üzerine kullanım için kapasite sağlama konusunda ek destek talep edebilir.
15. **Esneklik primi:** 01.08.2014 tarihinden önce işletmeye alınmış olan biyogaz tesislerinin işletmecileri, talep üzerine kullanım için ek olarak kurulu kapasite sağlama konusunda ek destek talep edebilir [49].

TÜRKİYE

Türkiye'nin 2019 yılı elektrik enerjisi kurulu gücü 90.421 MW'tır. 2018 yılında 303,9 milyon MWh elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Toplam elektrik üretiminin %37,3'ü kömürden, %29,8'i doğal gazdan, %19,8'i hidrolik enerjiden, %6,6'sı rüzgârdan, %2,6'sı güneşten, %2,5'i jeotermal enerjiden ve %1,4'ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir [50]. Türkiye 2018 yılı elektrik enerjisi üretim oranları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Türkiye 2018 yılı elektrik enerjisi üretim oranları

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları teşvikleri:

1. **Teşvik Tarifesi:** Rüzgar enerjisi üretim tesisleri için kWh başına 6,4 € ct'tir. Ayrıca üreticiler sanralin kurulduğu bölgeye göre kWh başına 0,6-3,7 € ct ekstra teşvik alır.
   Güneş enerjisi ile enerji üretimi için teşvikler Fotovoltaik ve Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP) başlıkları altında iki gruba ayrılmıştır. Fotovoltaik güneş enerjisi için kWh başına 11,7 € ct teşvik verilmektedir. Ayrıca santralin kurulduğu bölgeye göre kWh başına ekstra 0,5-5,9 € ct teşvik verilmektedir. Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi ile güneş enerjisi üretimi için kWh başına 11,7 € ct teşvik verilmekte olup, üreticiler santralın kurulu olduğu bölgeye göre 0,5-8,1 € ct ek teşvik alabilir.
   Jeotermal enerji için kWh başına 9,2 € ct teşvik verilmekte olup, santralin kurulu olduğu bölgeye göre 0,6-2,4 € ct ek teşvikler ödenmektedir.
   Biyogaz kullanılarak enerji üretilmesi durumunda kWh başına 11,7 € ct teşvik ödemesi yapılmakta olup, tesisin kurulu olduğu bölgeye göre 0,4-3,3 € ct ek teşvik primi ödenir.
   Hidroelektrik santrallarda elektrik enerjisi üretilmesi durumunda kWh başına 6,4 € ct teşvik ödenir. Santralin kurulu olduğu bölgeye göre 0,9-2,0 € ct ek teşvik ödenir.
   Biyokütle kaynaklarından elektrik üretilmesi durumunda kWh başına 11,7 € ct teşvik ödemesi yapılır. Santralın kurulduğu bölgeye bağlı olarak 0,4-1,6 € ct ek teşvik ödenir.
2. **İhaleler (Yenilenebilir Enerji Bölgeleri -YEKA):** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, santrallarının kurulacağı, Yenilenebilir Enerji Bölgelerini (YEKA bölgeleri) ilan eder. Alanlar 15 yıl süre için bir teşvik programı ile ihale edilir. Sistem bütün yenilenebilir enerji kaynakları için geçerlidir.
   2017 yılında rüzgar enerjisinden elektrik üretimi için yapılan ihalede, kurulacak olan 1 GW'lık santral için, 15 yıl süresince kWh başına 6,2 € ct üretim teşviği ve satın alma garantisi verilmiştir. 2019 yılında güneş enerjisinden elektrik üretmek için yapılan ihalede, 1 GW'lık kurulu güç için 15 yıl süre ile 5,7 € ct teşvik primi ödeme ve satın alma garantisi verilmiştir [51][52][53].

SONUÇ VE ÖNERİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar CO2 emisyonunun ve olumsuz çevresel etkilerin azalmasına katkı sunacaktır. Hükümetlerin yüksek maliyetli yenilenebilir enerji üretim sistemlerine

mali kaynak yaratması doğrudan enerji fiyatlarına etki etmekte ve dönüşümün hızına olumlu etki etmektedir. Özel sektörün enerji üretimi, enerji teknolojilerine yatırım yapması dönüşüme ivme kazandırmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artması için hükümetler çeşitli teşvikler sunmalı ve yatırımcıyı korumalıdır. Enerji üretiminde yerel kaynakları kullanılmalı, dağıtılmış enerji çeşitliliği ile ülkelerin dışa bağımlılığı azalttırılırken, enerji güvenliği sağlanmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılacak yatırım ile yeni çalışma alanları oluşacak ve elektrik enerjisi arzını karşılamanın yanı sıra dolaylı olarak ekonomik katkı yapacak kanallar gelişecektir. Danimarka, İngiltere ve Almanya örneklerinde olduğu gibi tüm vatandaşların üretici konumuna geçirilmesi hane gelirine katkı sunacaktır.

Teşvikler genel olarak doğrudan üreticiden satın alınan elektrik miktarına bağlı olarak sabit prim (FiT) şeklinde verilse de, son dönemde rekabeti arttırma etkisine sahip olan sabit primin üzerine ekstra prim verilmesi (FiP)cazip hale gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretiminden elde edilen kazancın vergiden muaf tutulması veya farklı üretim düzeyleri için belirli oranlarda vergi indirimi sağlanması tüm hükümetlerce benimsenen bir yöntemdir. En rekabetçi teşvik yöntemi ise ihale yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji piyasası aktörlerinin yeni alanlarda faaliyet gösterme gayreti teşviklerle desteklenmekte ve yüksek yatırım maliyetlerine katlanan girişimcilerin yatırımları güvence altına alınmaktadır. Ülkemizde de yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinin teşviklerle başarılı şekilde ilerlediği tespit edilmiş olmasına rağmen, literatürde yenilenebilir enerji teknolojilerine yapılan yatırımlarla ilgili kaynaklara çok az rastlanmaktadır. Teknoloji üretimine verilecek teşvikler ile enerji üretimi, dağıtımı ve güvenliği alanında dışa bağımlılık azaltılabilir, kuruluş ve işletme maliyetlerinden tasarruf sağlanabilir, yeni çalışma alanları oluşturarak katma değer yaratabilir ve gelişmekte olan sektörlerde uluslararası düzeyde söz sahibi olabiliriz.

KAYNAKLAR

1. Omar Ellabban, Haitham Abu-Rub, Frede Blaabjerg, Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 39,2014, Pages 748-764, ISSN 1364-0321, doi: 10.1016/j.rser.2014.07.113.
2. B. K. Bose, "Global Warming: Energy, Environmental Pollution, and the Impact of Power Electronics," in *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 4, no. 1, pp. 6-17, March 2010. doi: 10.1109/MIE.2010.935860.
3. Mustafa Babiker, John MReilly, Henry DJacoby, The Kyoto Protocol and developing countries, Energy Policy, Volume 28, Issue 8, 1 July 2000, Pages 525-536, doi:10.1016/S0301-4215(00)00033-1.
4. The Kyoto Protocol - Status of Ratification, UNFCCC Sites and platforms, https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/status-of-ratification, Erişim Tarihi:01.12.2019
5. Dolf Gielen, Francisco Boshell, Deger Saygin, Morgan D. Bazilian, Nicholas Wagner, Ricardo Gorini, The role of renewable energy in the global energy transformation, Energy Strategy Reviews, Volume 24, 2019, Pages 38-50, ISSN 2211-467X, doi:10.1016/j.esr.2019.01.006.
6. EU, 2001. Directive 2001/77/EC on the Promotion of Electricity Produced from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market, EC, Brussels.
7. Acaravci, Ali & Erdoğan, Sinan. (2018). Renewable Energy, Environment and Economic Growth Nexus: An Empirical Analyses for Selected Countries. Eskişehir Osmangazi University Journal of Economics and Administrative Sciences. 13.
8. EU, 2009. Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, Brussels.
9. Eurostat Statistics Explained, Electricity price statistics, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics#cite_note-1, 15.12.2019
10. Simon Jenniches, Assessing the regional economic impacts of renewable energy sources – A literature review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 93, October 2018, Pages 35-51.
11. Stephen Bell (2020) The Renewable Energy Transition Energy Path Divergence, Increasing Returns and Mutually Reinforcing Leads in the State-Market Symbiosis, New Political Economy, 25:1, 57-71, DOI: 10.1080/13563467.2018.1562430.
12. Zuraidah Ngadiron, N. H Radzi, Feed-in-tariff and competitive auctions as support mechanism for renewable energy: a review, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 11, NO. 14, JULY 2016.
13. Martin Woerter, Tobias Stucki, Spyros Arvanitis, Christian Rammer, Michael Peneder, The adoption of green energy technologies: The role of policies in Austria, Germany, and Switzerland, Int J Green Energy. 2017; 14(14): 1192–1208., doi: 10.1080/15435075.2017.1381612.

14. Tiago Neves Sequeira, Marcelo Serra Santos, Renewable energy and politics: A systematic review and new evidence, Journal of Cleaner Production, Volume 192, 2018, Pages 553-568, ISSN 0959-6526, DOI:10.1016/j.jclepro.2018.04.190.
15. Ramteen Sioshansi, Retail electricity tariff and mechanism design to incentivize distributed renewable generation, Energy Policy, Volume 95, 2016, Pages 498-508, ISSN 0301-4215, DOI:10.1016/j.enpol.2015.12.041.
16. Ali ÇELİKKAYA, Dünyada Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Sağlanan Vergi Teşviklerinin Değerlendirilmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi / Cilt: 20, Sayı: 1, Haziran 2018, 357-384.
17. A. John Armstrong, Jan Hamrin, The Renewable Energy Policy Manual, https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea79e/oea79e.pdf, Erişim Tarihi: 10.12.2019.
18. Saad, W., Taleb, A. The causal relationship between renewable energy consumption and economic growth: evidence from Europe. Clean Techn Environ Policy 20, 127–136 (2018) doi:10.1007/s10098-017-1463-5.
19. Maradin, D., Cerović, L., & Mjeda, T. (2017). Economic Effects of Renewable Energy Technologies. Naše gospodarstvo/Our Economy, 63(2), 49–59. DOI: 10.1515/ngoe-2017-0012.
20. Strielkowski, Wadim & Volkova, Elena & Pushkareva, Luidmila & Streimikiene, Dalia. (2019). Innovative Policies for Energy Efficiency and the Use of Renewables in Households. Energies. 12. 1392. 10.3390/en12071392.
21. Bernhard J. Kalkbrennera,b,∗, Jutta Roosen, Citizens' willingness to participate in local renewable energy projects: The role of community and trust in Germany, Energy Research & Social Science 13 (2016) 60–70.
22. Kenneth Hansen, Brian Vad Mathiesen, Iva Ridjan Skov, Full energy system transition towards 100% renewable energy in Germany in 2050, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 102, 2019, Pages 1-13, ISSN 1364-0321, DOI:10.1016/j.rser.2018.11.038.
23. Annie McCabe, Dorina Pojani, Anthony Broese van Groenou, Social housing and renewable energy: Community energy in a supporting role, Energy Research & Social Science, Volume 38, 2018, Pages 110-113, ISSN 2214-6296, DOI:10.1016/j.erss.2018.02.005.
24. Joseph Curtin, Celine McInerney, Brian Ó Gallachóir, Financial incentives to mobilise local citizens as investors in low-carbon technologies: A systematic literature review, Renewable and Sustainable Energy Reviews 75 (2017) 534–547.
25. Rögnvaldur Hannesson, How much do European households pay for green energy?, Energy Policy, Volume 131, 2019, Pages 235-239, ISSN 0301-4215, DOI:10.1016/j.enpol.2019.05.010.
26. Jens Horbach, Christian Rammer, Energy transition in Germany and regional spill-overs: The diffusion of renewable energy in firms, Energy Policy, 121, 2018, Pages 404–414.
27. Zuraidah Ngadiron, N. H Radzi, Feed-in-tariff and competitive auctions as support mechanism for renewable energy: a review, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 11, NO. 14, JULY 2016.
28. Friedemann Polzin, Florian Egli, Bjarne Steffen, Tobias S. Schmidt,How do policies mobilize private finance for renewable energy?—A systematic review with an investor perspective, Applied Energy, Volume 236, 2019, Pages 1249-1268, ISSN 0306-2619, DOI:10.1016/j.apenergy.2018.11.098.
29. Abolhosseini, S. & Heshmati, A. (2014). "The Main Support Mechanisms to Finance Renewable Energy Development", IZA Discussion Paper, No. 8182 May, p 10.
30. Şen S. (2017), "Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşvikler: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri", Journal of Life Economics, Sayı: 11, sy 65.
31. Neuhoff, Karsten; May, Nils; Richstein, Jörn (2017) : Incentives for the long-term integration of renewable energies: A plea for a market value model, DIW Economic Bulletin, ISSN 2192-7219, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin, Vol. 7, Iss.46/47, pp. 467-476.
32. Enrique Rosales-Asensio, David Borge-Diez, Jorge-Juan Blanes-Peiró, Ana Pérez-Hoyos, Antonio Comenar-Santos, Review of wind energy technology and associated market and economic conditions in Spain, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 101, 2019, Pages 415-427, ISSN 1364-0321, DOI:10.1016/j.rser.2018.11.029.
33. Kira Lancker, Martin F. Quaas, Increasing marginal costs and the efficiency of differentiated feed-in tariffs, Energy Economics, Volume 83, 2019, Pages 104-118, ISSN 0140-9883, DOI:10.1016/j.eneco.2019.06.017.
34. Energistatistik 2018, Danish Energy Agency, https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/energistatistik_2018.pdf
35. Curtin, J., McInerney, C., & Johannsdottir, L. (2018). How can financial incentives promote local ownership of onshore wind and solar projects? Case study evidence from Germany, Denmark, the UK and Ontario. *Local Economy*, *33*(1), 40–62, DOI:10.1177/0269094217751868.
36. Danish Energy Model, Danish Energy Agency, https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/danish-energy-model, Erişim Tarihi:15.12.2019.

37. Energy and Climate Politics, Danish Energy Agency, https://ens.dk/en/our-responsibilities/energy-climate-politics, Erişim Tarihi:14.12.2019.
38. Karl Wikberg, Promotion in Denmark, LEGAL SOURCES ON RENEWABLE ENERGY, http://www.res-legal.eu/search-by-country/denmark, Erişim Tarihi: 15.12.2019.
39. Digest of UK Energy Statistics-DUKES 2019, İngiltere Devlet Web Sitesi, https://www.gov.uk/government/statistics/electricity-chapter-5-digest-of-united-kingdom-energy-statistics-dukes, Erişim Tarihi: 15.12.2019.
40. Curtin, J., McInerney, C., & Johannsdottir, L. (2018). How can financial incentives promote local ownership of onshore wind and solar projects? Case study evidence from Germany, Denmark, the UK and Ontario. Local Economy, 33(1), 40–62, DOI:10.1177/0269094217751868.
41. Energypedia, Renewable Energy Quota and Certificate Schemes, Available online: https://energypedia.info/wiki/Renewable_Energy_Quota_and_Certificate_Schemes , Erişim Tarihi: 09.12.2019.
42. Wadim Strielkowski, Elena Volkova, Luidmila Pushkareva, Dalia Streimikiene, Innovative Policies for Energy Efficiency and the Use of Renewables in Households, Energies 2019, 12(7), 1392; DOI:10.3390/en12071392.
43. Will Eadson, Mike Foden, State, community and the negotiated construction of energy markets: Community energy policy in England, Geoforum, Volume 100, 2019, Pages 21-31, ISSN 0016-7185, DOI:10.1016/j.geoforum.2019.02.006.
44. Feed-In Tariffs, https://www.fitariffs.co.uk/, Erişim Tarihi: 15.12.2019.
45. Georgios Maroulis, Promotion in United Kingdom, Renewable energy policy database and support, LEGAL SOURCES ON RENEWABLE ENERGY, http://www.res-legal.eu/search-by-country/united-kingdom/tools-list/c/united-kingdom/s/res-e/t/promotion/sum/204/lpid/203/, Erişim tarihi: 15.12.2019.
46. Net public electricity generation in Germany in 2018, ENERGY CHARTS, https://www.energy-charts.de/energy_pie.htm?year=2018, Erişim Tarihi: 15.12.2019.
47. Kenneth Hansen, Brian Vad Mathiesen, Iva Ridjan Skov, Full energy system transition towards 100% Renewable energy in Germany in 2050, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 102, 2019, Pages 1-13, ISSN 1364-0321, DOI:10.1016/j.rser.2018.11.038.
48. Energiedaten: Gesamtausgabe, Bundesministerium Für Wirtschaft Und Energie, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/energiedaten-gesamt-pdf-grafiken.pdf?__blob=publicationFile&v=40, Erişim Tarihi: 15.12.2019.
49. Tim Sternkopf, Germany Support schemes, LEGAL SOURCES ON RENEWABLE ENERGY, http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/summary/c/germany/s/res-e/sum/136/lpid/135/, Erişim Tarihi: 15.12.2019.
50. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Web Sitesi, https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik, Erişim Tarihi: 01.12.2019.
51. Tim Sternkopf, Turkey: Summary of support schemes, LEGAL SOURCES ON RENEWABLE ENERGY, http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/summary/c/germany/s/res-e/sum/136/lpid/135/, Erişim Tarihi: 15.12.2019.
52. Mehmet Ertürk, The evaluation of feed-in tariff regulation of Turkey for onshore wind energy based on the economic analysis, Energy Policy, Volume 45, 2012, Pages 359-367, ISSN 0301-4215, DOI:10.1016/j.enpol.2012.02.044.
53. Oskar Lecuyer & Philippe Quirion (2019) Interaction between CO2 emissions trading and renewable energy subsidies under uncertainty: feed-in tariffs as a safety net against over-allocation, Climate Policy, 19:8, 1002-1018, DOI: 10.1080/14693062.2019.1625743.

3D BOYUTLU YAZICI: ENDÜSTRİYEL ÜRETİMDE GELECEKTEKİ DEVRİM

Şüheda Özel
Kocaeli Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü/ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
suhedaozel10@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-5070-5533

Muzaffer Zeren
Kocaeli Üniversitesi/ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
m.zeren@kocaeli.edu.tr

Neşe Çakıcı Alp
Kocaeli Üniversitesi/ Mimarlık Bölümü
nese.cakici@kocaeli.edu.tr

Özet
Ar-Ge çalışmaları ile başlayan teknolojideki gelişmeler ve yenilikler sanayide dönüşümü tetiklemiş ve Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0) olarak anılan kavramını ortaya çıkarmıştır. Teknolojide son zamanlardaki değişimin bir aşaması da dijitalleşmenin geleneksel üretim yöntemleriyle buluştuğu akıllı üretimlerdir. Endüstri 4.0 ile gelen yeni akıllı dijital üretim biçiminde 3 boyutlu yazıcıda baskı (3D printing) teknolojisi yakın gelecekte tasarımda ve üretimde söz sahibi olacaktır. 3 boyutlu baskı, üretime esneklik, verimlilik ve yenilik fırsatlarını da beraberinde getirmiştir. Katmanlı üretim olarak da bilinen 3 boyutlu baskı; tasarım programlarınca oluşturulan verilerin 3 boyutlu yazıcı sistemleri tarafından işlenip uygun malzemelerin katmanlar halinde, üst üste yığılarak istenen nesnelerin üretilmesini ifade etmektedir. Birçok farklı teknolojiler kullanılarak 3 boyutlu yazıcılar ile üretim yapılabilmektedir. Günümüzde en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi de Eklemeli Yığma Modellemesidir (FDM: Fused Deposition Modelling).Geleneksel üretim teknolojileriyle yapılması zor, imkânsız ya da ekonomik olmayan bir nesnenin üretebilir oluşu, üç boyutlu yazıcıları çok cazip kılmaktadır. 3 boyutlu baskı teknolojisinin gelişmesiyle birlikte kaçınılmaz olarak, bilinen tüm geleneksel üretim yöntemlerini ve birçok sektörü etkileyecektir. Etkilenecek sektörlerin başında otomotiv endüstrisi gelmektedir. Bu çalışmada; Sense 3Dtipi tarayıcı yardımıyla RhinoCeros 3Dprogramında tasarımsal veriler oluşturularak, PLA (Polylactic Acid) tipi filamentler kullanılarak AnyCubik-i3 Mega yazıcıda otomotiv motor parçalarının 3 boyutlu eklemeli yığma modelleri oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli Yığma Modelleme, 3 Boyutlu Yazıcı, Otomotiv Endüstrisi

3D PRINTING: THE NEXT REVOLUTION IN INDUSTRIAL MANUFACTURING

Abstract
The developments and innovations in technology that started with R&D studies triggered the transformation in the industry and revealed the concept called the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0). Digitalization as a stage of the recent technological changes; it also combines convantional and smart production. 3D printing with Industry 4.0, will find a wide field in design and manufacturing at near-term. 3D printing technology brings flexibility, efficiency and new opportunities to the manufacturing industry. 3D printing also known as additive manufacturing, means the data created in design programs processed by 3D printer systems and produced in layer by layer. Production can be made with 3D printers using many different technologies. FDM (Fused Deposition Modelling) is the one of most common manufacturing method in these days at industry. The fact that a product that is difficult, impossible or uneconomical to produce with traditional manufacturing technologies makes 3-dimensional printers very attractive. Within the development of 3d printing Technologies, all of the manufacturing methods and many industries will be effected inevitably. Automotive industry is one of the sectors that will be effected more.In this study, design data were generated in RhinoCeros 3D program with the help of Sense 3D scanner, and 3-dimensional fused deposition models of automotive engine parts were created in ANYCUBIK-i3 Mega printer using PLA (Polylactic Acid) type filaments.

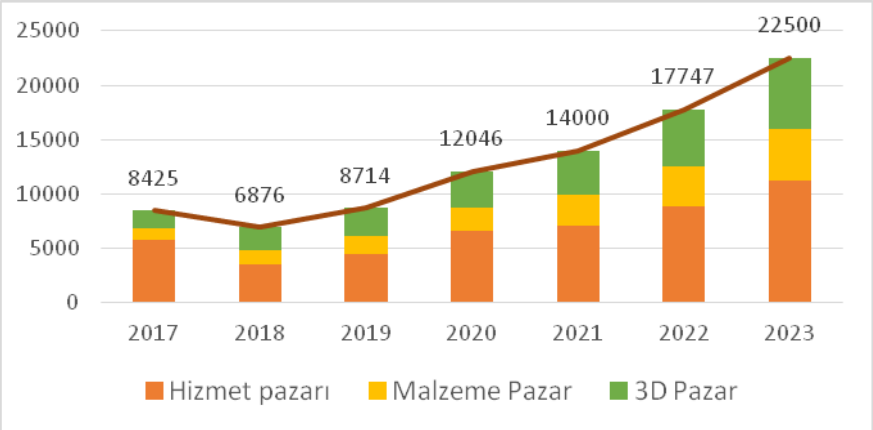
Keywords: Fused Deposition Modelling, 3-dimensional Printer, Automotive industry

1. GİRİŞ

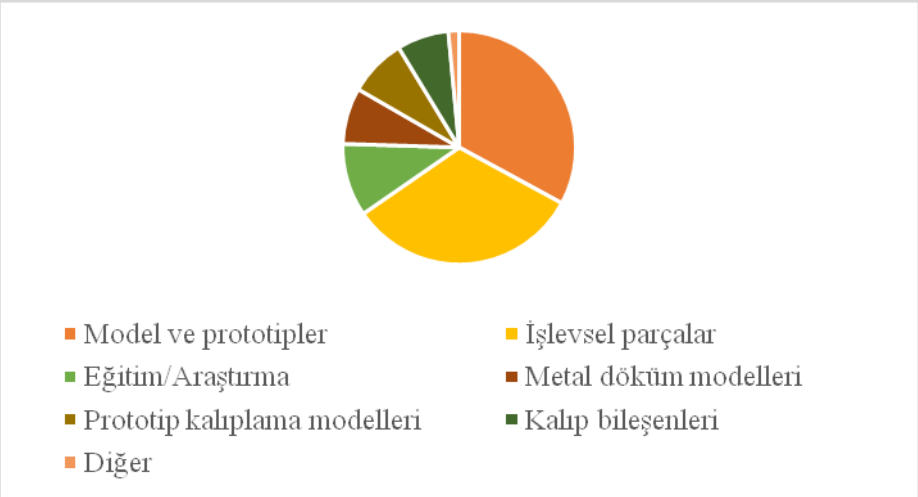
Fiziksel nesneleri, dijital verilerden 3D basma teknolojisi, ilk olarak 1984 yılında Charles Hull tarafından geliştirilmiştir. Tekniği Stereolitografi olarak adlandırdı ve 1986'da bir patent aldı. Stereolitografi; verileri anlamlı nesnelere dönüştüren bir baskı işlemi olup, maliyeti ve fireyi en aza indiren ön işleme teknolojisidir. Stereolitografi, istenilen görüntüyü hatasız olarak kesin boyutlarla CAD yazılımına aktarabilme ve daha sonra son üretime geçme fırsatı sunmaktadır. Stereolitografi, 1990'lı yıllara kadar, esas olarak tıp alanında yer alan çok karmaşık modellerin üretiminde, 3D boyutlu organlar üretmek için kullanılmıştır. Bu yıllarda Erimiş Birikim Modellemesi (FDM) ve Seçici Lazer Sinterleme (SLS) gibi diğer teknolojiler de tanıtıldı. 1993 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT), 2D Yazıcılarda kullanılan mürekkep püskürtmeli teknolojiye benzeyen "3 Boyutlu Baskı Teknikleri" adlı başka bir teknolojinin patentini aldı. İlk 3 D Yazıcı 1998 yılında, ilk 3D renkli yazıcı ise 2000 yılında piyasaya sürüldü. 2000 yılında Bath Üniversitesi'nde Dr. Adrian Bowyer tarafından 3D baskı kullanılarak çalışan bir 3D böbrek tasarlanmıştır. Daha sonraki yıllarda, gibi yine tıbbi alanlar için, protez metal bacak tasarımları yapılmıştır. 2005 yılında Yüksek Çözünürlüklü 3D Baskı Tanıtıldı. Yüksek çözünürlüklü 3D yazıcı (HD3DP) konsepti, baskı kafası teknolojisi, malzeme geliştirme, mekanik tasarımın bir kombinasyonunun sonucu olmuştur Bu yıllarda farklı bir sektör olan otomotiv sanayinde, başlangıçta cıvata somun ve diğer haraketli basit parçaların 3D imalatları yapılmıştır. Bu teknoloji daha sonra oyuncak, mücevherat üretimine taşınmıştır [4].

2. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ (SANAYİ 4.0) VE 3D YAZICILAR

Teknolojideki yenilikler sanayide dönüşümü tetiklemiş ve Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0) kavramını ortaya çıkarmıştır. Üretimdeki bu değişimin bir aşaması da dijitalleşmenin geleneksel üretim yöntemleriyle buluştuğu “akıllı üretim” olarak görülmektedir. 3 Boyutlu Baskı, üretime esneklik, verimlilik ve yenilik fırsatları getirmiştir. Katmanlı üretim olarak da bilinen 3 Boyutlu Baskı; tasarım dosyalarındaki verilerin 3 Boyutlu Yazıcı sistemleri tarafından işlenip uygun malzemelerin katmanlar hâlinde, üst üste yığılarak nesnelerin üretilmesini ifade etmektedir. Dördüncü Sanayi Devrimi, son yıllarda özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin kalkınma gündemlerinde kendisine önemli bir yer edinmiştir. Büyük veri analitiği, akıllı robotlar, simülasyon, yazılım entegrasyonu, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim, artırılmış gerçeklik ve 3D gibi teknolojilerin üretim süreçlerine getirdiği yenilikler ve fırsatlar Dördüncü Sanayi Devriminin tetikleyicisi olmuştur. Dördüncü Sanayi Devrimi, bu teknolojilerin mevcut tedarik, üretim, pazarlama süreçlerinde değişimin ve iyileştirmelerin bütünü hâline gelmiştir. Bu bağlamda Dördüncü Sanayi Devrimi, üretim süreçlerinin hem kendi içlerinde hem de birbirleri ile sürekli ve gerçek zamanlı olarak iletişim içinde olduğu, böylece akıllı, hızlı, esnek ve yüksek katma değerli yapıya dönüştüğü bir vizyon olarak yorumlanmaktadır. Yenilik üretme kapasitesini yükseltmeyi, yeniliklerin mevcut üretim yapısıyla bütünleştirilerek sanayisini katma değeri ve rekabet edebilirliği yüksek bir yapıya dönüştürmeyi hedefleyen Türkiye için Dördüncü Sanayi Devrimi stratejik önem taşımaktadır. Dördüncü sanayi devrimi veya Sanayi 4.0 olarak da bilinen dijitalleşme, yeni teknolojileri üretim süreçlerine entegre ederek; insanların, makinaların, ekipmanların, lojistik sistemlerin, iş süreçleri bileşenlerin birbirleriyle doğrudan iletişim kurmasını ve iş birliği yapmasını, verimlilik ve üretkenliği hedeflemektedir. Küresel 3D yazıcı pazar büyüklüğü tahmini Şekil 1’de, çeşitli uygulamalarda 3D yazıcı kullanımı Şekil 2’de verilmiştir [10,7].



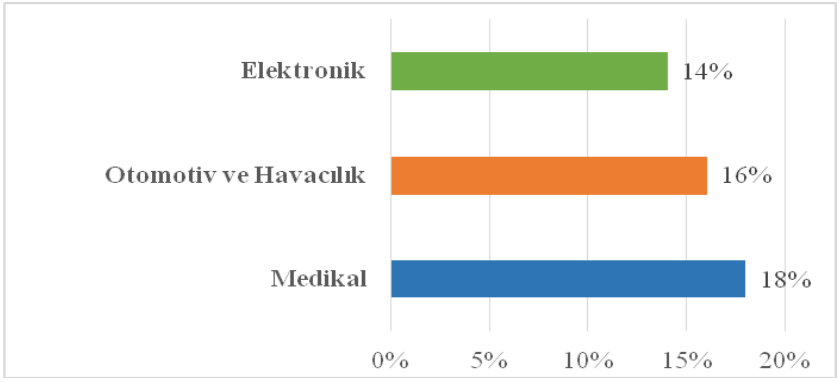
Şekil 1. Küresel 3D yazıcı pazar büyüklüğü tahmini, 2017-2013 (Milyar $)



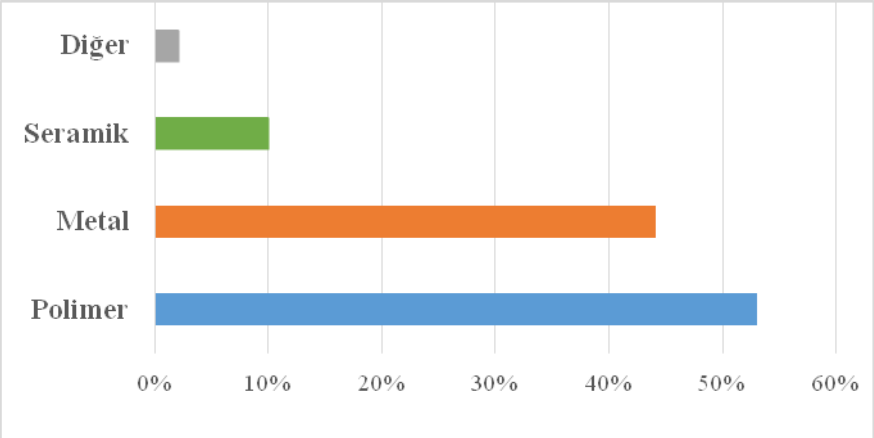
Şekil 2. Çeşitli uygulamalarda 3D yazıcı kullanımı [10-11].

Dünya genelinde 900 şirket ile yapılan anket çalışmalarında çeşitli uygulamalarda 3D yazıcı kullanımı Şekil 3'de verilmiştir. 3D yazıcı uygulamalarıyla öne çıkan sektörler değerlendirildiğinde plastik (%38), medikal (%36) ve otomotiv (%30) sektörlerinin hâlihazırda yüksek olgunluk seviyesinde olduğu ve uygulamaların sırasıyla kalıplama, nihai ürün imalatı ile prototip ve montaj modelleri üretimine odaklandığı görülmektedir. 3D uygulamalarında önde gelen sektörler havacılık ve otomotiv, elektronik, medikal sektörleri öne çıkmaktadır.

.



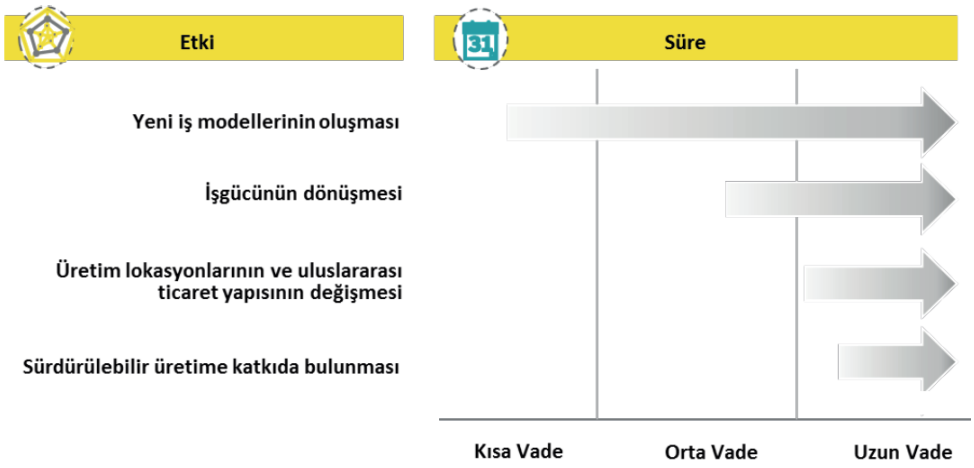
Şekil 3. 2021 yılına kadar 3D yazıcıların uygulamaların geleneksel imalat teknolojilerinin yerini alma dağılımı (n=900 şirket) [10-11]



Şekil 4. Kullanılmakta olan malzemelerin oranları, (n=214 şirket) [10-11]

3. 3D YAZICILARIN OLASI ETKİLERİ

3D yazıcıların gelişimi ve geleceğiyle ilgili beklentiler ışığında, teknolojinin doğrudanveya dolaylı olarak ekonomik, sosyal ve çevresel bazı etkileri olacağı öngörülmektedir. Bu etkilerin ortaya çıkmasında firmaların değer yaratma biçiminin değişmesi ve tedarik zinciri yapısındaki değişimlerin, teknolojinin erişilebilirliğinin artmasıyla beraber temel tetikleyici unsurlar olacağı tahmin edilmektedir. Şekil 5'de 3D yazıcı teknolojileri ile değer yaratma biçiminin değişmesi sonucunda tedarik zincirinde yaşanabilecek değişimler genel hatları ile gösterilmektedir. Bu değişimlerin tüm sektörlerde aynı hızda ve yapıda olmasa da farklı biçimlerde ortaya çıkabileceği değerlendirilmektedir [19].



Şekil 5. 3D yazıcıların oluşturması beklenen etkileri ve değerlendirilen etki süresi [21]

4. 3D YAZICILARIN AVANTAJLARI

3D baskının bazı avantajları aşağıda sıralanmıştır.

1- Üretimde esnekliğini artırabilir, bazı uygulamalarda ekonomik olabilir,
2- Tasarım yinelemesini ve ürünün pazara gitme zamanlamasını hızlandırabilir,
3- Tasarımların optimize edilmesinde kolaylık sağlayabilir,
4- Tamamen özelleştirilmiş, kişiye özel ürünlerin makul bir maliyetle oluşturulmasına katsı sağlayabilir,
5- Malzeme israfını önleyebilir.
6- Ürünleri özelleştirme yeteneği 3D baskı yardımıyla her şeyi özelleştirebilir ve sanatsal fikirleri tanıtabilir. Tasarımlar yardımıyla istenilen hemen hemen her nesne üretilebilir.
7- Hızlı prototip üretimi sağlayabilir. 3D baskı, gerçek nesnenin prototiplerinin veya küçük ölçekli sürümlerinin hızlı bir şekilde üretilmesini sağlayabilir. Bu, araştırmacıların ve

mühendislerin gerçek nesneyi planlamalarına ve kalite ve işlevselliği etkileyebilecek tasarım kusurlarını yakalamalarına yardımcı olur.

8- Düşük üretim maliyeti sunabilir. 3D yazıcılarda üretim maliyeti düşebilmektedir. 3D yazıcı kurulumunun başlangıç maliyeti yüksek olabilir ancak diğer maliyetleri düşürebilir. Çoğu masaüstü 3D yazıcı, dizüstü bilgisayar veya bilgisayarlarla aynı miktarda güç kullandığı için düşük işletme maliyetine sahiptir. Yazıcıların çoğu yalnızca bir kişi gerektirdiğinden malzeme maliyetini ve işçilik maliyetini düşürür. Ayrıca, takımlar, mastar ve fikstürün yanı sıra montaj ve envanter maliyeti de azalabilir.
9- 3D yazıcılar gerektiğinde ürünleri "yazdırabileceğinden" ve seri üretime göre daha pahalıya mal olmadığından, malların depolanması gibi ilave maliyetler yoktur.
10- Artan istihdam fırsatları getirebilir.
11- 3D baskı teknolojisinin yaygın kullanımı istihdamda artış potansiyeli sunmaktadır. Firmaların 3D yazıcıları kullanma ve üretim için yeni tasarımcılara ve teknisyenlere gereksinimi olacaktır.
12- Yapay organların hızlı bulunabilirliği sağlayabilecektir. Bir organ vericisinin/alıcısının uzun süreli beklemesi, 3D basımlı organların hızla üretilmesiyle sona erebilir. Hastanın kendi hücrelerini ve dokularını kullanarak organ için yapısal kafes ile birlikte canlı organlar oluşturabilen biyo-yazıcılar üzerinde araştırmalar devam etmektedir.[15]

5. 3D YAZICILARIN DEZAVANTAJLARI

1- Tehlikeli maddelerin kontrolsüz üretimi olasılığı bulunmaktadır. Dünyanın ilk 3D baskılı fonksiyonel silahı olan Liberator [8], kendi silahlarını üretmenin ne kadar kolay olduğunu gösterdi. Herkes her türlü tasarıma ve bir 3D yazıcıya erişebilir. Hükümetlerin bu tehlikeli eğilimi kontrol etmek için yollar ve araçlar geliştirmeleri gerekecektir.
2- 3D baskı teknolojisinde şu anda boyut kısıtlamaları bulunmakta olup, çok büyük nesneleri üretmek hala mümkün değildir.
3- Hammadde sınırlamaları vardır. Şu anda, 3D yazıcılar yaklaşık 100 farklı hammadde ile çalışabilmektedir. Geleneksel imalatta kullanılan muazzam hammadde çeşitleriyle karşılaştırıldığında bu önemsizdir. 3D baskılı ürünlerin daha dayanıklı ve sağlam olmasını sağlamak için yöntemler geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.
4- Endüstriyel yazıcıların yüksek maliyeti nedeniyle firmaların yatırım yapmada tereddüt yaşamalarına neden olmaktadır. Ayrıca, renkli üretim yapabilen yazıcılar, tek renkli nesneleri basanlardan daha pahalıdır.
5- Telif Hakkı Sorunları olabilir. 3D teknolojisi daha yaygınlaştıkça, insanların farklı ürünleri yazıcıda basması daha kolay olacaktır. Sahte ürünlerin oluşturması, bunların kötüye kullanılması mümkün gözükmekte, sahte olanları telif hakkıyla korunanlardan ayırt etmek zor olabilecektir.
6- İmalat işlerinde azalmaya neden olabilir. 3D baskı, insanların istedikleri takdirde kendi ürünlerini kolayca oluşturabilecekleri için geleneksel üretim işlerinde azalmaya neden olabilecektir. Bu husus, düşük beceri gerektiren işlere bağlı olan üçüncü dünya ülkelerinin ekonomilerini etkileyebilecektir.[15].

6. 3D YAZICILARIN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Her şey oluşturmak istenilen nesnenin sanal bir tasarımını yapmakla başlamaktadır. Bu sanal tasarım örneğin bir CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) dosyasıdır. Bu CAD dosyası 3B modelleme uygulaması veya 3D tarayıcı (mevcut bir nesneyi kopyalamak için) kullanılarak oluşturulur. 3D tarayıcı, bir nesnenin 3D dijital kopyasını oluşturabilmektedir [15].

6.1. 3D Tarayıcılar

3D tarayıcılar üç boyutlu model oluşturmak için farklı teknolojilerden yararlanır. Son zamanlarda, Microsoft ve Google gibi şirketler 3D tarama donanımlarını geliştirdiler (örneğin Microsoft'un Kinect'i). Yakın gelecekte gerçek nesneleri 3D modellere dönüştürmek fotoğraf çekmek kadar kolay olacağı düşünülmektedir. Akıllı telefonların gelecekteki sürümlerinde muhtemelen entegre 3D tarayıcılar olacaktır [15].

6.2. 3D Modelleme Yazılımları

Genel olarak kullanılmakta olan 3D modelleme yazılımları Tablo 1.'de verilmiştir. Bu çalışmada Rhino 3D Modelleme Yazılımı tercih edilmiştir.

Tablo1. 3D Modelleme Yazılımları

SolidWorks	Maya	RapidForm	3D StudioIz
Pro/Engineer	SketchU	Alias	FormZ
CATIA	RasMol	RaindropeoMagic	VectorWork
3D StudioMax	Rhino	Invertor	Mimics

6.3. 3D Yazıcılar

Oluşturulan bir üç boyutlu modelin, 3D yazdırılmaya hazırlanması gerekmektedir. Bu aşama dilimleme adı verilmektedir. Dilimleme; bir 3D modeli yüzlerce veya binlerce yatay katmana bölmekte ve bu işlemi bir yazılımla gerçekleşmektedir.

7. 3D YAZICILARDA KULLANILAN MALZEMELER

7.1.Plastik Malzemeler

7.1.1. PLA (Polilaktik Asit) : FDM işlemi için yaygın olarak kullanılır. Mısır nişastası veya şeker kamışı gibi tarımsal ürünlerden üretilen bir biyoplastiktir. Bu nedenle PLA, ABS'den daha çevre dostudur. PLA'nın bir başka avantajı, ısıtıldığında toksik duman yaymamasıdır. Çeşitli düz ve yarı saydam renklerde gelir ve yazdırmak ABS'den daha kolaydır.

7.1.2. ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren) : 3D yazıcıda kullanılan en yaygın malzeme ABS'dir Polimer ailesinin bir parçasıdır. Hafiftir, iyi darbe mukavemetine, aşınma direncine ve uygun maliyete sahiptir. ABS ailesinin erime sıcaklığı 200 ºC olup, kullanımı kolay olan nispeten güvenli makinelerde kullanım için idealdir. Çekme mukavemeti ve sertliği ve ısı sapma sıcaklığı gibi fiziksel özellikleri avantajlıdır. Aynı zamanda iyi yüzey kalitesi ve alev geciktiriciliğine sahiptir.

7.1.3. PVA (Polivinil Alkol) : Neme karşı oldukça hassas olan yumuşak ve biyolojik olarak parçalanabilen bir polimerdir. PVA suya maruz kaldığında çözünür, bu da 3D baskı malzemesi için çok yararlı bir destek yapısı yapar. Son derece karmaşık şekiller veya kapalı boşluklu parçalar yazdırırken, PLA desteği kullanılabilir ve ılık suda çözülerek kolayca çıkarılabilir. Neme duyarlıdır, bu nedenle depolama için hava geçirmez kaplar gereklidir ve pahalıdır.

7.1.4.PC (Polikarbonat) : Zorlu çevre ve mühendislik uygulamaları için kullanılan yüksek mukavemetli bir malzemedir. Yüksek darbe direncine sahiptir. Ayrıca, yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılabileceği anlamına gelen 150 ºC yüksek cam geçiş sıcaklığına sahiptir. Oldukça higroskopiktir, performansı ve mukavemeti üzerinde etkisi olan havadan nemi emeceği anlamına gelir, bu nedenle hava geçirmez ve nemsiz kaplarda saklanması gerekir.

7.2.Seramik : Seramikler, çeşitli baskı seviyelerinde 3D baskı için kullanılabilecek nispeten yeni bir malzeme grubudur. Seramik tozu ve lazer sinterleme makinesi kullanılarak bileşen yapılır. Baskıdan sonra, seramik parçaların, belirli özellikleri iyileştirmek için sinterleme ve sırlama gibi geleneksel üretim yöntemleri kullanılarak yapılan herhangi bir seramik parça ile aynı işlemlere tabi tutulması gerekir.

7.3.Metal : Lazerle Seçmeli Eritme (Selective Laser Sintering-SLM) teknolojisi ile titanyum, aluminyum, kobalt krom vb. metal ve alaşımları ile metalik tozlar 3D yazıcılarda kullanılabilmektedir.

9- KATMANLI İMALAT

Üç boyutlu yazıcıları bu kadar cazip kılan özellik ise var olan üretim teknolojileriyle yapılması imkânsız ya da makul olmayan bir şeyi elde edebilme imkânıdır. 3D Printerlar birçok farklı teknolojileri kullanarak üretim yapabilmektedir. Günümüzde en popüler yöntem, deneysel çalışmalarımızda da tercih edilen, katmanlı imalattır.

Katmanlı İmalatta (Additive Manufacturing) kullanılan temel uygulama yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

- Lazer Eritmeli Sistemler (Laser Melting/ LaserSintering)
- Erimiş Malzeme Modelleme (Fused Deposition Modelling–FDM)
- Stereolithografi
- Malzeme Jeti (Material Jetting)
- Yapıştırıcı ile Katmanlı İmalat (Binder Jetting)
- Elektron Kaynağı (Electron Beam Melting) [14-19].

Bu çalışmada da tercih edilen Erimiş Malzeme Modellemede (Fused Deposition Modelling– FDM), bir ısıtma ünitesi kullanarak, eritilmiş malzemelerden katmanlar halinde üretim gerçekleştirilmektedir. Otomotiv sanayinde bazı 3D uygulama örnekleri Şekil 6- Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 6. Hidrolik manifold; CNC makinada işlenmiş (a), 3D yazıcıda üretilmiş (b) [23]



Şekil 7. Audi W12 3D motoru su konektörü [13].



Şekil 8. Toyota 3D koltuğu [20].



Şekil 9. Chevrolet vites kutusu konsolu, 3D yazıcıda üretilmiş (a), montajı tamamlanmış son durumu (b) [22].

9.MATERYAL VE METOT:

Bu çalışmada; RhinoCeros 3D arayüz programı ile motor pistonu tasarımları yapılmış, AnyCubik I3 Mega 3D yazıcıda PLA tipi filamentler kullanılarak 3 boyutlu katmanlı piston üretimleri gerçekleşmiştir. Çalışmada Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Laboratuvarı imkanları kullanılmıştır. Bu çalışmada Erimiş Malzeme Şekillendirme (Fused Deposition Modelling – FDM) yöntemi kullanılarak 3 boyutlu katmanlı üretimler yapılmıştır.

9.1.Filamentler

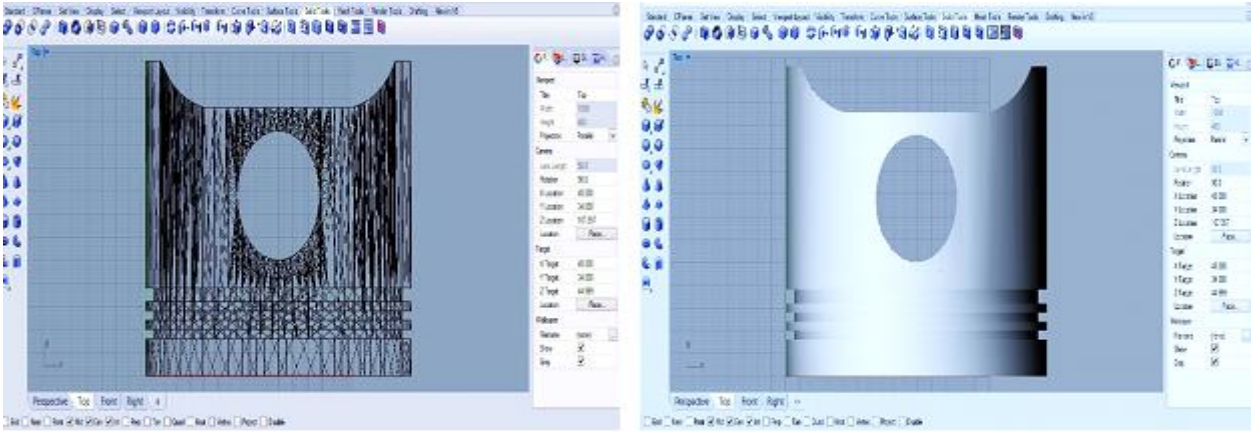
Eritilerek dökülen bu plastik malzeme filament olarak adlandırılır.3D yazıcı filament türlerinden en çok tercih edilenler ABS ve PLA'dır. ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), mukavemeti yüksek ve petrol bazlı bir termoplastiktir. FDM teknolojisini kullanan ve tabla ısıtıcıya sahip bir 3D Yazıcı ABS baskı yapabilir [24]. Bu çalışmada aşağıda özellikleri sunulan PLA tipi filamentler tercih edilmiştir.

PLA Filamentinin Temel Özellikleri

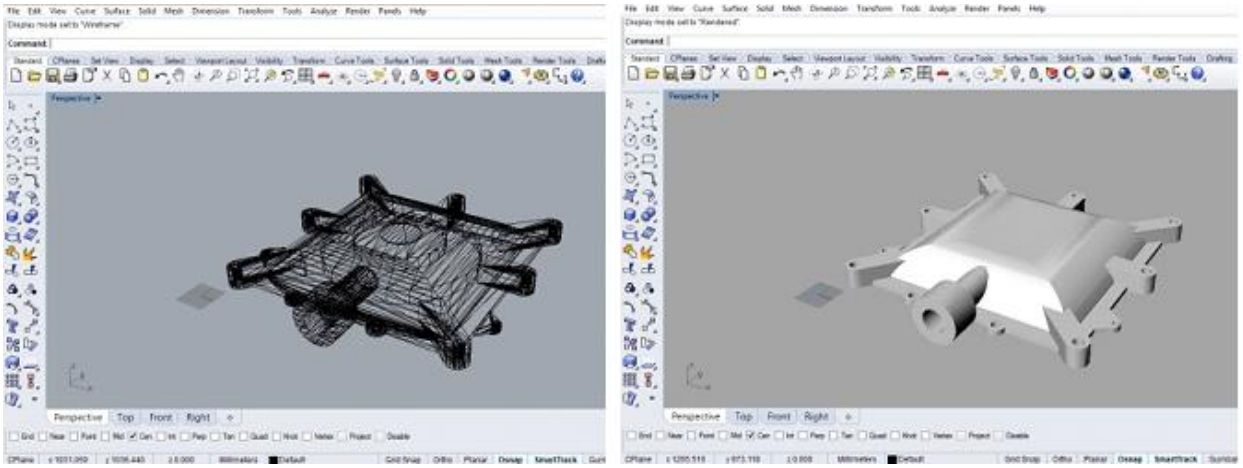
- Basımı oldukça kolaydır.
- Sert bir yapıya sahiptir. Dayanıklı ve darbelere karşı dirençlidir.
- Hafif esnekliğe sahiptir, ancak kırılgandır.
- Aseton ile çözümlenmesi zordur.
- Basım sıcaklığı genellikle 190°C – 220°C arasındadır.
- Soğuma esnasında çatlama sorunları ile karşılaşılmaz.
- Yatak sıcaklığı 50°C – 70°C arasında önerilmektedir.
- Bir kere ayarlanmış sıcaklık ve üretim hızı ile sorunsuz basım yapılabilir [2-24].

9.2. 3D Tasarım Çalışmaları

Bu çalışmada yüksek çözünürlüklü Sense 3D tipi bir tarayıcı ve RhinoCeros 3D arayüz programı kullanılmıştır. RhinoCeros 3D, özellikle sanayi için 3B modelleme ve prototipleme için tasarlanmış bir CAD/ CAM yazılımıdır. RhinoCeros 3D, genellikle endüstri tasarımı, mimarlık, deniz araçları tasarımı, takı tasarımı, otomotiv tasarımı, CAD/CAM, seri üretim, tersine mühendislik ve multimedya ve grafik tasarım alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 10-Şekil 11'de bir otomobil motor pistonunun ve hava kompresör kapağının RhinoCeros programı ile tasarım aşamaları verilmiştir [25].



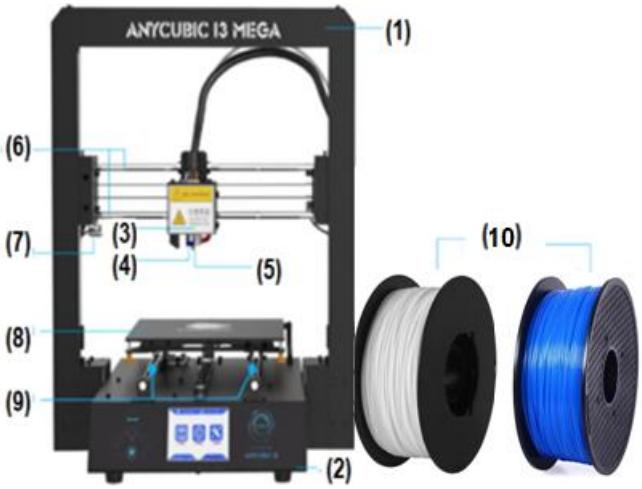
Şekil 10. Otomobil Piston tasarımı, tel kafes (a), katı model aşaması (b), [14].



Şekil 11. Otomobil hava kompresörü kapağı tasarım çalışmalarından örnekler, (a) tel kafes (wireframe) (b) katı model aşaması (rendered: görselleştirme).

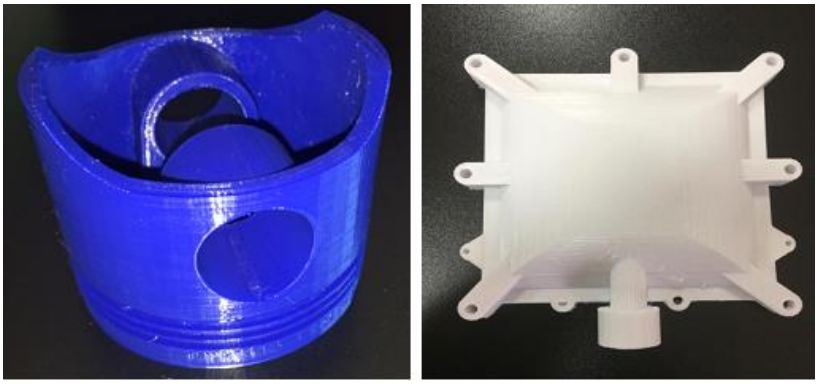
9.3. 3D Yazıcı

Bu çalışmada Erimiş Malzeme Modelleme (FusedDepositionModelling – FDM) yapabilen AnyCubik I3 Mega 3D tipi bir katmanlı yazıcı kullanılmıştır (Şekil 12). Çalışmada 3D yazıcıda PLA tipi 1,75 mm çapında filamentler kullanılmıştır.



Şekil 12. AnyCubik I3 Mega 3 boyutlu yazıcı [26].

(1) Metal çerçeve (2) Gövde (3) Yazıcı kafası (4) Z ekseni probu (5) Nozul (6) X ekseni kolları (7) X ekseni durdurucusu (8) Yazıcı tablası (9) Y ekseni kolları (10) Çalışmada kullanılan filament makaraları.



Şekil 13. 3D yazıcı ile katmanlı üretimi yapılmış otomotiv modelleri; otomobil pistonu (a), otomobil hava kompresörü kapağı (b).

10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Teknolojide son zamanlardaki değişimin bir aşaması da dijitalleşmenin geleneksel üretim yöntemleriyle buluştuğu akıllı üretimlerdir. Endüstri 4.0 ile gelen yeni akıllı dijital üretim biçiminde 3 boyutlu yazıcıda baskı (3D printing) teknolojisi yakın gelecekte tasarımda ve üretimde söz sahibi olacaktır. 3D yazıcı baskı, üretime esneklik, verimlilik ve yenilik fırsatlarını da beraberinde getirmiştir. Katmanlı üretim olarak da bilinen 3 boyutlu baskı; tasarım programlarınca oluşturulan verilerin 3 boyutlu yazıcı sistemleri tarafından işlenip uygun malzemelerin katmanlar halinde, üst üste yığılarak istenen nesnelerin üretilmesini ifade etmektedir. Birçok farklı teknolojiler kullanılarak 3 boyutlu yazıcılar ile üretim yapılabilmektedir. Günümüzde en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi de Eklemeli Yığma Modellemesidir (FDM: Fused Deposition Modelling).

Geleneksel üretim teknolojileriyle yapılması zor, imkânsız ya da ekonomik olmayan bir nesnenin üretebilir oluşu, üç boyutlu yazıcıları çok cazip kılmaktadır. 3 boyutlu baskı teknolojisinin gelişmesiyle birlikte kaçınılmaz olarak, bilinen tüm geleneksel üretim yöntemlerini ve birçok sektörü etkileyecektir. Etkilenecek sektörlerin başında otomotiv endüstrisi gelmektedir. 3D yazıcılar ve yazıcı teknolojileri, kişiye ve duruma özel hızlı üretim yapabilme olanağı sağlamaktadır. 3D yazıcılar ve yazıcı teknolojilerinin yaygınlaşmasında en önemli etken, belirli alt teknolojilerde patent koruma sürelerinin dolmasıyla, teknolojinin hızlı bir gelişim kaydetmeye başlaması olmuştur. 2009 yılı sonrasında dolan patent koruma süreleri ile plastik malzeme esaslı uygulamalar yaygınlaşmış olup 2014 sonrasında ise benzer bir gelişim metal malzeme esaslı uygulamalarda da başlamıştır. Özellikle metal malzeme esaslı uygulamalar, pek çok sektörün dikkatini çekmiş ve bu teknolojiye olan ilgiyi artırmıştır.

Türkiye'deki uygulamaların odağına bakıldığında prototip üretiminin açık ara önde olduğu, doğrudan imalat uygulamalarının ise küresel seviyenin yaklaşık yarısı düzeyinde olduğu anlaşılmaktadır. 3D yazıcı teknolojilerini en yoğun olarak uygulayan sektörler değerlendirildiğinde küresel eğilimler ve Türkiye'deki eğilimler bazı istisnalara rağmen çoğunlukla örtüşmektedir. Türkiye'de uygulama seviyesi ile öne çıkan sektörler, küresel sıralamada da ön sıralarda yer alan medikal, havacılık ve savunma, makine ve otomotiv olmuştur. Ancak Türkiye'de hâlihazırda 3D yazıcı alanında çalışan az sayıda üniversitede bu çalışmaların sürdürülebilir olamadığı ve bu alanda üniversite-sanayi iş birliğinin kurulamadığı görülmüştür. Bu durum şirketlerin "knowhow"a erişimini ve 3D yazıcı alanında piyasanın ihtiyaç duyduğu uzmanların yetişmesini zorlaştırmaktadır. 3D yazıcı teknoloji ve uygulamaları ile dördüncü sanayi devrimini bütüncül bir şekilde ele alan ortak bir strateji doğrultusunda, birbirini tamamlar politikalar, Türkiye'yi küresel üretim hiyerarşisi içinde üst seviyelere çıkarmakta stratejik bir rol oynayacaktır.

Bu çalışmada otomotiv parçalarına ait modellerin, prototiplerinin, 3 boyutlu katmalı üretiminin mümkün olabileceği görülmüştür. Çalışmada bazı otomobil parçaları seçilerek PLA tipi bir filament ile 3 boyutlu katmanlı imalat ile modelleri üretilmiştir. Çalışmada, 3D yazıcıların; tersine Mühendislik (Reverse Engineering) ile karmaşık ve özgün tasarımların modellerinin elde edilmesi mümkün olabileceği, ayrıca kıyaslamaya (Benchmarking) uygun olduğundan otomotiv endüstrisinde verimliliği, üretimi, karlılığı ve kaliteyi artırmak mümkün olabileceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

[1]Adefemi A.,Rasheedat M., Esther T., Akinlabi M., OwolabiG.,Materiali in Tehnologije/materialsandtechnologyISSN 1580-2949mtaec9, 51(5)709(2017).
[2] Artı Boyut, "3D Yazıcı Filament Özellikleri", www.artıboyut.com. Aralık 10, 2019.
[6]. Barnatt C., "3D Printing: The Next Revolution", (Erişim tarihi: February5, 2020)
[4] C. Kaiand L.K. Fai, "3D Printing and Additive Manufacturing", Principle sand Applications, 4th Edition. World Scientific, Singapore, 2015.
[5] Chandra K., Kumar K., "3D Printing: A ManufacturingRevolution", International Research Journal of EngineeringandTechnology (IRJET), Volume: 04, Issue: 05, Pages 2060-2063, 2017,
[6] Ey "3D Printing Report", https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-3d-printing-report /FILE/ey-3d-printing-report.pdf. (Erişim tarihi: December 20, 2019)

[7] Infosy., "Manufacturing Next Industrial Revolution", https://www.infosys.com/industries/ industrial-manufacturing /case-studies /documents/manufacturing-next-industrial-revolution.pdf, (Erişim tarihi: February 11, 2020)
[8] Johnson D., "3D Printing The Next Revolution in Industial Manufacturing",WohlersAssociates, https://www.ups.com/media/en/3D_Printing_executive_summary.pdf., (Erişim tarihi: February 11, 2020)
[9] KearneyA.T., "3D Printing: Ensuring manufacturing leadership in the 21st century", February 11, 2020
[10] Kendrick A., "3D Printing: The Next Industrial Revolution", https://www.researchgate.net (Erişim tarihi: February5, 2020)
[11] Marco W.,Frederic F., "Shape way sandThe 3D Printing Revolutions" Twenty Second European Conference on Information Systems, Tel Aviv, Pages -1-14, 2014.
[12] Noorani R., "3D Printing: Technology, Applications, andSelections", Loyola Marymount University CRP Press, Pages 24-294, 2018.
[13] Osama A.,RecentTrends in Design and Additive Manufacturing. Additive manufacturing: Challenges ,trends, andapplications, Research Article Advances in Mechanical Engineering 2019, Vol. 11(2) 1–27 2019. DOI: 10.1177/1687814018822880 journals.sagepub.com/home/ade
[14] Özel Ş., Zeren M., Alp N. Ç., 3D Yazıcılar İle Katmanlı İmalat Teknolojisinin Otomotiv Endüstrisinde Uygulanması, Int. J., 3D Printing Tech. Digital Industry, JI3DPT, Vol.4, Issue, 1 Pages 21-34, 2020.
[15] Pandharpatte P., Ruikar P., "3D Printing: The Next Industrial Revolution", Intertanional Journal of Research in Aeronautical and Mecahanical Engineering, Vol.7, Issue 3, Pages 06-20, 2019.
[16]Sher D.,"Metal 3D printed water connectors for the Audi W12 engine", https://www.3dprintingmedia.network/volkswagen-additive-manufacturing/ (Erişim tarihi: January 3, 2020)
[17] Siu J., "3D printing technology", https://www.autoguide.com/auto-news/2013/06/2014-chevy-malibu-refresh-made-possible-by-3d-printing.html, (Erişim tarihi: January 14, 2020)
[18] STM Mühendislik Teknoloji Danışmanlık, Katmanlı İmalat Teknolojileri Raporu, 2016.
[19] Şahin K., Turan B.O., "Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi", Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Volume 2 Issue 2, July, Sayfa 1-20, 2018.
[20] *Toyota Central R&D Labs Inc., "Lightweight-car-seat",* https://www.materialise.com/en/ cases/materialise-slicing-technology-enables-toyota-lightweight-car-seat, January 3, 2020.
[21]Üretimde Paradigma Değişikliği Artırımsal Üretim Üç Boyutlu Yazıcılar T.C.Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanı Sektörler ve Kamu Yatırımları Genel Müdürlüğü İmalat Sanayii Daire Başkanlığı Yayın No: 0007 ISBN NO: 978-605-7519-55-. http://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/UretimdeParadigmaDegisikligiArtirimsalUretimUcBoyut Yazicilar.pdf. (Erişim tarihi: Temmuz 8, 2019)
[22] **V**oulpiotis F., **Renault** F1 Team, "Hidraulic Manigold", https: //www.3dnatives.com/en/ formula-1-turning-to-3d-printing-281020194/ (Erişim tarihi: February 14, 2020)
[23] Waxman O. B.;"TheGunThatSparkedthe 3D-Printed WeaponsDebate Has an Unexpected History", https://time.com/5355099/3d-printed-gun-liberator-history/ (Erişim tarihi: February 13, 2020)
[24] Wenjie L., Jianping Z., Yuming M., JieW., Jie X., "Fabrication of PLA Filaments and its Printable Performance", Materials Scienceand Engineering Volume 275, 2017.
[25] Wohlers Report: "3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry", https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/wohlers-report-2017-3d-printing-and-additive-manufacturing-state-of-the-industry-annual-worldwide-progress-report(ac880c85-f9ef-477b-b5db-3a7d2d575ea5)/export.html., (Erişim tarihi: February 13, 2020)
[26] ZhenS., "Anycubıc i3 Mega Quick Start Guide", www.anycubic3d.com , (Erişim tarihi: November 20, 2019)

DETERMINATION OF KINETIC PARAMETERS FOR OLIVE STONE PYROLYSIS BY APPLYING DIFFERENTIAL METHODS ON THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS DATA

Korkut Açıkalın
Yalova University, Faculty of Engineering, Department of Energy Systems Engineering
korkut.acikalin@yalova.edu.tr

Abstract
The aim of the present study was to investigate the thermal decomposition behaviour and kinetics of a lignocellulosic biomass, namely, olive stones. Thus, non-isothermal thermogravimetric analyses of olive stones were carried out from ambient temperature to 700°C at three different heating rates of 2, 10 and 15°C/min under 50 ml/min nitrogen flow rate. Thermograms revealed the existence of four particular stages in whole pyrolysis mass loss range. The mentioned stages were mainly assigned to removal of moisture and low molecular weight volatile (stage 1), decomposition of hemicellulose + cellulose (stage 2), decomposition of cellulose (stage 3) and decomposition of lignin (stage 4). The kinetic parameters of active pyrolysis stages (i.e., stage 2 and 3) were calculated by using model-fitting differential direct Arrhenius plot method and model-free (isoconversional) differential Friedman method. The activation energy values of stage 3 calculated by both methods were relatively in accordance with each other. However, the same was not valid for stage 2. Moreover, activation energy was strongly affected by the changes in conversion degree, and reflected irregular trend with increasing conversion degree.

Keywords: olive stone, pyrolysis kinetics, Friedman method, direct Arrhenius plot method.

1. INTRODUCTION

Olives are among the most important agricultural products grown worldwide, especially in Mediterranean countries. According to 2017 data of Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2020), it is known that olive tree cultivation has spread worldwide with more than ten million hectares. The same data revealed the top olive producers of world as Spain, Greece, Italy, Turkey and Morocco with the annual production rates of 6549499, 2720488, 2576891, 2100000 and 1039117 tonnes, respectively. The olive produced in top five countries were approximately 71.8% of world's total olive production capacity (20872788 tonnes) in 2017.

The olive (Olea europaea L.) belonging to Oleaceae family (Parvaiz et al., 2013) is an evergreen tree cultivated since prehistoric times (Langgut et al., 2019) for its drupes. The olive drupe mainly consists of four sections. These sections can be lined up starting from outside to inside as: (i) epicarp (skin), (ii) mesocarp (pulp, flesh) (iii) endocarp (stone, pit) and (iv) kernel (seed) (Braadbaart et al., 2016). The cultivated olives are mainly marketed as commonly known products, which are table olives (or pickled olives) and olive oil. Most of the by-products and residues obtained from tree cultivation and industrial olive oil production do not have practical applications (Romero-García et al., 2014). However, olive stone and seed are considered as important by-products generated during olive oil production and in pitted table olive industries (Rodríguez et al., 2008). It was estimated that 2500 kg olives and 400 kg olive stones can be generated on the basis of average mass balance derived from one hectare of olive trees (Romero-García et al., 2014). Considering the world's total olive tree cultivation area given in first paragraph, there exist obviously great amount of olive stones to be utilized worldwide. The olive stones can be provided wholly mainly from table olive industry since they are removed during the process, or can be collected as food wastes. On the other hand, the olive stones obtained from olive oil industry are generally in small pieces since they are crushed during the related process. The olive stones mostly comprise cellulose, hemicellulose and lignin by weight ratio intervals of 20.1-40.4%, 18.5-32.5% and 25.3-48.8%, respectively (Miranda et al., 2019). So, they are lignocellulosic materials, just like most of the other biomass materials, and have the potential of being converted to valuable products by applying thermochemical conversion technologies.

Thermochemical conversion processes are the processes in which biomass materials are chemically converted to chemicals, fuels and/or energy by the use of heat. Pyrolysis process is one of the thermochemical conversion processes, and defined as the thermal degradation/decomposition of biomass in an oxygen-free environment. Pyrolysis process is in focus for a long time since it allows biomass to be converted into liquid, solid and gaseous products, and these product yields can be maximized by adjusting various process parameters such as pyrolysis temperature, heating rate, residence time.

Analyzation of pyrolysis reaction mechanism is essential for optimizing the process and designing commercial-scale reactors (Wang et al., 2017). Thermogravimetric analysis is an important and widely used method to study the reactions of thermal decomposition of solids including biomass materials. The appropriate interpretation of experimental data obtained from thermogravimetric analysis enables to gather information about kinetics of thermal decomposition in pyrolytic conditions (García et al., 2014).

There have been many attempts to investigate the thermal treatment of olive biomass. Some of these investigations were focused on producing activated carbon or adsorbent from olive stone, olive bagasse and olive cake (Gonzáles et al., 2009; Demiral et al., 2011; Martín-Lara et al., 2019). Many of them (Hawash et al., 2017; Uzun et al., 2007; Blanco López et al., 2002; Hmid et al., 2014; Volpe et al., 2015; Sánchez and Miguel, 2016; Bartocci et al., 2015; Marcilla et al., 2013; Sanginés et al., 2015) studied the pyrolysis of different olive biomasses. Various kinetic studies of olive biomass pyrolysis were also noticed during the literature search. For instance, García et al (2014) studied the pyrolysis kinetics of two-phase olive mill solid waste by simulating the process with three independent parallel reactions. Similarly, Pérez et al. (2018) and Caballero et al. (1997) used three independent parallel reactions to simulate thermal decompositions of olive tree pruning and sulphuric acid treated olive stone, respectively. On the other hand, olive oil pomace pyrolysis was modelled by using two-parallel independent fractions model in another study (Jauhiainen et al., 2004). Aboulkas et al. (2008) carried out pyrolysis kinetics of olive residue of olive oil process and low density polyethylene mixture by using model free differential Friedman method. In another study (Martín-Lara et al., 2018), pyrolysis kinetics of lead-impregnated olive stone from olive oil extraction was studied by using model free integral methods of Flynn-Wall-Ozawa (FWO), Kissinger-Akahira-Sunose (KAS) and model free differential Friedman method as well as the simulation of process by three independent parallel reactions model. Alrawashdeh et al. (2017) carried out the kinetics of olive pomace, olive tree pruning and olive kernels pyrolysis by using model free Kissinger, model free integral Ozawa-Flynn-Wall methods and model based differential Freeman-Carroll method. Thermal degradation kinetics of Tunisian olive stone obtained from oleic manufacturer was studied by Bedoui and co-workers (2016) using model free integral methods of KAS, FWO and model based integral Coats-Redfern method. As it can be seen from the literature search, pyrolysis kinetics of olive stone was mostly studied by applying model-free integral methods or the pyrolysis process was simulated by using independent parallel reactions.

At the present study, it was aimed to calculate the kinetic parameters (activation energy, pre-exponential factor and reaction order) for the active stages of pyrolysis process of the stones collected from table olives as food wastes by using both model-fitting and model-free differential kinetic methods, which is, to the best of author's knowledge, unprecedented, yet. Thus, the determination of kinetic parameters, a necessary step for the design, optimization and scaling of the pyrolysis reactors of said biomass waste materials, will be provided in comparison with the values obtained from other methods available in literature.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

Table olive was provided from a local market located in centre of Yalova, Turkey. The stones (including seeds) of table olives were gently removed from the fruits. Next, the olive stones, without applying any washing stage, were directly pre-dried in air atmosphere for approximately 1 week. Then, the pre-dried olive stone samples were ground to particle size <0.2mm by using an analytic mill.

The samples were dried at 105°C for 2 hours, and kept in air-tight dark brown glass containers. The proximate and ultimate analyses results of olive stones are listed in Table 1.

Table 1. Proximate and ultimate analyses results of olive stones

Proximate Analysis (wt. %)					Ultimate Analysis (wt. %)				
Moisture	Volatile matter	Fixed carbon	Ash	HHV*	C	H	O**	N	S
7.92	71.48	18.76	1.84	19.85	47.50	6.24	46.07	0.19	-

* Higher heating value (MJ/kg), ** Calculated by difference

2.2 Thermogravimetric Analysis (TGA)

Non-isothermal TGA measurements were performed with EXSTAR SII TG/DTA 6300 (Seiko Instruments, Japan) model thermogravimetric analyser at Yalova University Central Research Laboratory in order to provide data to be used in the analyses of the thermal decomposition behaviour and pyrolysis kinetics of olive stones. The analyses were carried out at 2, 10 and 15°C/min heating rates under 50 ml/min flowrate of nitrogen gas. The average amount of sample used in the analyses was 6 mg. The experiments were executed from ambient temperature (app. 20°C) to 700°C.

2.3 Kinetic Theory

Pyrolysis rate of olive stones ($d\alpha/dt$) can be defined as a function of rate constant (or kinetic constant) ($k(T)$) and reaction model (or mechanism) ($f(\alpha)$) as given below:

$$\frac{d\alpha}{dt} = k(T)f(\alpha) \tag{1}$$

Replacing the rate constant with Arrhenius equation ($k(T) = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$), and introducing $dt = dT/\beta$ for non-isothermal cases with linear heating rate in Eq. 1, following equation is obtained:

$$\frac{d\alpha}{dT} = \frac{A}{\beta}e^{-\frac{E_a}{RT}}f(\alpha) \tag{2}$$

where α, β, A, E_a, R, T are degree of conversion, heating rate, pre-exponential (or frequency) factor (s^{-1}), apparent activation energy (J/mol), gas constant (8.314 J/(mol.K)) and temperature (K). The degree of conversion represents the pyrolysed amount of sample at time t, and can be calculated in terms of m_0 (mass of sample at the beginning), m_t (mass of sample at time t) and m_f (mass of sample at the end of event of interest) as given below:

$$\alpha = \frac{m_0 - m_t}{m_0 - m_f} \tag{3}$$

In this study, Equation 2 was the fundemental expression used in kinetic calculations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Thermogravimetric Analyses

Thermogravimetric (TG) and derivative thermogravimetric (DTG) curves were obtained from the TGA performed at the heating rates of 2, 10 and 15°C/min under nitrogen atmosphere from ambient temperature to 700°C. The results are presented in Figure 1.

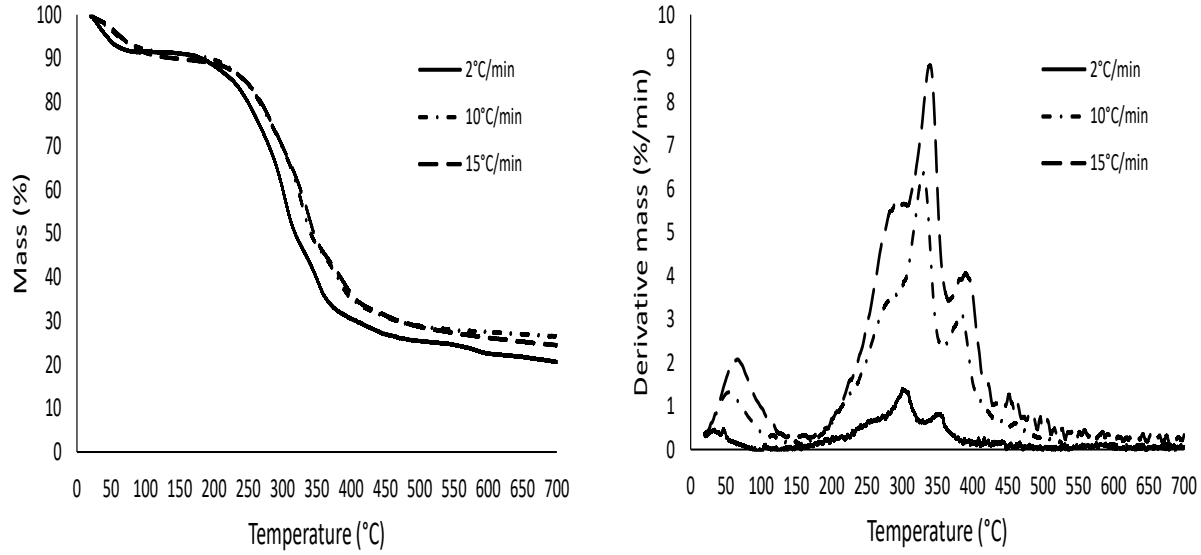


Figure 1. TG and DTG curves of olive stones

The thermal decomposition of olive stones can be considered to occur in four stages by examining the slope changes in TG curve (Fig. 1). Other researchers (Gonzáles et al., 2009; Blanco López et al., 2002; Marcilla et al., 2013; Martín-Lara et al., 2018) also observed four stages in thermal decompositon of olive stones considering their TG and DTG thermograms. The first stage of thermal decomposition starts at around 28°C and ends at 204-226°C interval with respect to the studied heating rate. The average mass loss measured at the first stage was around 11.9% by weight, and can be assigned mainly to the removal of water present in material and external water bounded by surface tension. The removal of low molecular weight volatiles is also possible at this stage. The mass loss (11.9%) read from the first stage of TG curve was higher than the moisture value (7.92%) measured in proximate analysis, and this can be explained by comparing the temperatures reached at the end of first stage in TG curve and the temperature of moisture analysis, which were 215 (average value) and 105°C, respectively, confirming the removal of some low molecular weight volatiles in addition to the moisture at the first stage. Following the first stage, mass loss rate increases dramatically as can be seen from TG curve (Fig. 1), pointing out the occurrence of devolatilization reactions, in other words, the active pyrolysis stages. So, the second stage, which was between 240-269°C and 326-355°C at the studied heating rate range, is an active pyrolysis stage. The average mass loss observed at the second stage was 34.11%. The second stage corresponds to the highest peak with a shoulder at its left side on DTG curve. The temperatures at the highest peak points of second stage were observed between 304-342°C with mass loss rates changing between 1.37 and 8.71 %/min at the studied heating rate interval. Since the thermal decomposition temperature ranges of hemicellulose and cellulose were reported as 220-315°C and 300-400°C, respectively (Waters et al., 2017), the second stage was mainly attributed to both hemicellulose and cellulose degradation based on the fact that the observed temperature range comprises the complete hemicelulose decomposition temperature range and some part of cellulose decomposition temperature range. Another active pyrolysis stage, third stage, lied between 326-355°C and 370-423°C temperature range. The average mass loss of third stage was calculated as 14.14%. The third stage was designated by the peak at the right side of the highest peak on DTG curve. At this stage, the peak maximums were observed at 353-395°C temperature interval with mass loss rates between 0.81 and 3.92 %/min. Third stage was mainly assigned to decomposition of cellulose since the temperature interval of third stage was higher than hemicellulose's known decomposition temperature range, and overlapped with the known decomposition temperature range of cellulose. The temperature range of fourth stage was observed between 370-423°C and 700°C at the studied heating rates. In this stage, mass loss rate significantly decreased, and TG/DTG thermograms exhibited a long tail. For this reason, fourth stage was considered as a passive pyrolysis stage. This stage was due to char formation (Jeguirim et al., 2014), and can mainly be attributed to lignin decomposition since lignin is known to decompose at a wide temperature interval of 150-900°C (Waters et al., 2017). At

the end of the fourth stage, the average residual amount of whole pyrolysis process was identified as 23.85%.

One of the aim of present study was to calculate the kinetic parameters of active pyrolysis stages of olive stone. For this reason, characteristics properties of active pyrolysis stages, which are starting temperature (T_i), ending temperature (T_f), mass loss, maximum mass loss rate (W_{max}) and the temperature at which maximum mass loss rate occurred (T_{max}) were carefully determined for all studied heating rates, and presented in Table 2.

Table 2. Characteristic properties of active pyrolysis stages for olive stone

Property	Heating rate (°C/min)					
	2		10		15	
	S_2*	S_3**	S_2	S_3	S_2	S_3
T_i (°C)	240	326	256	345	269	355
T_f (°C)	326	370	345	414	355	423
T_{max} (°C)	304	353	331	387	342	395
W_{max} (%/min)	1.37	0.81	6.29	3.02	8.71	3.92
Mass loss (%)	34.94	13.75	34.12	15.06	33.26	13.6

* Stage 2; ** Stage 3

Table 2 showed the shifting of all characteristic temperatures (T_i, T_f and T_{max}) to higher temperatures with respect to increasing heating rate for both active pyrolysis stages. This may be due to the thermal lag effect. Since, biomasses have relatively small heat conductivity values, the temperature gradient inside biomass particles increases, which results in higher temperature values for the pyrolysis reactions to proceed (Zhang et al., 2006). Increasing the heating rate also caused an increase in maximum mass loss rate values for both active pyrolysis stages. This result was interpreted as an expected situation since the amount of energy loaded into the system per unit time increased in order to provide higher heating rate values.

3.2 Kinetic Calculations

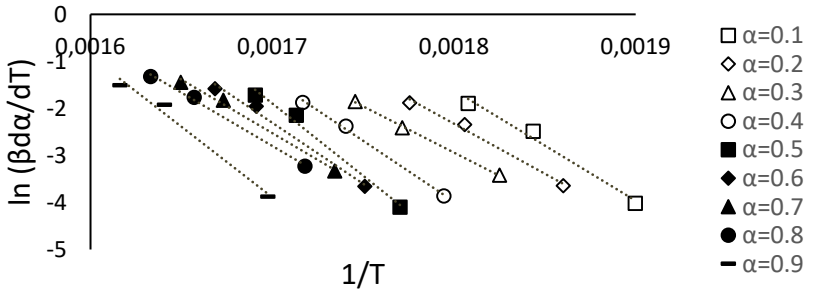
Two different kinetic calculation methods, namely, model-free differential Friedman Method and model-fitting differential Arrhenius method, were applied to the collected thermogravimetric data in order to calculate the kinetic parameters for active pyrolysis stages of olive stone.

3.2.1 Friedman method

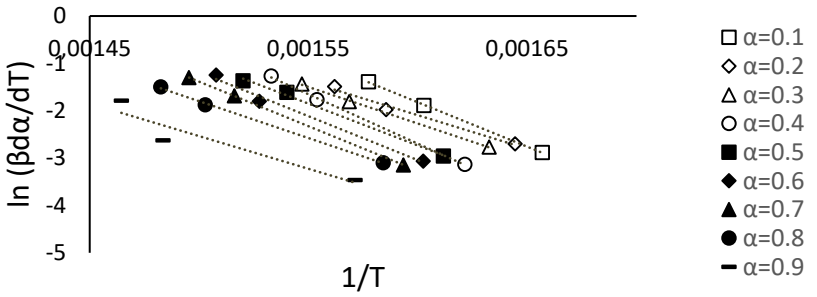
Friedman equation can be obtained by taking the natural logarithm of Eq. 2 and making some rearrangements as follows:

$$\ln\left(\beta \frac{d\alpha}{dT}\right) = \ln\left(Af(\alpha)\right) - \frac{E_a}{RT} \quad (4)$$

According to Eq. 4 apparent activation energy can be calculated from the slope of ln (βdα/dT) vs 1/T plot without using a reaction model. For this purpose, ln (βdα/dT) vs 1/T graphs were plotted at constant conversion values for both active pyrolysis stages (Fig. 2). Then, apparent activation energy values were calculated from the slopes of linear regression fit equations. Linear regression fit equations, related correlation coefficients (R^2) and calculated apparent activation energy (E_a) values are listed in Table 3.



(a)



(b)

Figure 2. Ln (βdα/dT) vs 1/T graphs plotted for Friedman method (a) 2nd stage (b)3rd stage

Table 3. Fitted equations, their R^2 values and E_a values calculated from Friedman method

α	R^2	Fitted equation for 2nd stage	Activation energy (kJ/mol)	R^2	Fitted equation for 3rd stage	Activation energy (kJ/mol)
0.1	0.9849	y = -23471x + 40.631	195	0.9997	y = -18754x + 28.185	156
0.2	0.9891	y = -21270x + 35.961	177	0.9825	y = -14154x + 20.511	118
0.3	0.9988	y = -19645x + 32.422	163	0.9991	y = -15442x + 22.437	128
0.4	0.9966	y = -25873x + 42.591	215	0.9987	y = -20872x + 30,700	174
0.5	0.9882	y = -30729x + 50.346	255	0.9958	y = -17687x + 25.565	147
0.6	0.9900	y = -25935x + 41.785	216	0.9894	y = -18567x + 26.665	154
0.7	0.9938	y = -22752x + 36.154	189	1.0000	y = -18810x + 26.830	156
0.8	0.9969	y = -22667x + 35.737	188	0.9986	y = -15564x + 21.547	129
0.9	0.9827	y = -29999x + 47.110	249	0.8787	y = -13809x + 18.178	115
Average	0.9912	-	205	0.9825	-	142

Friedman method yielded 205 and 142 kJ/mol values for the activation energies of second and third stages of pyrolysis, respectively. Second and third stages, in other words, active stages of pyrolysis, are generally attributed to hemicellulose and cellulose, respectively, since hemicellulose is thermally less stable than cellulose. Accordingly, it would be not surprising to expect the activation energy of the second stage lower than the activation energy of third stage. However, in the current study, the opposite was observed, that is, the activation energy of third stage was lower than that of second stage.

This situation may be explained by comparing the known decomposition temperature ranges of hemicellulose and cellulose (220-315 and 300-400°C, respectively) with the decomposition temperature ranges of stage 2 and stage 3 observed in present trials (Table 2), which indicated that the decomposition occured in stage 2 was not only due to hemicellulose but also due to cellulose content. Friedman method also showed the strong dependency of activation energy to conversion (Table 3). However, the relationship between conversion and activation energy was not continuously parallel or opposite, meaning that increasing conversion resulted both increments and decrements in activation energy values. This irregular trend of activation energy with increasing conversion value can be attributed to the existence of complex competitive and consecutive reactions (Ma et al., 2015).

3.2.2 Direct Arrhenius plot method

Taking natural logarithm of Eq. 2, introducing n^{th} order chemical reaction model, and making some rearrangements, the following equation can be obtained:

$$\ln\left[\frac{d\alpha}{dT}\right] - n\ln(1-\alpha) = \ln\left[\frac{A}{\beta}\right] - \frac{E_a}{RT} \quad (5)$$

According to Eq. 5 apparent activation energy can be calculated from the slope of ln (dα/dT) – n ln (1-α) vs 1/T plot if an appropriate value of reaction order (n) is selected since a straight line should be obtained in that case. Thus, several values of n were selected, several ln (dα/dT) – n ln (1-α) vs 1/T graphs were plotted by using selected n values, and the correlation coefficients (R^2) of plots were calculated. Then, R^2-n curves (Fig. 3) were generated from which a selection of most appropriate n, i.e., n ensuring the highest R^2, was made. Next, final ln (dα/dT) – n ln (1-α) vs 1/T plots were drawn (Fig. 4). The activation energy and pre-exponential factors of active pyrolysis stages were calculated from the slope and interceptions of final plots, respectively. The obtained results are given in Table 4. It should be noted that kinetic parameters could not be calculated for 2°C/min heating rate since R^2 demonstrated a continuous increase up to n=8, then formed a maximum point by decreasing, but at this maximum point, the obtained plot was a curve instead of a straight line. The same situation was also observed in previous studies (Açıkalın, 2011; Açıkalın, 2012). Thus, it can be concluded that direct Arrhenius plot method may not be suitable for determining reaction order (and other kinetic parameters) from the thermogravimetric data obtained at very slow heating rates such as 2°C/min by applying the method described above.

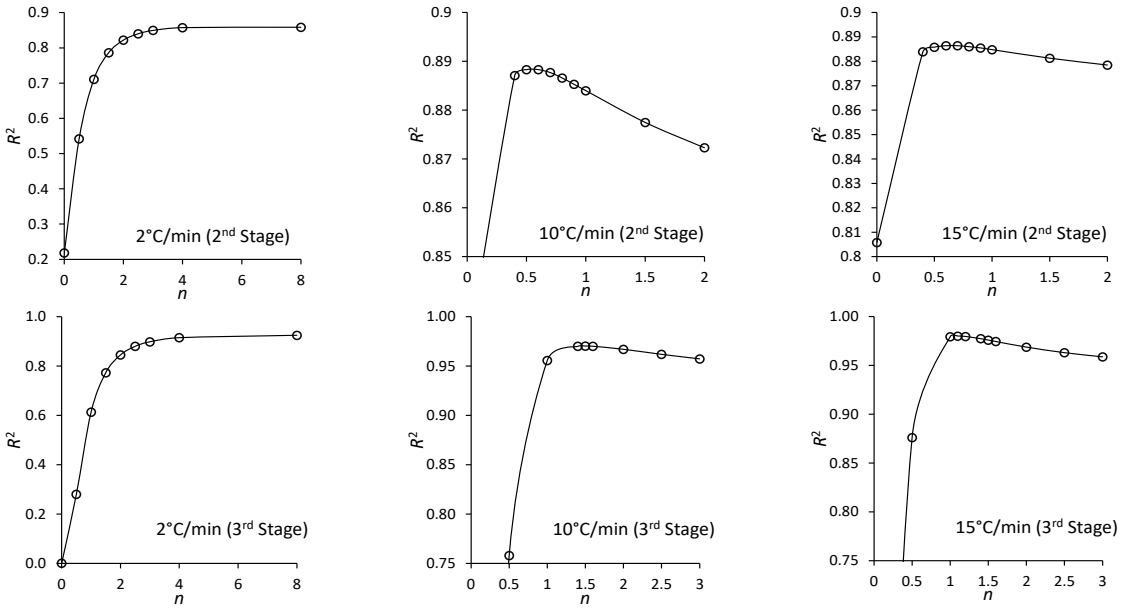


Figure 3. R^2-n curves of active pyrolysis stages (2nd and 3rd stages) for studied heating rates

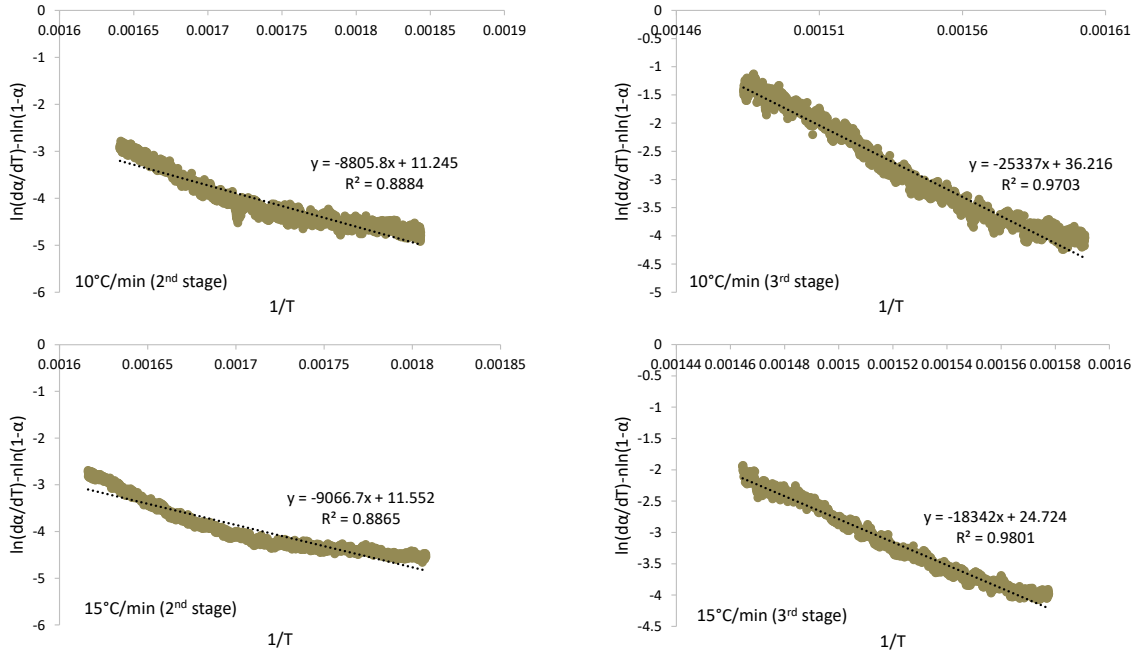


Figure 4. Final ln (dα/dT) – n ln (1-α) vs 1/T plots

Table 4. Kinetic parameters calculated by direct Arrhenius plot method

B (°C/min)	Stage	E_a (kJ/mol)	A (s^{-1})	n
10	2nd	73	458979	0.57
	3rd	211	3.21×10^{16}	1.51
15	2nd	75	415939	0.66
	3rd	153	2.18×10^{11}	1.11
Average	2nd	74	437459	0.62
	3rd	182	3.21×10^{16}	1.31

Average activation energies of stage 2 and stage 3 were found as 74 and 182 kJ/mol, respectively, by using direct Arrhenius plot method. Comparing these values with the average values calculated from Friedman method (205 and 142 kJ/mol, respectively), it can be seen that the values calculated for stage 2 were significantly discrete while the values calculated for stage 3 were comparatively concordant. It is worth to note that the average activation values calculated for the second stage by direct Arrhenius plot method were not highly reliable as the average activation values calculated for the third stage by the same method since the related R^2 values of 2nd stage (~0.88) were found significantly lower when compared to the R^2 values of third stage (~0.97) as can be observed from Fig. 4. The average reaction orders for second and third stages were calculated as 0.62 and 1.31, respectively. Martín-Lara et al. (2018), calculated these values by simulating the pyrolysis of olive stones using three independent reaction model as 0.86 and 1.19, which are relatively close to the values calculated in present study. However, the activation energy values calculated by the same researchers (119.72 and 238.65 kJ/mol) were not close to the related findings of present study. The average values of pre-exponential factor for second and third stages were calculated as 4.375×10^5 and 3.21×10^{16} s^{-1} (Table 4) by using direct Arrhenius plot method. Caballero et al. (1997) calculated the mentioned kinetic parameters by using three independent parallel reactions model as 1.4×10^{11} and 1.5×10^{16} min^{-1}, respectively, pointing a relatively close value at the third stage, but completely different value at the second stage. They also reported reaction orders as 1.27 and 1.07, where, again comparatively close results were observed for only third stage. Activation energy reported by these researchers for the third stage (203.1 kJ/mol) was also similar to the finding of present study by direct Arrhenius plot method (182 kJ/mol). However, the same similarity cannot be stated for the second stage.

4. CONCLUSIONS

The pyrolytic behaviour and kinetics of olive stones were studied by applying non-isothermal thermogravimetric analysis at three different heating rates under nitrogen atmosphere. Pyrolysis process consisted four different stages: one stage for moisture and low molecular weight volatile removal, two active pyrolysis stages for main devolatilization reactions and one passive stage for char formation.

Differential methods of model-fitting direct Arrhenius plot and model-free (isoconversional) Friedman were used to calculate kinetic parameters. The calculated kinetic parameter values were compared with the values reported in other studies of literature, and it was observed that the results obtained for the third stage, i.e. the stage representing mainly the decomposition of cellulose, were relatively in compliance. However, it was not possible to make the same comment for the second stage since the results were significantly different from each other. The same situation was also true for the activation energies calculated by using Arrhenius and Friedman methods within the scope of present study.
Direct Arrhenius plot method was found inappropriate for calculating the kinetic parameters from thermogravimetric analysis data obtained at very slow heating rates (e.g., 2°C/min) by selecting nth order chemical reaction model and deciding the most appropriate reaction order on the basis of highest correlational coefficient. At higher heating rates (e.g., 10, 15°C/min), the said inappropriateness was not observed.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Dr. Gözde Gözke Açıkalın for her continuous support during the studies.

REFERENCES

Aboulkas, A., El harfi, K. and El Bouadili, A., 2008. Pyrolysis of olive residue/low density polyethylene mixture: Part I thermogravimetric kinetics. Journal of Fuel Chemistry and Technology, 36(6), 672-678.

Açıkalın, K., 2011. Thermogravimetric analysis of walnut shell as pyrolysis feedstock. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 105, 145-150.

Açıkalın, K., 2012. Pyrolytic characteristics and kinetics of pistachio shell by thermogravimetric analysis. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 109, 227-235.

Alrawashdeh, K.A., Slopiecka, K., Alshorman, A.A., Bartocci, P. and Fantozzi, F., 2017. Pyrolytic degradation of olive waste residue (OWR) by TGA: thermal decomposition behaviour and kinetic study. Journal of Energy and Power Engineering, 11, 497-510.

Bartocci, P., Amico, M.D., Moriconi, N., Bidini, G. and Fantozzi, F., 2015. Pyrolysis of olive stone for energy purposes. Energy Procedia, 82, 374-380.

Bedoui, A., Souissi-Najar, S. and Quederni, A., 2016. Thermal degradation of Tunisian olive stones using thermogravimetric analysis (TGA). International Journal of Innovation and Applied Studies, 18(3), 938-950.

Blanco López, M.C., Blanco C.G., Martínez-Alonso, A., Tascón, J.M.D., 2002. Composition of gases released during olive stones pyrolysis. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 65, 313-322.

Braadbaart, F., Marinova, E. and Sarpaki, A., 2016. Charred olive stones: experimental and archaeological evidence for recognizing olive processing used as fuel. Vegetation History and Archaeobotany, 25, 415-430.

Caballero, J.A., Marcilla, A. and Conesa, J.A., 1997. Thermogravimetric analysis of olive stones with sulphuric acid treatment. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 44, 75-88.

Demiral, H., Demiral, İ., Karabacakoğlu, B. and Tümsek, F., 2011. Production of activated carbon from olive bagasse by physical activation. Chemical Engineering Research and Design, 89, 206-213.

FAOSTAT, Data, Production, Crops, http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC Accessed on 31.01.2020

García, G.B., De Hoces M.C., García, C.M., Palomino, M.T.C., Gálvez, A.R. and Martín-Lara, M.A., 2014. Characterization and modelling of pyrolysis of the two-phase olive mill solid waste. Fuel Processing Technology, 126, 104-111.

Gonzáles, J.F., Román, S., Encinar, J.M. and Martínez, G., 2009. Pyrolysis of various biomass residues and char utilization for the production of activated carbons. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 85, 134-141.

Hawash, S.I., Farah, J.Y. and El-Diwani, G., 2017. Pyrolysis of agriculture wastes for bio-oil and char production. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 124, 369-372.

Hmid, A., Mondelli, D., Fiore, S., Fanizzi, F.P., Al Chami, Z. and Dumontet, S., 2014. Production and characterization of biochar from three-phase olive mill waste through slow pyrolysis. Biomass and Bioenergy, 71, 330-339.

Jauhiainen, J., Conesa, J.A., Font, R. and Martín-Gullón, I., 2004. Kinetics of the pyrolysis and combustion of olive oil solid waste, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 72, 9-15.

Jeguirim, M., Elmay, Y., Limousy, L., Lajili, M. and Said, R., 2014. Devolatilization behaviour and pyrolysis kinetics of potential Tunisian biomass fuels. Environmental Progress & Sustainable Energy, 33(4), 1452-1458.

Langgut, D., Cheddadi, R., Carrión, J.S., Cavanagh, M., Colombaroli, D., Eastwood, W.J., Greenberg, R., Litt, T., Mercuri, A.M., Miebach A., Roberts, C.N., Woldring, H. and Woodbridge, J., 2019. The origin and spread of olive cultivation in the Mediterranean Basin: the fossil pollen evidence. The Holocene, 29(5), 902-922.

Ma, Zhongqing, Chen, D., Gu, J., Bao, B. and Zhang, Q., 2015. Determination of pyrolysis characteristics and kinetics of palm kernel shell using TGA-FTIR and model free integral methods. Energy Conversion and Management, 89, 251-259.

Marcilla, A., García, A.N., Pastor, M.V., León, M., Sánchez A.J. and Gómez, D.M., 2013. Thermal decomposition of the different particles size fractions of almond shells and olive stones. Thermal beviour changes due to the milling processes. Thermochimica Acta, 564, 24-33.

Martín-Lara, M.A., Ronda, A., Blázquez, G., Pérez, A. and Calero, M., 2018. Pyrolysis kinetics of the lead-impregnated olive stone by non-isothermal thermogravimetry. Process safety and Environment Protection, 113, 448-458.

Martín-Lara, M.A., Pérez, A., Vico-Pérez, M.A., Calero, M. and Blázquez, G., 2019. The role of temperature on slow pyrolysis of olive cake for the production of solid fuels and adsorbents. Process Safety and Environmental Protection, 121, 209-220.

Miranda, I., Simões R., Medeiros, B., Nampoothiri, K.M., Sukumaran, R.K., Rajan, D., Pereira, H. and Ferreira-Dias, S., 2019. Valorization of lignocellulosic residues from the olive oil industry by production of lignin, glucose and functional sugars. Bioresource Technology, 292, 121936.

Parvaiz, M., Hussain, K., Shoaib, M., William, G., Tufail, M., Hussain, Z., Gohar, D. and Imtiaz, S., 2013. A review: therapeutic significance of olive Olea europaea L. (Oleaceae family). Global Journal of Pharmacology, 7(3), 333-336.

Pérez, A., Martín-Lara, M.A., Gálvez-Pérez, A., Calero, M. and Ronda, A., 2018. Kinetic analysis of pyrolysis and combustion of the olive tree pruning by chemical fractionation. Bioresource Technology, 249, 557-566.

Rodríguez, G., Lama, A., Rodríguez, R., Jiménez, A., Guillén, R. and Fernández-Bolaños, 2008. Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds. Bioresource Technology, 99, 5261-5269.

Romero-García, J.M., Niño, L., Martínez-Patiño, C., Álvarez, C., Castro, E. and Negro, M.J., 2014. Biorefinery based on olive biomass. State of the art and future trends. Bioresource Technology, 159, 421-432.

Sánchez, F. and Miguel, G.S., 2016. Improved fuel properties of whole table olive stones via pyrolytic processing. Biomass and Bioenergy, 92, 1-11.

Sanginés, P., Domínguez, M.P., Sánchez, F. and Miguel, G.S., 2015. Slow pyrolysis of olive stones in a rotary kiln: chemical and energy characterization of solid, gas and condensable products. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 7, 043103.

Uzun, B.B., Pütün, A.E. and Pütün, E., 2007. Composition of products via fast pyrolysis of olive-oil residue: effect of pyrolysis temperature. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 79, 147-153.

Volpe, R., Messineo, A., Millan, M., Volpe, M. and Kandiyoti, R., 2015. Assessment of olive wastes as energy source: pyrolysis, torrefaction and the key role of H loss in thermal breakdown. Energy, 82, 119-127.

Wang, S., Dai, G., Yang, H. and Luo, Z., 2017. Lignocellulosic biomass pyrolysis mechanism: a state-of-the-art review. Progress in Energy and Combustion Science, 62, 33-86.

Waters, C.L., Janupala, R.R., Mallinson, R.G. and Lobban, L.L., 2017. Staged thermal fractionation for segregation of lignin and cellulose pyrolysis products: an experimental study of residence time and temperature effects. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 126, 380-389.

Zhang, X., Xu, M., Sun, R. and Sun, L., 2006. Study on biomass pyrolysis kinetics. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 128, 493-496.

ROBUST CONTROL OF SEESAW MODEL

Omur Can Ozguney
Istanbul University-Cerrahpasa, Department of Mechanical Engineering
omur.ozguney@istanbul.edu.tr

Abstract
One of the biggest problems faced by control workers is that the developed controllers are affected by load changes and external disturbances. Robust controllers have been developed to overcome with this problem. The mathematics part, which is the basis of the controller's design, proves that the controller is robust to external disturbances and load changes. In this study, previously developed robust control was applied to the seesaw model. The working principle of this model is that it works without being affected by the load changes that occur when people ride on it. The system should not be affected by external disturbances such as wind, friction etc. The simulation results revealed that the previously developed robust control rule was successful in the seesaw model.

Keywords: Robust Control, Seesaw Model, Stability

1. INTRODUCTION

Nava et al. (2017) modelled humanoid robots in contact with a dynamic environment and they designed controller for this system. Simulation results showed that the simulation results of robot iCub balancing on a seesaw was satisfactory. Hung and Chung (2005), designed a signed distance grey fuzzy sliding mode controller (SDGFSMC) in the Texas Instruments TMS320LF2407A digital signal processor (DSP). The purpose of the controller is that it has a single grey input. The advantage of the proposed controller over the conventional controller is that it needs less rule. The proposed controller applied to seesaw model. Simulation and experiment results showed that the developed controller was successful. Kizir (2017), applied LQR control strategy to the seesaw system and the results were examined by applying an experiment to this new system. The system is fixed from the center of gravity and has two freely rotatable arms. At first, the mathematical model of the system was created, and then the full state feedback method, the Bryson rule and the linear square regulator and the balance control on the real-time system were successfully performed. External disturbances have been applied to the system and it has been observed that the controller can overcome these effects. Chung and Huang (2005) proposed a new control strategy that using a single fuzzy input variable. This new controller called fuzzy sliding mode control (FSMC). First they introduced Lyapunov function that composed of the distance to the sliding surface.

The feature in this study is that the proposed developed controller is defined with less rule. Also this controller is robust to external disturbances. In order to demonstrate the effectiveness of the developed controller, the seesaw model has been used. Ghani et al. (2015) designed sliding mode controller for two wheels inverted pendulum mobile robot. They used state-space theorem to turned nonlinear model into linear model plant. The Matlab/Simulink program was used to model the system and to obtain simulation results. Huang et al. (2015) designed a mobile wheeled inverted pendulum consists of friction forces, and a nonlinear disturbance observer (NDO). They presented dynamic surface controller with nonlinear disturbance controller to stabilize the dynamic model. External disturbances are minimized with the developed controller. The robustness of the system was provided by using Lyapunov theorem. The experimental results have shown that the developed controller is effective.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Robust Control

In cases where friction and other external disturbances are not taken into account, the dynamic equation of the n link manipulator is expressed as follows. (Spong, 1993)

$$M(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + G(q) = \tau \quad (1)$$

where q denotes generalized coordinates, τ is the n-dimensional vector of applied torques (or forces), $M(q)$ is the nxn symmetric positive definite inertia matrix, $C(q,\dot{q})\dot{q}$ is the n-dimensional vector of centripetal and Coriolis terms and G(q) is the n-dimensional vector of gravitational terms.
Equation (1) can also be defined as follows.

$$Y(q,\dot{q},\ddot{q})\pi = \tau \quad (2)$$

where π is a p-dimensional vector of robot parameters and Y is an nxp matrix which is a function of joint position, velocity and acceleration. For any specific trajectory, the desired position, velocity and acceleration vectors are q_d, $\dot{q}_d$ and $\ddot{q}_d$

$$\dot{q}_r = \dot{q}_d - \Lambda\tilde{q}$$
$$\ddot{q}_r = \ddot{q}_d - \Lambda\dot{\tilde{q}} \quad (3)$$

is expressed as follows. (Spong, 1993)

$$\sigma = \dot{q} - \dot{q}_r = \dot{\tilde{q}} + \Lambda\tilde{q} \quad (4)$$

Λ is a positive definite matrix. The nominal control rule is defined as follows.

$$\begin{aligned}\tau_0 &= M_0(q)\ddot{q}_r + C_0(q,\dot{q})\dot{q}_r + G_0(q) - K\sigma \\ &= Y(q,\dot{q},\dot{q}_r,\ddot{q}_r)\,\pi_0 - K\sigma\end{aligned} \quad (5)$$

The control input τ is defined as follows with the nominal control input τ_0.

$$\begin{aligned}\tau &= \tau_0 + Y(q,\dot{q},\dot{q}_r,\ddot{q}_r)\,u = M_0(q)\ddot{q}_r + C_0(q,\dot{q})\dot{q}_r + G_0(q) - K\sigma \\ &= Y(q,\dot{q},\dot{q}_r,\ddot{q}_r)\,(\pi_0 + u) - K\sigma\end{aligned} \quad (6)$$

In cases where π_0 and ρ are known in equation (6), π is uncertain. In this study, it was accepted that π is not known.

$$\tilde{\pi} = (\pi_0 - \pi) \le \rho \quad (7)$$

The control input u is defined as in equation

Teorem 1: (Spong, 1993)

$$u = \begin{cases} -\hat{\rho}\dfrac{Y^T\sigma}{\left\|Y^T\sigma\right\|} & \text{ve} \quad \left\|Y^T\sigma\right\| > \varepsilon \\ -\hat{\rho}^2\dfrac{Y^T\sigma}{\varepsilon} & \text{ve} \quad \left\|Y^T\sigma\right\| \le \varepsilon \end{cases} \quad (8)$$

Lyapunov candidate function is defined as in equation 9. (Spong, 1993)

$$V = \frac{1}{2}\sigma^T M(q)\,\sigma + \frac{1}{2}\tilde{q}^T\Lambda^T K\,\tilde{q} \quad (9)$$
$$V \ge 0$$

The derivative of the Lyapunov function must be less than 0 to ensure the stability of the system. Lyapunov stability (Spong, 1993) was examined in detail and it was understood that the system is stable at the end.

$$\dot{V} \leq -\alpha_3 \|x\|^2 + \varepsilon \rho / 2 \tag{10}$$

2.2 Seesaw Model

Figure 1 shows the physical version of the seesaw model.

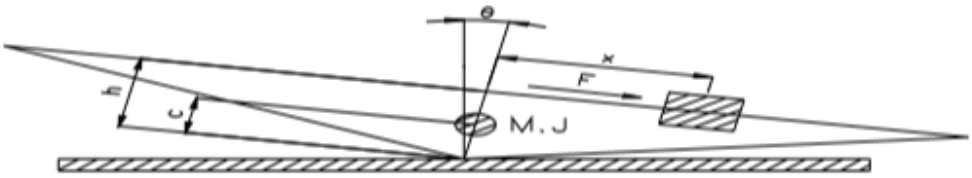


Figure 1. Simplified Model of Seesaw Model (Chung et all. 2000)

In equation 11 and 12, dynamic equations of the seesaw model are obtained.

$$m\ddot{x} + mh\ddot{\theta} - mx\dot{\theta}^2 - mg\sin(\theta) = F \tag{11}$$

$$(J + mh^2 + 2mx\dot{x}\dot{\theta} + mx^2)\ddot{\theta} + mh\ddot{x} - mgh\sin(\theta) - mgx\cos(\theta) - Mgc\sin(\theta) = 0 \tag{12}$$

F = input force to the cart (N)
m = mass of the cart (Kg)
M = Mass of [seesaw+track] (Kg)
c = distance of center of gravity of [seesaw + track] from pivot point (m)
h = height of track from pivot point (m)

$$M(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + g_m(q) = u \tag{13}$$

$$M(q) = \begin{bmatrix} \theta_1 & \theta_2 \\ \theta_2 & \theta_4 + 2\theta_1 x\dot{x}\dot{\theta} + x^2 \end{bmatrix} \tag{14}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & C_{12} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{15}$$

$$C_{12} = -\theta_1 x\dot{\theta}^2 \tag{16}$$

$$g_m(q) = \begin{bmatrix} -\theta_3 \sin\theta \\ -\theta_5 \sin\theta - \theta_3 x\cos\theta - \theta_6 \sin\theta \end{bmatrix} \tag{17}$$

3. RESULTS

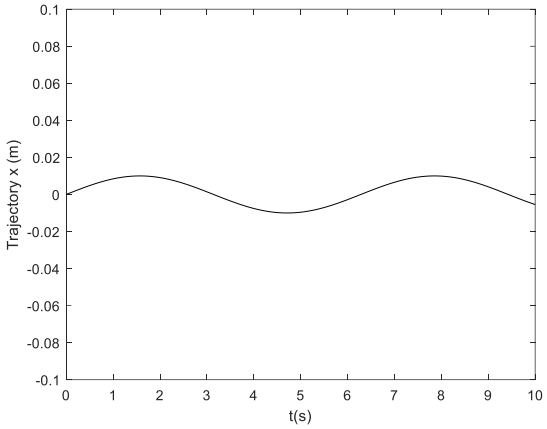


Figure 2. Trajectory

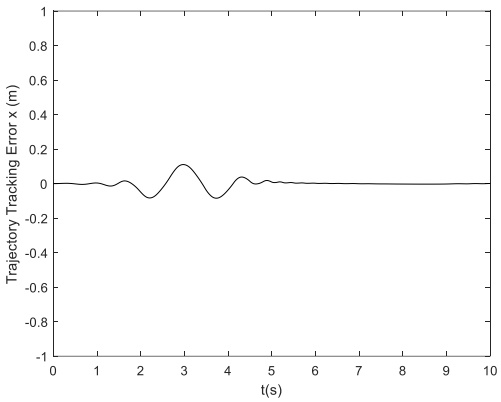


Figure 3. Trajectory Tracking Error of X

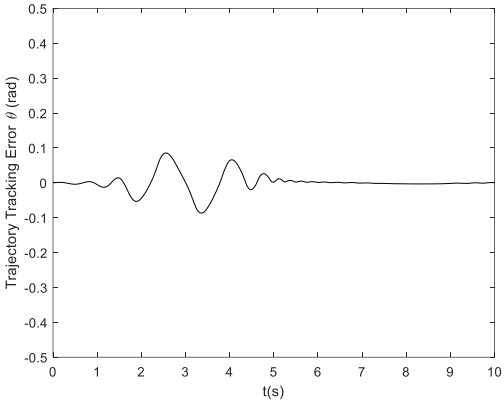


Figure 4. Trajectory Tracking Error of θ

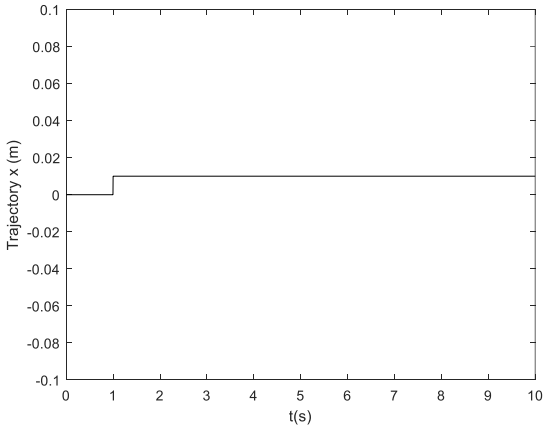


Figure 5. Trajectory

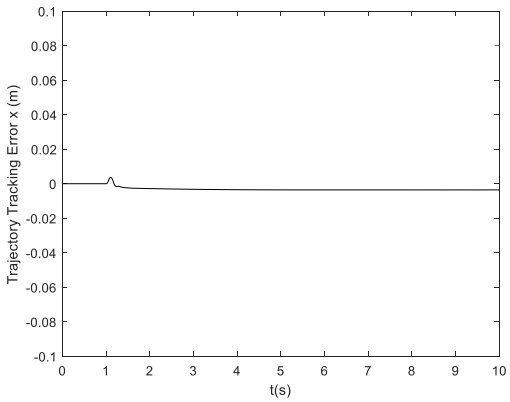


Figure 6. Trajectory Tracking Error of X

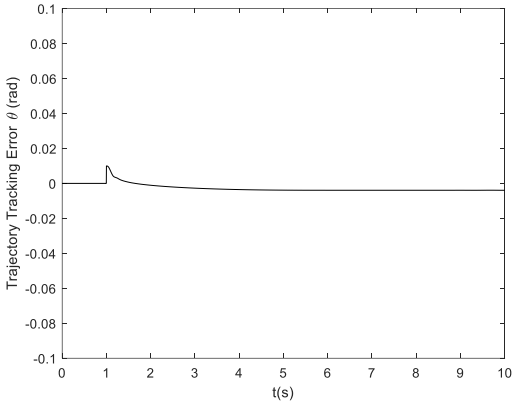


Figure 7. Trajectory Tracking Error of θ

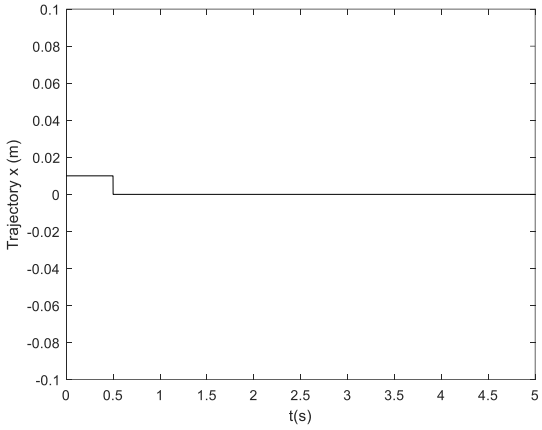


Figure 8. Trajectory

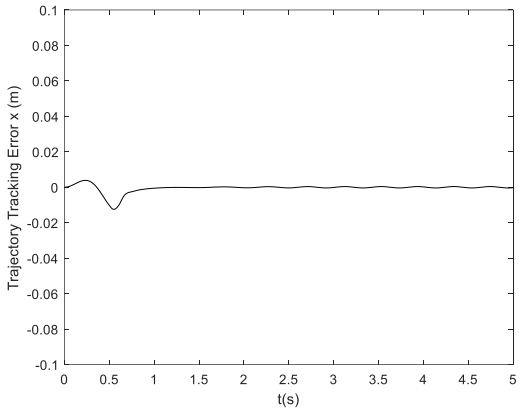


Figure 9. Trajectory Tracking Error of X

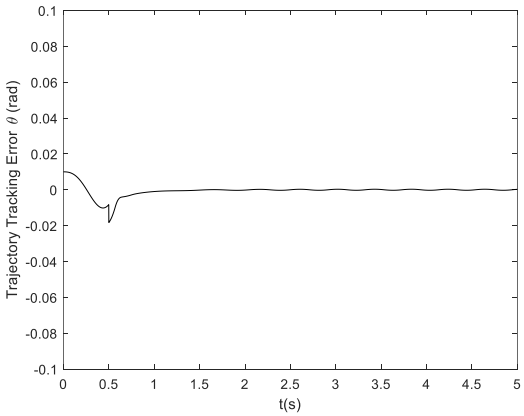


Figure 10. Trajectory Tracking Error of θ

4. DISCUSSION

In this part of the study, information about the simulation results of applying the proposed controller to the seesaw model is given. At first, a sine wave was applied to the system. (Fig. 2) In Figure 3 and Figure 4 trajectory tracking of the X and θ are shown. When the results are examined, it is seen that the trajectory tracking errors are minimized quickly In Figure 5, different trajectory was applied to the system. (Step Input). In Figure 6 and Figure 7 trajectory tracking of the X and θ are shown. It is understood that the errors are very small and the system becomes stable in 1 s. In Figure 8, pulse generator orbit is applied to the system. In Figure 9 and Figure 10 trajectory tracking of the X and θ are shown. It is understood from the figures that the errors are reset in 0.5 seconds.

5. CONCLUSION

The most important problem envisaged for this model is that the system is affected by external disturbances. In this study, robust control strategy, which is not affected by external disturbances, has been applied to the seesaw model. At first, the model was introduced and then the robust controller developed previously was designed for this model. Three different trajectories are applied to the model. When the results are examined, it is understood that robust control law is successful.

REFERENCES

Ghani N A, Yatim N M, Azmi N A. 2010. Comparative assessment for two wheels inverted pendulum mobile robot using robust control. In ICCAS 2010. 562-567.

Huang J, Ri S, Liu L, Wang Y, Kim J, Pak G. 2015. Nonlinear disturbance observer-based dynamic surface control of mobile wheeled inverted pendulum. IEEE Transactions on Control Systems Technology 23 (6), 2400-2407.

Hung L C, Chung H Y. 2005. Hybrid grey fuzzy sliding mode control for seesaw system. Journal of Grey System, 17 (4). 337-354.

Kizir S. 2019. Denge kontrol sisteminin lqr ile gerçek zamanlı durum geri beslemeli kontrolü. Politeknik Dergisi, 22 (4), 1023-1030.

Nava G, Pucci D, Guedelha N, Traversaro S, Romano F, Dafarra S, Nori F. 2017. Modeling and control of humanoid robots in dynamic environments: Icub balancing on a seesaw. In 2017 IEEE-RAS 17th International Conference on Humanoid Robotics (Humanoids) 263-270.

Spong M W. 1992. On the robust control of robot manipulators. IEEE Transactions on automatic control. 37(11), 1782-1786.

Yu F M, Chung H Y, Huang C N. 2005. The robust stability of seesaw system with fuzzy logic control. International journal of computer applications in technology, 24(1), 33-42.

FUZZY LOGIC-PID CONTROL OF SEESAW MODEL

Omur Can Ozguney
Istanbul University-Cerrahpasa, Department of Mechanical Engineering
omur.ozguney@istanbul.edu.tr

Abstract
Proportional Integral Derivative control (PID), which is one of the traditional control methods, is a method especially used in industry. Studies have shown that the PID control method works particularly well on uncomplicated systems. Different control methods are derived for the control mechanisms of more complex systems. Fuzzy Logical Control method is one of these types of control. In this study, a new control method was designed by using traditional PID control and fuzzy logic control method together. In Fuzzy Logic Control method, input parameters are determined as system angles. Output parameters are also determined as the PID coefficient. Thus, PID parameters are designed using the fuzzy logical control method. The seesaw model was used for the simulation. From the simulation results, it was understood that the controller was effective.

Keywords: Fuzzy Logic Control, PID Control, Seesaw

1. INTRODUCTION

Ilamos, Castillo-Tdedo and Negrcte (1998), studied the control of underactuated systems such as seesaw-inverted pendulum system. The system is an underactuated system with 4 degrees of freedom and two input signals. They designed a new regulator for the model. Their aim is to balance the pendulum properly in its vertical position. When the experimental results were examined, they realized that the control law they developed was effective. Rios et al. (1999) simulated the cart-pendulum system and designed a controller for this system. They used the Matlab program for simulation and designed H∞ controllers for the model. The results seem to be satisfactory. Tsai et al. (2004), presented and design neuro-sliding mode controller. They used two neural network control law to implement the controller.

The sliding mode controller's sliding surface is defined as the error of the equivalent control value. When the results of the experiment are examined, it was understood that the proposed controller have some advantages such as; The learning process is online, the equivalent control can be estimated by neural network and this neural network structure is simple and determined by the sliding mode controller. Uyar et all. (2012), investigated the position control of the seesaw model, where the angular velocity is measured by the encoder. At first, the dynamic equations of the model were examined, modeled and the parts were drawn in the Solidworks program. P, PI, PD and PID controllers are applied to the model and are compared each other. With experiment results, the results of the simulated system in Matlab program were compared. Lina et al. (2008), worked on the control of a new car seesaw model. This proposed system is called a super articulated mechanical system (SAMS). This system is preferred because it is easy to implement. A state feedback controller is used to stabilize the equilibrium point of the system. Test results prove the accuracy of the proposed controller. Line et al. (2012) presented a new model consist of the cart-seesaw and the inverted pendulum system. The system has two inputs (a force applied to the cart and another force applied to the loading cart). The aim of the study is to keep the pendulum upright and keep the seesaw in balance. Fuzzy logic controller is used to control the pendulum and seesaw. Experimental results have also show that the developed controller is effective. Chung et al. (2000) proposed a hybrid control for nonlinear seesaw model. LQR controller and fuzzy logic controller were both use to stabilize the seesaw model. LQR controller made the linear system stable and the fuzzy controller was updated through on-line learning to control the stable nonlinear system. The hybrid controller has shown that it can give smooth results without dynamic equations.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 PID Control

PID control is a feedback mechanism that used generally. The aim of PID control is to minimize the trajectory tracking error. The components of the PID control are given in equation 1.

$$u(t) = K\left[e(t) + \frac{1}{T_i}\int e(t)dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (1)$$

The transfer function of the PID controller is shown in equation 1. u(t); control variable, e; error K;propotional gain, T_i; proportional time constant, T_d; derivative time constant.

2.2 Fuzzy Logic Control

In fuzzy logic control law, membership functions can be expressed like triangular, bell curved shape… etc and can be expressed with linguistic expressions like small, big, positive or negative… (Fig. 2)

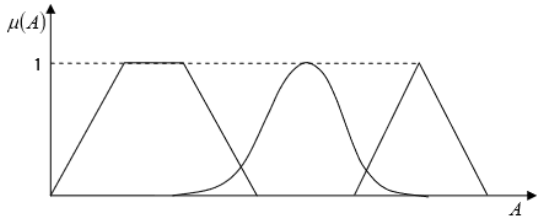


Figure 2. Different Shapes of Membership Functions (Hacıoğlu, 2004)

Fuzzification, Rule Evaluation and Defuzzification are the steps of the fuzzy logic control. In the fuzzification stage, membership functions are defined for the variables. The rules have been prepared in the rule evaluation step. And the output of the system is decided by the input of the system in the de fuzzification step.

Fuzzy Logic Controller has two inputs and three outputs. These are error of θ it's derivative and outputs are the PID parameters. Linguistic variables which implies inputs and outputs have been classified as: N, Z, P. (Fig. 3)

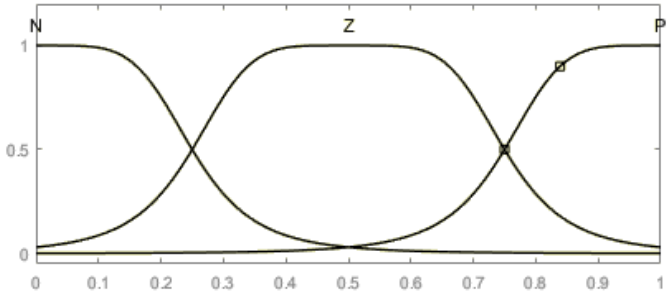


Figure 3. Membership Functions of Inputs (eθ, deθ) and Outputs (K, Ti, Td)

The linguistic labels used to describe the Fuzzy sets were "Negative" (N), "Zero" (Z), "Positive" (P). Rules are written in a rule base look-up table which is shown in Table 1

Table 1. Decision Table (eq_2, deq_2, K, Ti, Td)

eθ\deθ	N	Z	P
N	N	Z	P
Z	Z	Z	Z
P	Z	Z	P

2.3 Seesaw Model

Figure 4 shows the physical version of the seesaw model.

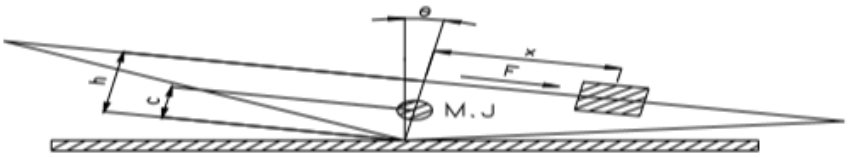


Figure 4. Simplified Model of Seesaw Model (Chung et all. (2000))

In equation 2 and 3, dynamic equations of the seesaw model are obatined.

$$m\ddot{x} + mh\ddot{\theta} - mx\dot{\theta}^2 - mg\sin(\theta) = F \quad (2)$$

$$(J + mh^2 + 2mx\dot{x}\dot{\theta} + mx^2)\ddot{\theta} + mh\ddot{x} - mgh\sin(\theta) - mgx\cos(\theta) - Mgc\sin(\theta) = 0 \quad (3)$$

F = input force to the cart (N)
m = mass of the cart (Kg)
M = Mass of [seesaw+track] (Kg)
c = distance of center of gravity of [seesaw + track] from pivot point (m)
h = height of track from pivot point (m)

3. RESULTS

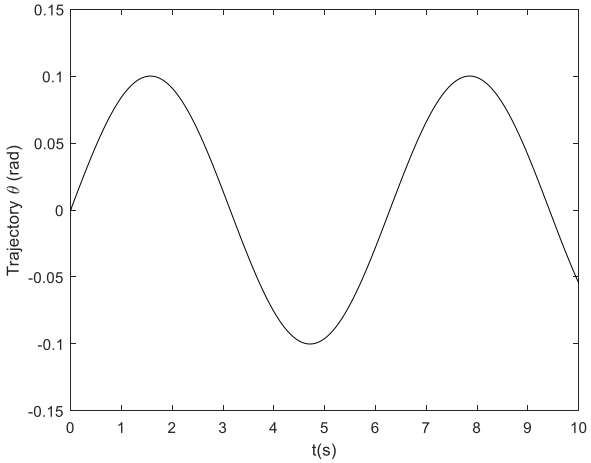


Figure 5. Trajectory (SinWave)

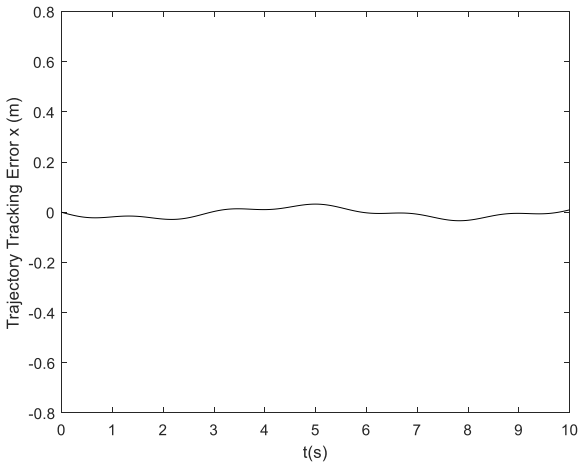


Figure 6. Trajectory Tracking Error of X

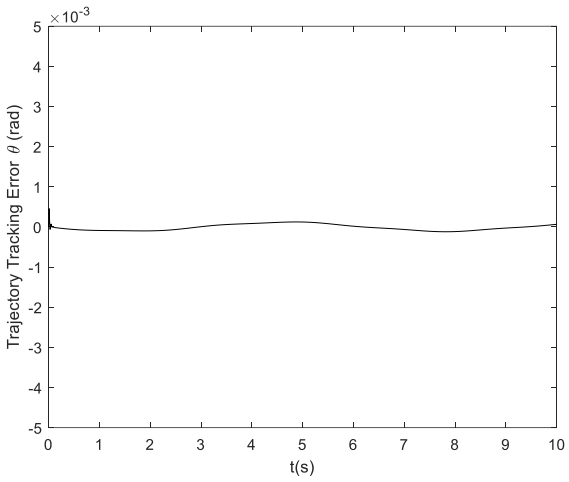


Figure 7. Trajectory Tracking Error of θ

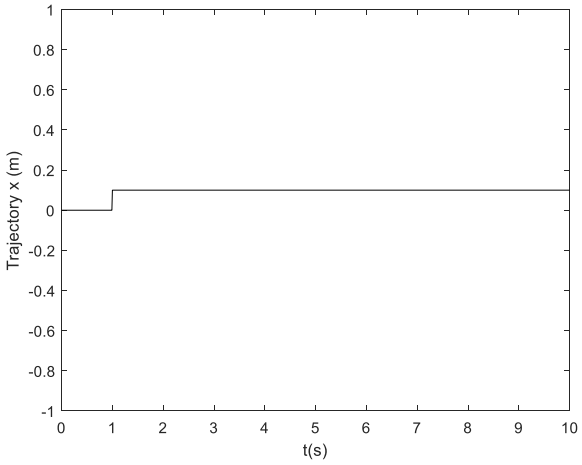


Figure 8. Trajectory (Step)

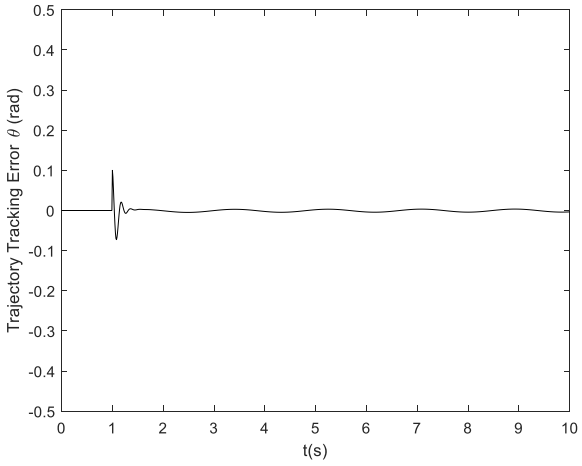


Figure 9. Trajectory Tracking Error of θ

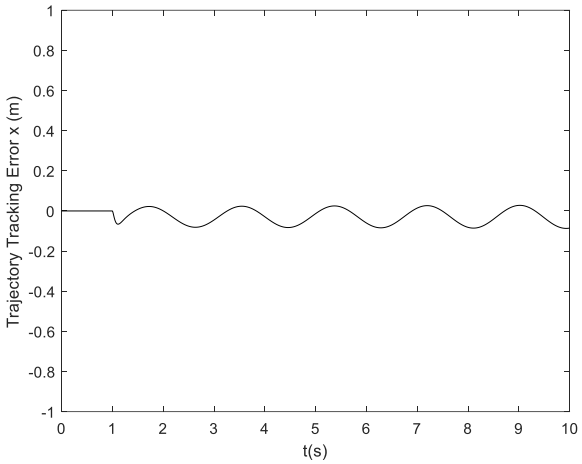


Figure 10. Trajectory Tracking Error of X

4. DISCUSSION

In the discussion section of the study, evaluations were made on the results. At first, a sine wave was applied to the system. (Fig. 5) In Figure 6 and Figure 7 trajectory tracking of the X and θ are shown. From the results, it is observed that the trajectory tracking error is quickly minimized. And it seems that the error values are very small, in the order of 10^{-3}. In Figure 8, different trajectory was applied to the system. (Step Input). In Figure 9 and Figure 10 trajectory tracking errors of the X and θ are shown. When the graphs are examined, it is observed that the error values are small and stable.

5. CONCLUSION

The aim of the study is to find PID controller parameters which is one of the traditional control strategies, with fuzzy logic control. Fist a seesaw model was introduced. Then the hybrid controller was designed to simulate the system. Two different tarjectory was applied to the system. And the trajectory tracking errors were examined. From the results, it was understood that, the proposed controller was efficient. In future studies, different controllers can be applied to the seesaw model and the results can be compared with this study.

REFERENCES

Chung B M, Lee J. W, Joo H H, Lim Y K. 2000. Hybrid fuzzy learning controller for an unstable nonlinear system. International Journal of the Korean Society of Precision Engineering, 1 (1), 79-83.

Lin J, Zhan J H, Chang J. 2008. Stabilization and equilibrium control of a new pneumatic cart-seesaw system. Robotica, 26 (2), 219-227.

Lin J, Ding Y S, Chang J. 2014. Balancing and swinging-up control for cart-pendulum-seesaw system by decomposed fuzzy coordination control. Journal of Vibration and Control, 20 (6), 925-942.

Rios C, Lim C I, Metzger R P, Rodriguez A A. 1999. Multivariable analysis and control of a cart-pendulum-seesaw system using an animation tool. In Proceedings of the 38th IEEE Conference on Decision and Control 825-830.

Tsai C H, Chung H Y, Yu F M. 2004. Neuro-sliding mode control with its applications to seesaw systems. IEEE Transactions on Neural Networks, 15 (1), 124-134.

Uyar E, Akdogan T, Keskin O, Mutlu L. 2012. Position control of a seesaw like platform by using a thrust propeller. In 2012 12th IEEE International Workshop on Advanced Motion Control (AMC) 1-6.

ÇAĞRI MERKEZİNE GELEN ŞİKAYETLERİN METİN MADENCİLİĞİ YÖNTEMİYLE SINIFLANDIRILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Nuray ŞENTÜRK
Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
nuray.senturk1@ogr.sakarya.edu.tr ORCID No: 0000-0002-6281-6481

Fatih ÇALLI
Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
fcalli@sakarya.edu.tr ORCID No: 0000-0003-2508-3853

Özet
Kurumlar, gelişen dünya standartlarına uyum sağlamak ve diğer rekabet halinde oldukları kurumlardan öne geçmek durumundadırlar.Verimliliklerini artırmak konusunda stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir. Bu değişimde çağrı merkezlerinin önemi büyüktür. Çağrı merkezleri, kurumların müşterileriyle iletişim sağladıkları yazılım ve donanımlardan oluşan merkezlerdir. İşletmeler çağrı merkezleri depatmanlarına büyük yatırımlar yapmaktadırlar. Bunun en önemli sebebi çağrı merkezlerinin kurum-müşteri arasında köprü görevi görmesidir. Çağrı merkezinde çalışmakta olan müşteri temsilcilerinin nitelikli olması müşteri memnuniyeti açısından büyük bir önem arz etmektedir. Müşterilerden gelen geri dönüşler ile kurumun kendini iyileştirmesi sağlanacaktır. Ayrıca müşteri memnuniyeti de sağlanacaktır ve bu durum kurumlara kazanç olarak geri dönecektir.

Kurumların başarılı olabilmesinde önemli olan, çağrı merkezlerinde çalışan müşteri temsilcilerinin yetkinlikleri etkili olmaktadır. Bu bakımdan çağrı merkezinde çalışan müşteri temsilcileri, performanslarına göre gruplandırılır ve performans yüksekliğine göre müşteri temsilcilerinin çağrılara cevap verme konusunda önceliklendirilmesi hedeflenmiştir. Bu sayede müşteri memnuniyet oranı daha yüksek olacaktır. Bu çalışma, kurumlar için büyük avantaj sağlayacaktır. Müşteri temsilcilerinin gruplandırılması ile çalışanların şirket içi performansının değerlendirilmesi de sağlanacaktır. Bu değerlendirmeler sonucunda kurum, çalışanlarına gerekli eğitimler verebilir, ücretlendirmelerini gözden geçirebilir veya işten çıkarma sürecine girebilecektir. Kurumlarda gelişmiş sistemler kullanılsa bile bu sistemlerin etkin bir biçimde kullanılamıyorsa, bu durum kurum için zaman ve maliyet kaybı demektir. Kurumların rekabet gücünün artmasında ve sektöründe ilerleyebilmek adına müşterileriyle olan ilişkilerini güçlendirmesi çok önemlidir. Çağrı merkezi verilerinin incelenerek yapılan bu çalışma, kurumların güçlenmesi konusunda çok büyük fayda sağlayacaktır.

Çalışma sürecinde çağrı merkezleri kayıtlarını duygu yönünden analiz edebilmek adına doğal dil işleme teknikleri (NLP) uygulanacaktır. Bu yöntem ile müşteri memnuniyet analizi gerçekleştirilecektir. Kurum için önem teşkil eden müşteri temsilcilerinin performans analizleri ise kümeleme analiz yöntemlerinden biri olan k-NN (*K-Nearest Neighbor*) tekniği uygulanarak gerçekleştirilecektir. Tüm bu süreçler sonunda kurumların verimlilik ve başarı oranlarında artış sağlanması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Metin Madenciliği, Duygu Analizi, Kümeleme Analizi, Çağrı Kayıtları, Müşteri Memnuniyeti

CLASSIFICATION AND EVALUATION OF COMPLAINTS COMING TO CALL CENTER BY TEXT MINING METHOD

Abstract
Institutions have to adapt to evolving world standards and take precedence over other competing institutions. They need to develop strategies to increase their efficiency. Call centers are important in this change.

Call centers are centers consisting of software and hardware that institutions provide communication with their customers. Businesses invest heavily in call centers departments. The most important reason for this is that call centers act as a bridge between the institution and the customer. The institution will improve itself with the feedback from customers. Customer satisfaction will be ensured and this will return to the institutions as a gain.

The competencies of customer representatives, which are important for the success of institutions, are effective. In this regard, the customer representatives are grouped according to their performance and it is aimed to prioritize the customer representatives in answering the calls according to the performance level. In this way, the customer satisfaction rate will be higher. This study will provide great advantage for the institutions. In-house performance will also be ensured by grouping customer representatives. As a result of these evaluations, the institution will be able to provide its employees with the necessary training, review their remuneration or enter the layoff process. Even if advanced systems are used in institutions, if these systems cannot be used effectively, this means loss of time and cost for the institution. It is very important for institutions to strengthen their relations with their customers in order to increase their competitiveness and to progress in the sector. This study, which is conducted by examining the data of the call center, will provide great benefits in strengthening the institutions.

In the process of working, natural language processing techniques (NLP) will be applied in analyze the call center records in terms of emotions. With this method, customer satisfaction analysis will be performed. Performance analysis of customer representatives that are important for the institution, will be carried out by applying the k-NN(*K-Nearest Neighbor*) technique that one of the cluster analysis methods. At the end of all these processes, it is aimed to increase the efficiency and success rates of the institutions.

Keywords: Text Mining, Emotion Analysis, Cluster Analysis, Call Records, Customer Satisfaction

1.GİRİŞ

Çağrı merkezleri, kurumların müşterileriyle iletişim sağladıkları yazılım ve donanımlardan oluşan merkezlerdir. Çağrı merkezi çalışanları, kurum-müşteri arasında köprü görevi görmektedir. Çağrı merkezi çalışanlarının nitelikli olması kurumlar için büyük önem arz etmektedir. Bu sebepten müşteri temsilcilerinin performans değerlendirmesi ve müşteri temsilcilerine düşen çağrıların önceliklendirilmesi çalışmanın temel amaçları arasındadır. Belirtilen amaçlara ulaşılması ile kurumların temel amacı olan müşteri memnuniyeti ve kazanç da artacaktır. Tüm değerlendirmeler sonrasında kurum, çalışanlarına gerekli eğitimler verebilmektedir, ücretlendirmelerini gözden geçirebilmektedir veya işten çıkarma sürecine girebilmektedirler. Çalışmanın ilk aşaması, müşteri-çağrı merkezi çalışanı arasındaki diyalogların metin belgesine dönüştürülmesidir. Sonraki aşama, metin belgesinin doğal dil işleme (NLP) yöntemiyle işlenmesidir. Bu yöntem ile diyaloglar duygu yönünden analiz edilmektedir. Bu yöntem sayesinde müşteri memnuniyet analizi gerçekleştirilmektedir.

Çalışmanın ikinci aşaması da kümeleme analiz yöntemlerinden biri olan K-NN((*K-Nearest Neighbor*) tekniği uygulanmaktadır. Bu aşama kurum için önem teşkil eden müşteri temsilcilerinin performans analizlerini gerçekleştirme amaçlı seçilen bir yöntemdir. Müşterilerin yaşadıkları sorunlarla ilgili bilgilere daha kolay erişebilmek adına Çağrı Merkezi Metin Madenciliği yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşım konusunda çalışma yapan (Yigit *et al.*, 2017), verilerini duygu yönünden değerlendirmektedir. Bu sayede müşteri memnuniyet ve müşteri temsilci performans değerlendirmesi yapmaktadır. Twitter ağından topladıkları veriler ile duygu analizi yapmış bulunan (Gümüş Cem, 2017) , pozitif-negatif-nötr olarak 3 grup belirlemiştir. Gruplardaki analizler denetimli ve yarı denetimli öğrenme teknikleri kullanarak yapılmaktadır. Çağrı merkezine gelen çağrıların metin belgelerini duygu analizi yöntemiyle inceleyen bir başka çalışma ise (Yiğit, 2017) 'in çalışmasıdır. Bu çalışma ile müşteri temsilci performansı ve müşteri memnuniyeti öngörülmektedir. Sosyal medya paylaşımlarını kullanarak (Bastem and Şeker, 2017) , insanların kişilik analizlerini gerçekleştirmektedir. Bu çalışmadaki amacı ise insan kaynakları ve kariyer planlama alanında faydalı

olmaktır. Müşteri memnuniyeti açısından çokça çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan başka bir tanesi ise (Kuzucu, 2015) ' nun çalışmasıdır. (Kuzucu) çalışmasında müşteri şikayet verilerini ele almaktadır. Bu verileri analiz ederek mutlu ve mutsuz olarak kategorilendirme yapılmaktadır. Bu çalışması sayesinde müşteri şikayet kaydı oluşturma aşamasında sonucun mutlu/mutsuz olarak tahminde bulunan sistem geliştirimi yapılmaktadır. Bu sayede müşteri ilişkileri konusunda uygun tutumlar sergilenebilmektedir. Yazılım geliştirme taleplerinin metin madenciliği ile sınıflandırmak ve önceliklendirme konusunda çalışma yapan (Tekin, 2018), talep önceliklendirme konusunda sıkıntı yaşamamak adına böyle bir çalışma yapmaktadır. Talebi giren kişinin öncelik kararı ne kadar doğru bir karar olduğu bilinemez. Bu durumun planlama ve müşteri memnuniyeti açısından sorun oluşturmaması adına yapılmış bir çalışmadır.

Ayrılma eğilimi gösteren müşterileri tespit eden (Odabaş, 2017), çalışmasında sınıflandırma algoritmaları ve nitelik seçimi teknikleri kullanmaktadır. İşlenmemiş veriye uygulanan J.48 algoritmasını tercih edilmektedir. Duygu sınıflarına ait verileri barındıran EmoSTAR veritabanını kullanarak çalışmasını yürüten (Korkmaz, 2016) , öznitelik belirlemesi gerçekleştirmektedir. Bunu da konuşma sinyalinden MeI Frekansı Kepstrum Katsayıları ve buna türevlerini ekleyerek gerçekleştirmektedir. Literatür çalışmalarından görüldüğü üzere genellikle konuşma verilerinin analizi yapılarak müşteri memnuniyetleri konusunda çalışmalara talep yoğun görülmektedir. Müşteri memnuniyeti kurumlar için çok büyük bir önem teşkil eder. Bu konudaki çalışmalar ve kullanılan yöntemler dikkate alınarak yapılan bu çalışmada da müşteri memnuniyeti temel amaçlardan biridir. Tüm bu süreçler sonucunda kurum, müşteriler ve çağrı merkezi çalışanları için değerlendirmeler yapabilecektir. Bunun sonunda verimlilik konusunda kurum gerekli çalışmalar ile süreç iyileştirmesi yapabilecektir. Çağrı merkezlerinde uygulanması hedeflenen bu makale çalışması sayesinde kurumların verimlilik ve başarı oranlarında artış sağlanması hedeflenmektedir.

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çağrı merkezlerinin günlük hayattaki yeri büyüktür. Müşteri memnuniyeti, çağrı merkezi çalışanlarının performanslarının belirlenmesi konuları üzerine çalışılan bu çalışmada metin madenciliği, duygu analizi, K-NN(*K-Nearest Neighbor*) yöntemlerini çalışmaya uygulayabilmek amacıyla bazı çalışmalar incelenmiştir. Metin madenciliği konusunda detaylı bilgiler içeren kaynaklardan biri olan (Kalra and Aggarwal, 2018) çalışmasında, veri analizinin Rapidminer programındaki işlemlerinden bahsedilmektedir. Ayrıca metin madenciliği algoritmaları ve kullanım alanları üzerinde de durulmaktadır. Metin madenciliği konusunda detaylı teorik bilgi elde etme noktasında önemli bir çalışmalardan bir başkası ise (Kowsari *et al.*, 2019) çalışmasıdır. (Kowsari *et al.*) çalışmasında özellik çıkarımı ve sınıflandırma tekniklerinden detaylı olarak bahsedilmektedir. Ayrıca metin sınıflandırma tekniklerinin kullanım alanlarına da değinilmektedir.

Metin madenciliği çok çeşitli sektörde kullanılmaktadır. Tıp alanındaki çalışmalardan bir tanesi olan (Ribeiro *et al.*, 2019) çalışmasında klinik notların metin madenciliği ile analiz edilmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmada program olarak Rapidminer programı kullanılmaktadır ve doğal dil işleme teknikleri ele alınmaktadır. Tıp alanındaki metin madenciliği alanındaki bir başka çalışma olan (Imane and Mohamed, 2017) çalışmasında ise ölüm belgeleri üzerinde metin madenciliği teknikleri uygulanmaktadır. Metin madenciliği uygulanan ölüm belgeleri çoklu olarak kategorilendirme işlemlerine tabi tutulmaktadır. (Turegun, 2019) çalışmasında metin madenciliğinin finans sektöründeki kullanımı konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir. (Turegun) çalışmasında 1960-2017 yılları arasındaki finans alanındaki metin madenciliği çalışmaları incelenmektedir. Log, binary ve ters frekans gibi yöntemler ele alınmıştır. (Turegun) çalışması sonucunda finans konusunda faydalı olmak amaçlanmaktadır.

(Habib and Govindaraju, 2018) çalışmasında metin madenciliğinin mobil ticaret alanındaki kullanımı konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir. (Habib and Govindaraju) çalışmasında müşteri tweetleri üzerinden metin madenciliği ile mobil ticaret konusunda geri bildirimlerden çıkarsama yapmaktadır. Rapidminer programı ile metin madenciliği teknikleri uygulamaktadır ve apriori algoritmasını tercih ederek çalışmasını yürütmektedir. Hizmet kalitesini artırmak çalışmasının amaçlarından biri olmuştur.

(Jia, 2018) çalışmasında metin madenciliğinin yoga merkezleri için kullanımı konusundaki çalışmalardan biridir. Yoga merkezlerinin müşterilerinin online yorumlarına göre kendilerini iyileştirmeleri amaçlı yapılmış bir çalışmadır. Bazı araştırma soruları belirlenerek yapılmış olan (Jia) çalışmasında kelime analizleri yapılmaktadır. Müşteri memnuniyetini sağlamak temel amaçlarından biri olmuştur. Metin madenciliğinin turizm alanında kullanılabilir olduğunu gösteren çalışmalardan biri olan (Kim and Kwon, 2016), çalışmasında müşteri geri dönüşleri ve yorumları metin madenciliği ile analiz gerçekleştirilmektedir. Malezya turizmini iyileştirmek amaçlanarak yapılmış olan bir çalışmadır.(Bijalwan *et al.*, 2014) çalışmasında sınıflandırma metotlarını karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma sonucunda K-NN algoritmasının doğruluğunun daha fazla olduğunu gözlemlemektedir. Çalışmasında K-NN tekniği ile belgeleri sınıflandırmaktadır. K-NN algoritması için bir başka çalışma olan (Cheng *et al.*, 2017) çalışmasıdır. (Cheng *et al.*) çalışmasında optimize işlemleri uygulanarak K-NN algoritması için, yeni karmaşık olmayan bir örnek oluşturulmaktadır. Çalışmanın sonucunda optimize edilmiş durumun geleneksel K-NN algoritmasından daha iyi olduğu gösterilmektedir fakat bu durumun uç verileri işlemek için uygun olmadığı tespit edilmektedir.

(Yigit *et al.*, 2017) çalışmasında müşterilerin yaşadıkları sorunlarla ilgili bilgilere daha kolay erişebilmek amacıyla "Çağrı Merkezi Metin Madenciliği Yaklaşımı" geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yaklaşım konusundaki çalışmada, kayıtların duygu yönünden değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca müşteri memnuniyeti ve müşteri temsilci performansı değerlendirilmesi de amaçları arasındadır.(Gümüş Cem, 2017) çalışmasında Twitter sosyal ağından toplanan verileri üzerinde duygu analizi yapılmaktadır. Çalışmada pozitif, negatif ve nötr olmak üzere 3 grup belirlenmektedir. Veri kümelerine denetimli ve yarı denetimli öğrenme teknikleri kullanılarak analizler yapılmaktadır. (Yiğit, 2017) çalışmasında, çağrı merkezine gelen çağrıların metin belgelerini duygu analizi yöntemleriyle incelemektedir. Çalışmada müşteri temsilci performansı ve müşteri memnuniyeti öngörülmektedir.
(Bastem and Şeker, 2017) çalışmasında, sosyal medyada yapılan paylaşımların dikkate alınarak insanların kişilik analizi gerçekleştirilmektedir. İnsan kaynakları ve kariyer planlama alanlarında kullanılması amaçlanmıştır. (Kuzucu, 2015) çalışmasında, müşteri şikayet verileri üzerinde işlem yapılarak mutlu veya mutsuz olarak bir kategorilendirme yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı; şikayet kayıtı oluşturma aşamasında sonucun mutlu veya mutsuz olarak tahminde bulunulan bir sistem geliştirmek ve müşteriye buna göre bir tutum sergilemektir. (Tekin, 2018) çalışması, talep önceliklendirmesinde sorun yaşamamak adına bu durumu sınıflandırma yöntemleriyle ele alan çalışmalardan biridir. Talebi giren kişinin öncelik kararı doğru olmayabilir. Bu durum planlama ve müşteri memnuniyeti açısından olumsuz sonuçlar verebilir. Telekom sektöründe yapılan (Odabaş, 2017) çalışması, ayrılma eğilimi gösteren müşteri tespiti amacıyla yapılmıştır. Bu analiz için sınıflandırma algoritmaları ve nitelik seçimi teknikleri kullanılmaktadır. İşlenmemiş veriye uygulanan J.48 algoritması tercih edilmektedir.(Korkmaz, 2016) çalışmasında duygu sınıflarına ait verileri barındıran EmoSTAR adlı bir veritabanı kullanılmaktadır. Bu veritabanı kullanılarak konuşma sinyalinden Mel Frekansı Kepstrum Katsayıları ve buna türevleri eklenerek öz nitelik belirlemesi yapılmaktadır. Literatür araştırmaları sonucu yapılan çalışmalar, genelde konuşma verilerinin analizinin yapılarak müşteri memnuniyet analizlerinin yapılması şeklindedir. Müşteri temsilci performansı konusunda (Yiğit, 2017) çalışması bulunmaktadır. Müşteri memnuniyet analizi, müşteri temsilcisi performansı amaçlarına ek olarak çalışmamızda müşteri temsilcilerinin sınıflandırılarak çağrı düşme önceliklerinin belirlenmesi de amaçlardan biri olmaktadır.

3. MATERYAL VE METOD

Çalışmanın amacı ses kayıtlarının metin belgesine dönüştürülerek müşteri temsilcilerinin performans değerlendirmesi ve müşteri temsilcilerine düşen çağrıların önceliklendirilmesidir. Bu sayede müşteri memnuniyeti sağlanmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar alt başlıklar altında ele alınmaktadır.

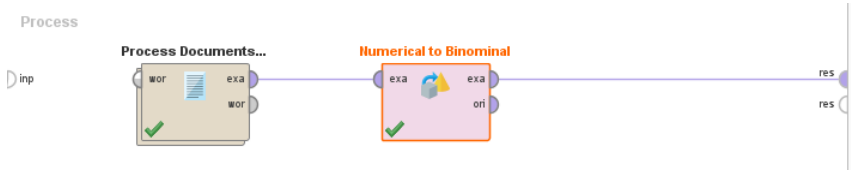
3.1. Verilerin Toplanması

Çağrı merkezlerinde müşterilerden gelen çağrıların ve müşteri temsilcilerinin yapmış oldukları çağrıların ses kayıtları tutulmaktadır. Ses kayıtları https://dictation.io/speech adlı güvenli bir web site aracılığı ile metin dosyasına çevrilmektedir. https://dictation.io/speech ile dönüşüm yapılan kayıtlar yerel olarak tutulmaktadır. Konuşmayı Google sunucularına HTTPS üzerinden güvenli olarak gönderilmektedir ve dönüşüm sonrası metini tarayıcıda göstermektedir. Bu sebepten ses kayıtlarını

metin belgesine dönüştürmek için https://dictation.io/speech tercih edilmektedir. Veri seti olarak çalışmada 3 müşteri temsilcisinin yapmış oldukları görüşme kayıtları incelenmektedir. Her bir müşteri temsilcisi için 5 adet görüşme kaydı dikkate alınarak çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

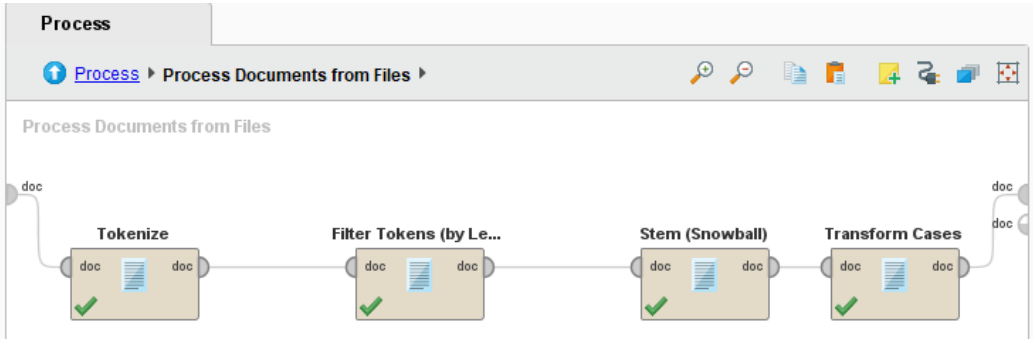
3.2.Verilerin Analiz Edilmesi

Ses kayıtlarının tutulduğu dokümanlar, veri ve metin madenciliği konularında çokça kullanılmakta olan RapidMiner yazılımı ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir.

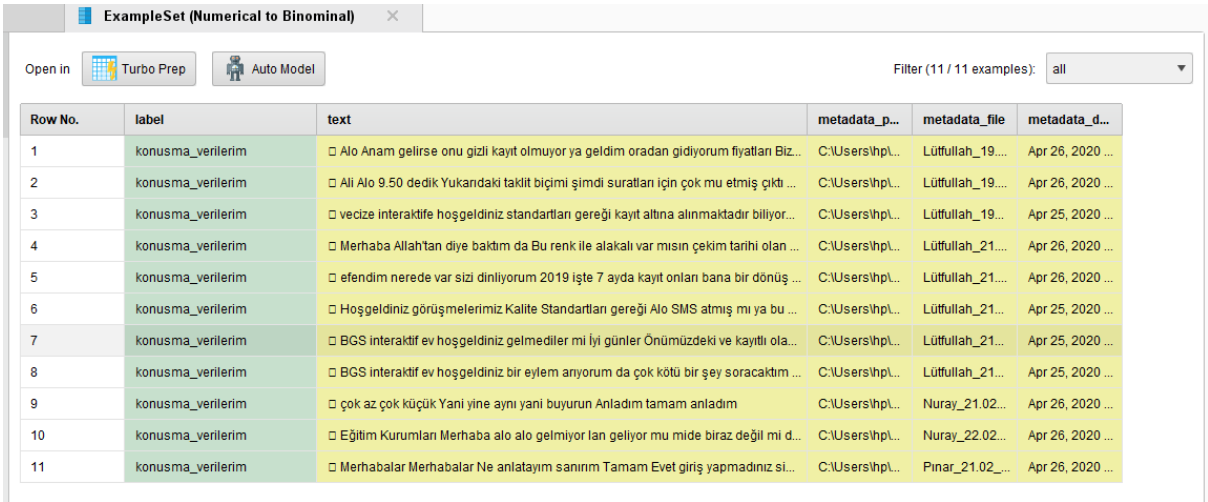


Şekil 3.2.1. Rapidminer yüklenen dokümanın özelliklerini binominal şekle çevirme

Şekil 3.2.1. 'deki analiz aşamasında "Process Documents from Files" operatörü ile analiz edilen doküman yüklenmektedir. Ardından bu operatöre "Numerical to Binominal" operatörü bağlanarak dokümanın özellikleri binominal(ikili) şekle dönüştürülerek alt işlemlere tabi tutulmaktadır. Fakat "Process Documents from Files" operatörü altında bazı alt veri analiz işlemleri gerçekleştirmek gerekmektedir. Bu işlemlere ait operatörler Şekil 3.2.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2.2. Process Documents from Files operatörü kapsamındaki analiz işlemleri


ExampleSet (Numerical to Binominal)

Open in Turbo Prep Auto Model Filter (11 / 11 examples): all

Row No.	label	text	metadata_p...	metadata_file	metadata_d...
1	konusma_verilerim	Alo Anam gelirse onu gizli kayıt olmuyor ya geldim oradan gidiyorum fiyatları Biz...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_19....	Apr 26, 2020 ...
2	konusma_verilerim	Ali Alo 9.50 dedik Yukarıdaki taklit biçimi şimdi suratları için çok mu etmiş çıktı ...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_19....	Apr 26, 2020 ...
3	konusma_verilerim	vecize interaktife hoşgeldiniz standartları gereği kayıt altına alınmaktadır biliyor...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_19...	Apr 25, 2020 ...
4	konusma_verilerim	Merhaba Allah'tan diye baktım da Bu renk ile alakalı var mısın çekim tarihi olan ...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_21....	Apr 26, 2020 ...
5	konusma_verilerim	efendim nerede var sizi dinliyorum 2019 işte 7 ayda kayıt onları bana bir dönüş ...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_21....	Apr 26, 2020 ...
6	konusma_verilerim	Hoşgeldiniz görüşmelerimiz Kalite Standartları gereği Alo SMS atmış mı ya bu ...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_21...	Apr 25, 2020 ...
7	konusma_verilerim	BGS interaktif ev hoşgeldiniz gelmediler mi İyi günler Önümüzdeki ve kayıtlı ola...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_21...	Apr 25, 2020 ...
8	konusma_verilerim	BGS interaktif ev hoşgeldiniz bir eylem arıyorum da çok kötü bir şey soracaktım ...	C:\Users\hp\...	Lütfullah_21...	Apr 25, 2020 ...
9	konusma_verilerim	çok az çok küçük Yani yine aynı yani buyurun Anladım tamam anladım	C:\Users\hp\...	Nuray_21.02...	Apr 26, 2020 ...
10	konusma_verilerim	Eğitim Kurumları Merhaba alo alo gelmiyor lan geliyor mu mide biraz değil mi d...	C:\Users\hp\...	Nuray_22.02...	Apr 26, 2020 ...
11	konusma_verilerim	Merhabalar Merhabalar Ne anlatayım sanırım Tamam Evet giriş yapmadınız si...	C:\Users\hp\...	Pınar_21.02_...	Apr 26, 2020 ...

Şekil 3.2.3. Veri analizi sonrası elde edilen veri seti

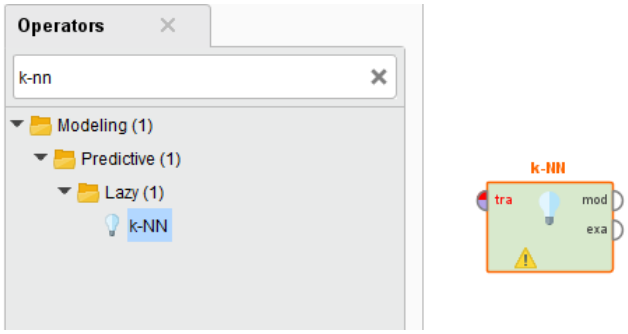
3.3. Metin Madenciliği Teknikleriyle Duygu Yönünden Analiz Etme

Ses kayıt metinleri üzerinde bazı özellikler belirlenmektedir. Bu özellikler dikkate alınarak yeni özellikler çıkarımı yapılmaktadır. Yeni özellik çıkarımları konusundaki tahmin modellemelerinde kullanılan özelliklerde göz önüne alınan kriterler aşağıda verilmektedir.

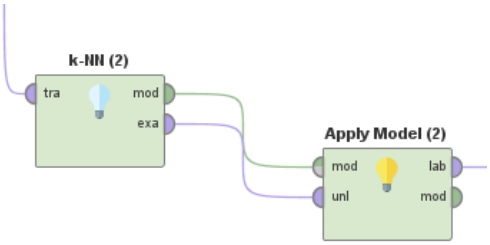
- ✓ Bazı cümlelerin kullanılıp kullanılmamasına göre müşteri temsilcisinin, müşteriye yardımcı olup olmadığı bilgisi elde edilmelidir. Müşteri temsilcisinin performansı konusunda bu kriter önem arz etmektedir.
- ✓ Müşterinin görüşme süresince pozitif cümleler kurup kurmadığına bakılarak müşteri memnuniyet analizi yapılmalıdır.
- ✓ İyi / kötü kelime listesi çıkarılmalıdır. Bu kelime listesindeki herhangi bir kelimenin görüşme kayıtlarında olup olmadığına bakılmalıdır.
- ✓ Müşteri temsilcisinin kibarlık içeren sözcükler kullanıp kullanmamasına bakılmalıdır. Bu aşama, müşteri temsilcisinin değerlendirmesinde kullanmak için önemli bir aşamadır.

3.4. K-NN Tekniği ile Kümeleme İşlemleri

K-En yakın komşu (K-NN) algoritması basit, kolay olması ve en önemli özelliklerinin biri olan öğrenme sürecinin güçlü olmasından dolayı çokça tercih edilmektedir. Bu teknik için veri madenciliği, tahmin edici analiz gibi amaçlara yönelik geliştirilmiş olan RapidMiner yazılım platformu kullanılmaktadır. Bu platform aracılığı ile metin madenciliği teknikleri sonucu elde edilen analiz verileri program girdisi olarak kullanılmaktadır. Program çıktısı olarak müşteri temsilcileri için başarılı / başarısız çıktısı üretilmektedir. Bu sayede müşteri temsilci performans analizi oluşturulmaktadır. Bu analiz, çağrı merkezi yöneticisinin geleceğe yönelik planlar yapması ve eğitim planlamaları yapması konusunda önemli kriterler olacaktır. Kümeleme tekniği sonucunda çalışma amaçlarından biri olan çağrı düşme öncelikleri de belirlenmektedir.



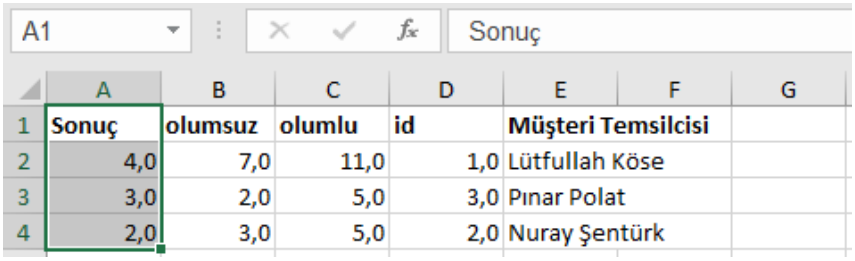
Şekil 3.4.1. K-NN operatörü ve RapidMiner yazılımındaki konumu



Şekil 3.4.2. k-NN operatörüne Apply Model operatörü eklenmiş Rapinminer ekran görüntüsü

4. SONUÇ

İyi ve kötü özellikler dikkate alınarak duygu yönünden analiz edilen çalışma, ardından K-NN operatörü yardımıyla kümeleme işlemi gerçekleştirilerek performans değerleri atanmaktadır. Performans değerine göre müşteri temsilcileri arasında bir öncelik sıralaması oluşturulmaktadır. Çalışmanın amaçlarına bu sayede ulaşılmaktadır. Bu çalışmada ses kayıtları veri seti olarak kullanılmaktadır. Fakat sonraki çalışmalarda veri seti olarak eposta, web site yorumları, bazı rapor verileri de kullanılabilir. Çağrı merkezlerinin çokça yer aldığı günümüzdeki birçok sektörde kullanılabilir bir çalışmadır. Müşteri temsilci performansları, müşteri memnuniyeti her kurumun en önem verdikleri konulardır, dolayısıyla böyle bir çalışma birçok kurum tarafından talep edilmesi öngörülmektedir.



	A	B	C	D	E	F	G
1	Sonuç	olumsuz	olumlu	id	Müşteri Temsilcisi		
2	4,0	7,0	11,0	1,0	Lütfullah Köse		
3	3,0	2,0	5,0	3,0	Pınar Polat		
4	2,0	3,0	5,0	2,0	Nuray Şentürk		

Şekil 4.1. Çalışma sonucunun excel olarak çıktı görüntüsü

5. TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada, çağrı merkezleri çalışanlarının performanslarının değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak çağrı düşme önceliklerinin belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir. (Yigit *et al.*, 2017) **"**Çağrı Merkezi Metin Madenciliği Yaklaşımı**"** çalışmasında çağrı kayıtlarının duygu yönünden değerlendirilmesi, müşteri memnuniyeti ve müşteri temsilci performansı gibi konulara değinilmektedir. Fakat çağrıların önceliklendirilmesi gibi bir noktaya değinilmemiştir.

(Yiğit, 2017)**,**(Kuzucu, 2015) **ve** (Bastem and Şeker, 2017) çalışmalarında da duygu ve kişilik analizleri incelenmektedir. Literatür araştırmalarında duygu ve kişilik analizi çalışmaları oldukça fazladır. Fakat performans durumuna göre önceliklendirme işlemi konusunda pek çalışma yoktur. Bu konuya bir çözüm getirme adına, bu çalışma önemli bir çalışmadır ve gelecekte daha da işlevli hale getirilecek bir çalışma olabilmektedir.İlerleyen çalışmalarda bu çalışma yapay zekâ algoritmaları ile entegre hale getirilebilir. Bu sayede çağrı merkezi ya da çeşitli sektörlerde kullanıcıdan bağımsız olarak karar verebilen bir sistem tasarlanmış olur. Böylece hem kullanım kolaylığı hem maliyet noktasında kazanç elde edilebilecektir. Müşteri temsilcilerinin performansını ve müşteri memnuniyetini artırmak konusunda tahmin sistemleri, tavsiye destekleri sisteme dahil edilebilir. Geleceğin trendlerinden biri olan yapay zekalı bir çalışma olması büyük avantajlar kazandıracaktır. Yapay zekâ ile metin madenciliği birleştirilerek ilerleyen zamanlarda güzel çalışmalara imza atılabilir.

6. KAYNAKLAR

Bastem, K. and Şeker, Ş. E. (2017) 'Veri Madenciliği Yöntemleri ile Twitter Üzerinden MBTI Kişilik Tipi Analizi', *YBS Ansiklopedi*.

Bijalwan, V. *et al.* (2014) 'KNN based machine learning approach for text and document mining', *International Journal of Database Theory and Application*. doi: 10.14257/ijdta.2014.7.1.06.

Cheng, Z. *et al.* (2017) 'An Improved KNN Classification Algorithm based on Sampling', in. doi: 10.2991/ammee-17.2017.45.

Gümüş Cem (2017) *KELİME KULLANIM ORANLARI VE KULLANICI İSTATİSTİKLERİ KULLANILARAK TÜRKÇE TWITTER VERİSİ ÜZERİNDE DUYGU ANALİZİ*.

Habib, A. A. and Govindaraju, R. (2018) 'Success Measures Evaluation for Mobile Commerce Using Text Mining based on Customer Tweets', in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi: 10.1088/1757-899X/319/1/012009.

Imane, A. and Mohamed, B. A. (2017) 'Multi-label categorization of French death certificates using NLP and machine learning', in *ACM International Conference Proceeding Series*. doi: 10.1145/3090354.3090384.

Jia, S. (2018) 'Leisure motivation and satisfaction: A text mining of yoga centres, yoga consumers, and their interactions', *Sustainability (Switzerland)*. doi: 10.3390/su10124458.

Kalra, V. and Aggarwal, R. (2018) 'Importance of Text Data Preprocessing & Implementation in RapidMiner', in *Proceedings of the First International Conference on Information Technology and Knowledge Management*. doi: 10.15439/2017km46.

Kim, J. and Kwon, O. (2016) 'A Method of Predicting Service Time Based on Voice of Customer Data', *Journal of the Korea society of IT services*. doi: 10.9716/kits.2016.15.1.197.

Korkmaz, O. E. (2016) 'Ses sinyalinden duygu tanıma', *Karadeniz Teknik Üniversitesi*, p. 1. Available at: http://acikerisim.ktu.edu.tr/jspui/handle/123456789/531.

Kowsari, K. *et al.* (2019) 'Text classification algorithms: A survey', *Information (Switzerland)*. doi: 10.3390/info10040150.

Kuzucu, K. (2015) *Müşteri memnuniyeti belirlenmesi için metin madenciliği tabanlı bir yazılım aracı*.

Odabaş, Ö. (2017) *VERİ MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİ İLE TELEKOM SEKTÖRÜNDE AYRILAN MÜŞTERİ*

ANALİZİ. T.C.İstanbul Ticaret Üniversitesi.

Ribeiro, J. *et al.* (2019) 'Automatically detect diagnostic patterns based on clinical notes through text mining', in *Procedia Computer Science*. doi: 10.1016/j.procs.2019.11.027.

Tekin, M. C. (2018) *YAZILIM GELİŞTİRME TALEPLERİNİN METİN MADENCİLİĞİ İLE SINIFLANDIRILMASI VE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ*. T.C. Maltepe Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü.

Turegun, N. (2019) 'Text Mining in Financial Information', *Curr. Anal. Econ. Finance*, 1(January), pp. 18–26.

Yigit, I. O. *et al.* (2017) 'Çağrı Merkezi Metin Madenciliği Yaklaşımı', *25th Signal Processing and Communications Applications Conference*, p. 1.

Yiğit, I. O. (2017) 'Çağri Merkezi Metin Madenciliği Yazilim Çerçevesi', in *CEUR Workshop Proceedings*, p. 1.

EFFECT OF PARTICLE SIZE ON THE PYROLYSIS CHARACTERISTICS AND KINETICS OF SOUR CHERRY STONE

Gözde Gözke
Yalova University / Faculty of Engineering, Department of Chemical and Process Engineering
gozde.gozke@yalova.edu.tr

Abstract
The present study reveals the investigation about the thermal degradation and pyrolysis kinetics of sour cherry stone for various particle size ranges. Non-isothermal thermogravimetric analysis was conducted under nitrogen flow at five different heating rates of 5, 10, 20, 30 and 40°C min^{-1} starting from ambient temprature to 800°C. Three different particle size ranges of 75-150, 150-250 and 250-425 µm were applied to understand the effect of particle size on pyrolysis characteristics and kinetics. During the analysis of thermogravimetric data, four explicit stages, which are attributed to the removal of moisture and low molecular weght volatiles and decompositon of hemicellulose, cellulose and lignin being main components of sour cherry biowaste, were observed. Among these four stages, two of them were active pyrolysis stages for the particle size ranges of 75-150 and 150-250 µm, however only one active pyrolysis stage was viewed for the particle size range of 250-425 µm. The results highlight the importance of particle size on the thermal behaviour of sour cherry stone. Besides, the kinetic parameters were calculated by Coats-Redfern method. Due to the energy needed for the degradation of cellulose, mean activation energies of the third active stage were calculated relatively higher compared with the those of the second active stage. Furthermore, for the case of two active stages, an increase in activation energies was observed by the increase of particle size.

Keywords: Pyrolysis kinetics, sour cherry stone, Coats-Redfern method.

1. INTRODUCTION

Increasing trend of energy demand and the negative impacts of fossil fuels (oil, natural gas and coal) on the environmental issues have caused extra attention on the importance of alternative sources. Considering that the fossil sources are finite, biomass is a promising renewable alternative energy source for the substitution of fossil originated energy. In addition to advantage of abundance of biomass, there are several other benefits which could also affect the use of biomass as energy source. Compared with conventional sources, biomass releases less harmful gas emissions such as sulfur dioxide and nitrogen oxides. Moreover, biomass leads the reduction of carbon dioxide in the atmosphere by photosynthesis (García et al., 2012).

Thermochemical processes are important processes to convert biomass into liquid, solid and gaseous biofuels (Di Blasi, 2008). Combustion, gasification and pyrolysis are the main thermochemical processes differentiated according to oxygen input. Among these processes, pyrolysis exhibits advantages such as low process temperature, low emission of air pollutants and recovery of bio-oil with a high heating value (Kim et al., 2014). Therefore, pyrolysis is one of the most used thermochemical conversion processes and converts biomass into biofuels to meet different energy needs (Chen et al., 2018). In order to design suitable systems for fuel production from biomass using thermochemical conversion processes, pyrolysis kinetics must be known. The complex nature of biomass waste makes it difficult to understand the thermal decomposition structure of lignocellulosic substances which is mainly comprised of cellulose (40–80% w/w), hemicelluloses (15–30 wt%) and lignin (10–25 wt%) and a small quantity of extractives and oil (Santos et al., 2015). Pyrolysis kinetics can be examined by thermoanalytical methods and one of these methods is thermogravimetric analysis in which the sample is subjected to temperature change in a controlled environment and the decrease in its weight is monitored. Kinetic parameters such as activation energy, reaction degree and pre-exponential factor are calculated with the values of the data. These kinetic parameters depend on pyrolysis parameters such as reaction temperature, heating rate, vapor residence time, pressure, particle size, ambient gas environment (Özsin and Pütün, 2017). Understanding the reaction rate and therefore the reaction time due to the variables allows technical and economical design systems to be developed.

Sour (tart) cherry (*Prunus cerasus* L.) is an industrial fruit due to its specific sour taste which limits the fresh consumption of the fruit (Yılmaz et al., 2019). Some of the popular methods to consume sour cherry are juices, jams and marmalades. Sour cherry is predominantly produced in Russian Federation, Ukraine, Poland and Turkey due to the advantageous climate conditions. In 2018, production of sour cherry reached 184 Mt in Turkey which corresponds to approximately 12% of the world sour cherry production (FAO, 2018). This high percentage further highlights the importance of pyrolysis studies of the biomass waste of sour cherry. However, in the literature, publications on the thermal behavior of sour cherry stone are the studies mostly on obtaining activated carbon (Lussier et al., 1994, Bay 2006, Angin 2014). On the other hand, there are some pyrolysis studies regarding sweet cherry which is another cherry species (Gonzales et al., 2003, Duman et al., 2011, Alper et al., 2015). In summary, there is no detailed study in the literature on the pyrolysis kinetics of sour cherry stones, which are the wastes of the fruit juice production industry. The aim of the study was to investigate the effect of particle size on the thermal decomposition characteristics and pyrolysis kinetics of sour cherry stone using thermogravimetric analysis. Coats-Redfern model-fitting method was applied to obtain information about kinetic parameters.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials, characterization and thermogravimetric analysis

Sour cherry stone was supplied by a fruit juice company, DİMES (İzmir, Turkey). After drying under sun for 2 weeks, biomass was ground and sieved to three different particle size ranges (75-150, 150-250 and 250-425 µm). The fractions were dried in an oven at 105°C for 12 h for the removal of moisture. Proximate analysis was performed by using an ash oven (Protech Lab PMF-1103, Turkey) in accordance with ASTM standards. Calorific value was determined using a bomb calorimeter (IKA C5000, Germany) and TGA analysis was performed using a thermogravimetric analyzer EXSTAR SII TG/DTA 6300, (Seiko Instruments, Japan). Non-isothermal thermogravimetric analyses were conducted at five different heating rates of 5, 10, 20, 30 and 40°C min^{-1} under inert atmosphere starting from ambient temperature up to 800°C. Each analysis was performed with an equal amount of 6 mg sample. An elementary analyzer (LECO CHNS-932, USA) was used for ultimate analysis to determine the ultimate percentages of C, H, N, and S elements.

2.2 Kinetic theory

During the pyrolysis process biomass degradates to solid (char), and volatiles and gases (Sadhukhan et al., 2009). The global equation of thermal decomposition of biomass can be expressed as follows (Chandrasekaran et al., 2017):

$$\frac{d\alpha}{dt} = k(T)f(\alpha) \quad (1)$$

where, $\frac{d\alpha}{dt}$ is the rate of pyrolysis, $f(\alpha)$ is the reaction model, and $k(T)$ is the dependency of the rate constant on temperature. The latter is defined by Arrhenius equation:

$$k(T) = Ae^{-(\frac{E_a}{RT})} \quad (2)$$

where $A, E_a, T,$ and R are pre-exponential factor (min^{-1}), apparent activation energy (kJ mol^{-1}), absolute temperature (K), and the universal gas constant (8.314 J mol^{-1} K^{-1}), respectively. If Eq. 2 is replaced to Eq. 1, Eq. 3 is obtained:

$$\frac{d\alpha}{dt} = Ae^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}f(\alpha) \quad (3)$$

In the case of non-isothermal thermogravimetric experiments, heating rate, $\beta = \frac{dT}{dt}$, varies with the time interval chosen and can be substituted into Eq. (3) by giving Eq. (4) which can be used for differential methods:

$$\frac{d\alpha}{dT} = \frac{A}{\beta} e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)} f(\alpha) \quad (4)$$

The degree of conversion, α, is the decomposed amount of biomass and can be expressed depending on m_i (initial mass of the sample), m_t (mass of the sample at time t), and m_f (final mass of the sample) as:

$$\alpha = \frac{m_i - m_t}{m_i - m_f} \quad (5)$$

The integral form of Eq. 4, can be used for integral methods and defined by Eq. 6 (Ma et al., 2015, Soria-Verdugo et al., 2018):

$$g(\alpha) = \int_0^{\alpha} \frac{d\alpha}{f(\alpha)} = \frac{A}{\beta} \int_{T_0}^{T} \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) dT = \frac{A}{\beta} \int_0^{T} \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) dT = \frac{AE}{\beta R} p(x) \quad (6)$$

Where $g(\alpha)$, x, and $p(x)$ are the integral form of $f(\alpha)$, $\frac{E_a}{RT}$, and the temperature integral. Considering that $p(x)$ has no analytical solution, some approximations were introduced. Coats-Redfern (Coats and Redfern, 1964, Urbanovici et al., 1999) approximates as:

$$p(x) = \frac{\exp(-x)}{x^2}\left(1 - \frac{2}{x}\right) \quad (7)$$

By using Eq. 7 and making some simplifications Eq. 6 becomes (Açıkalın, 2012):

$$\ln g(\alpha) = -\frac{E_a}{RT} + \ln\left(\frac{AR}{\beta E_a}\right) \quad (8)$$

3. RESULTS

3.1. Physicochemical characterization

Table 1 presents the results of proximate, ultimate and higher heating value analyses of sour cherry stone. Moisture, ash, volatile matter and fixed carbon content are the components of proximate analysis. Ultimate analysis includes the determination of carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen and sulfur percentages. Higher heating value, which is also known as gross calorific value, refers to the heat content on a dry basis (Saidur et al., 2011).

Table 1: Ultimate, proximate and higher heating value analyses of sour cherry stone

Proximate analysis [%]	
Moisture	6.85
Ash	1.28
Volatiles	71.86
Fixed C*	20.01
Ultimate analysis [%]	
C	50.92
H	7.40
O*	39.27
N	2.41
S	-
Higher heating value [J g^{-1}]	20405

*By difference.

3.2. Thermogravimetric characterization

Thermogravimetric analysis consists of TG (thermogravimetry) and DTG (derivative thermogravimetry) curves revealing thermal characteristics of the used biomass sample. In Figure 1, TG and DTG curves of sour cherry at different heating rates (5, 10, 20, 30, and 40°C min^{-1}), and

particle sizes (75-150, 150-250, and 250-425 µm) were given. TG curves demonstrate the mass loss of a sample in relation to temperature, whereas DTG curves indicate those of the rate of change of mass.

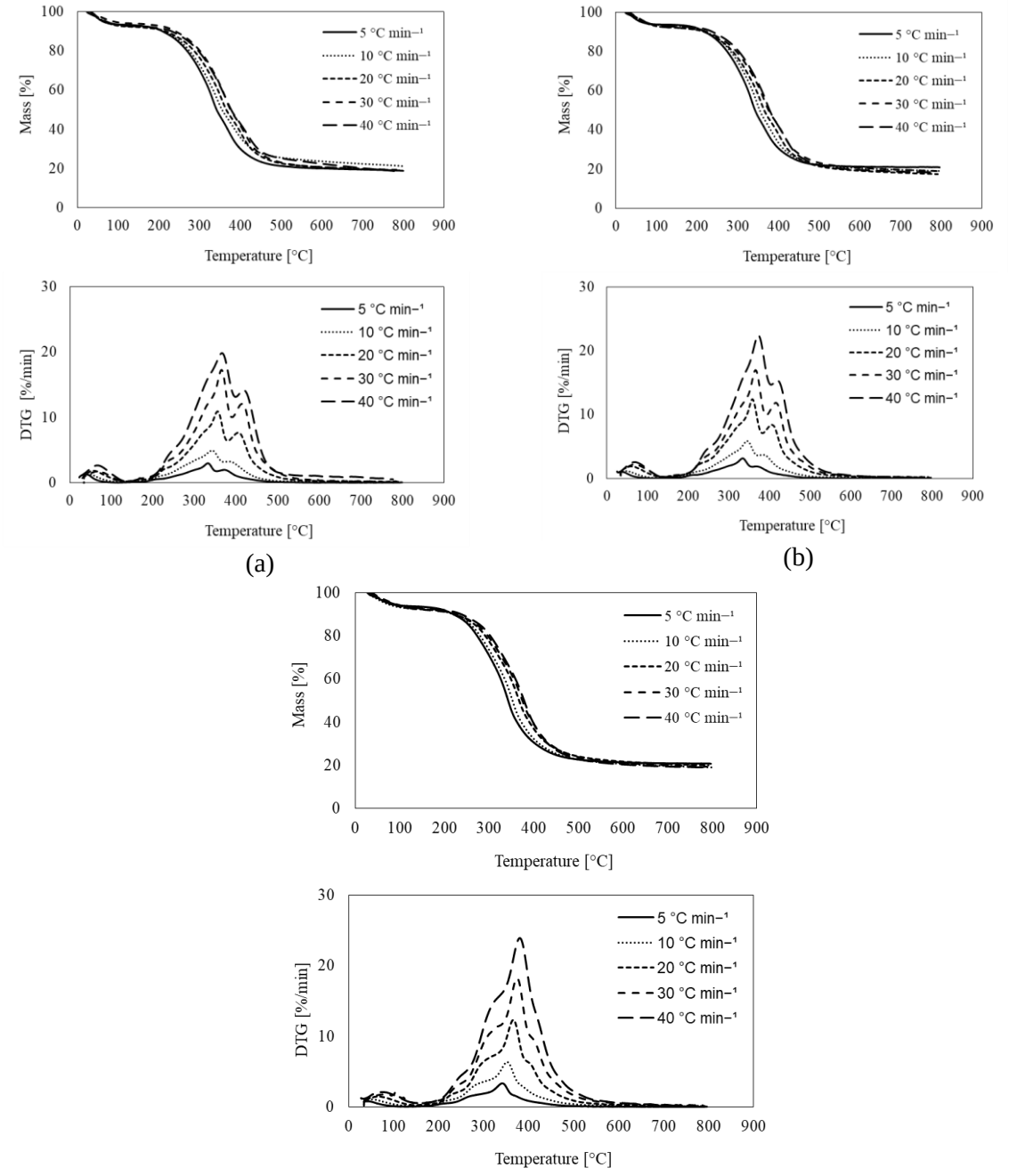


Figure 1. TG and DTG curves of sour cherry stone at different particle sizes
a) 75-150 µm b) 150-250 µm c) 250-425 µm

Table 2. Thermal properties of sour cherry stone at particle size of 75-150 µm

	5°C min^{-1}		10°C min^{-1}		20°C min^{-1}		30°C min^{-1}		40°C min^{-1}	
Stage	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.
T_i [°C]	212	344	234	360	243	376	254	379	261	383
T_f [°C]	344	415	360	443	376	448	379	466	383	469
T_{max} [°C]	327	378	337	382	360	401	368	410	371	414
W_{max} [% min^{-1}]	2.8	1.88	4.83	3.25	10.55	7.5	16.91	11.91	19.55	14.05

Table 3. Thermal properties of sour cherry stone at particle size of 150-250 µm

	5°C min^{-1}		10°C min^{-1}		20°C min^{-1}		30°C min^{-1}		40°C min^{-1}	
Stage	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.	2nd st.	3rd st.
T_i [°C]	237	349	252	361	256	379	270	384	273	388
T_f [°C]	349	431	361	445	379	453	384	468	388	471
T_{max} [°C]	329	379	340	384	361	403	369	411	376	415
W_{max} [% min^{-1}]	2.99	1.74	5.62	3.67	12.05	8.32	16.61	11.6	22.02	15.25

Table 4. Thermal properties of sour cherry stone at particle size of 250-425 µm

	5°C min^{-1}	10°C min^{-1}	20°C min^{-1}	30°C min^{-1}	40°C min^{-1}
Stage	2nd st.	2nd st.	2nd st.	2nd st.	2nd st.
T_i [°C]	243	254	269	272	278
T_f [°C]	432	446	474	478	479
T_{max} [°C]	337	358	370	379	385
W_{max} [% min^{-1}]	3.22	6	11.94	17.79	23.46

Table 2, Table 3, and Table 4 present the thermal properties of sour cherry stone at the defined stages where T_i, T_f, W_{max}, T_{max} are the 6initial temperature, final temperature, maximum mass loss rate, and the temperature at which maximum mass loss rate occurred, respectively. Taking the heating rate of 10°C min^{-1} and the particle size of 75-150 µm (Figure 1a) as representative, the first pyrolysis stage of sour cherry stone occurred between 25°C−234°C with a mass loss of 12.36%. The second pyrolysis stage of sour cherry stone were observed between 234°C−360°C which was demonstrated with the peak at 378°C. The mass loss in the second stage was 39.45% and the mass loss rate was 4.83%. The third stage of sour cherry stone were observed between 360-443°C which was signified by the peak at 378°C on the DTG curve (Figure 1a). The mass loss in the third stage was 19.79% and the mass loss rate was 3.25% min^{-1}. The fourth stage started at 443°C and finished at 800°C with a mass loss of 28.4%.

3.3. Kinetic study

Kinetic study was performed using non-isothermal TG/DTG data of sour cherry stone samples. Coats-Redfern method, which is a model fitting method and given in Eq. 8, was applied in order to calculate the kinetic parameters. Each active stage was used for kinetic calculations separately.

By application of specific temperatures which were given in Table 2, 3, and 4 for different particle size ranges, correlation coefficients for the assumed reaction degrees were obtained from the slope of the *ln g(α)* versus *1/T* plot. Following this, using the attained coefficients R^2-n plots were drawn and presented in Figure 2. The top values of the R^2-n curves led the determination of reaction degrees. The final *ln g(α)* versus *1/T* plots were drawn using the determined reaction degrees. Activation degrees and pre-exponential factors were calculated from the slope and the intercept of the *ln g(α)* versus *1/T* plots, respectively (Figure 3).

Corresponding data including fitted equations, pre-exponential factors, reaction degrees, and calculated R^2 values and activation energies for the all applied particle sizes were given at the second active pyrolysis stage in Table 5 and at the third active stage in Table 6. Since the samples with the highest particle size have only one active stage, Table 6 demonstrates the results of two particle size ranges.

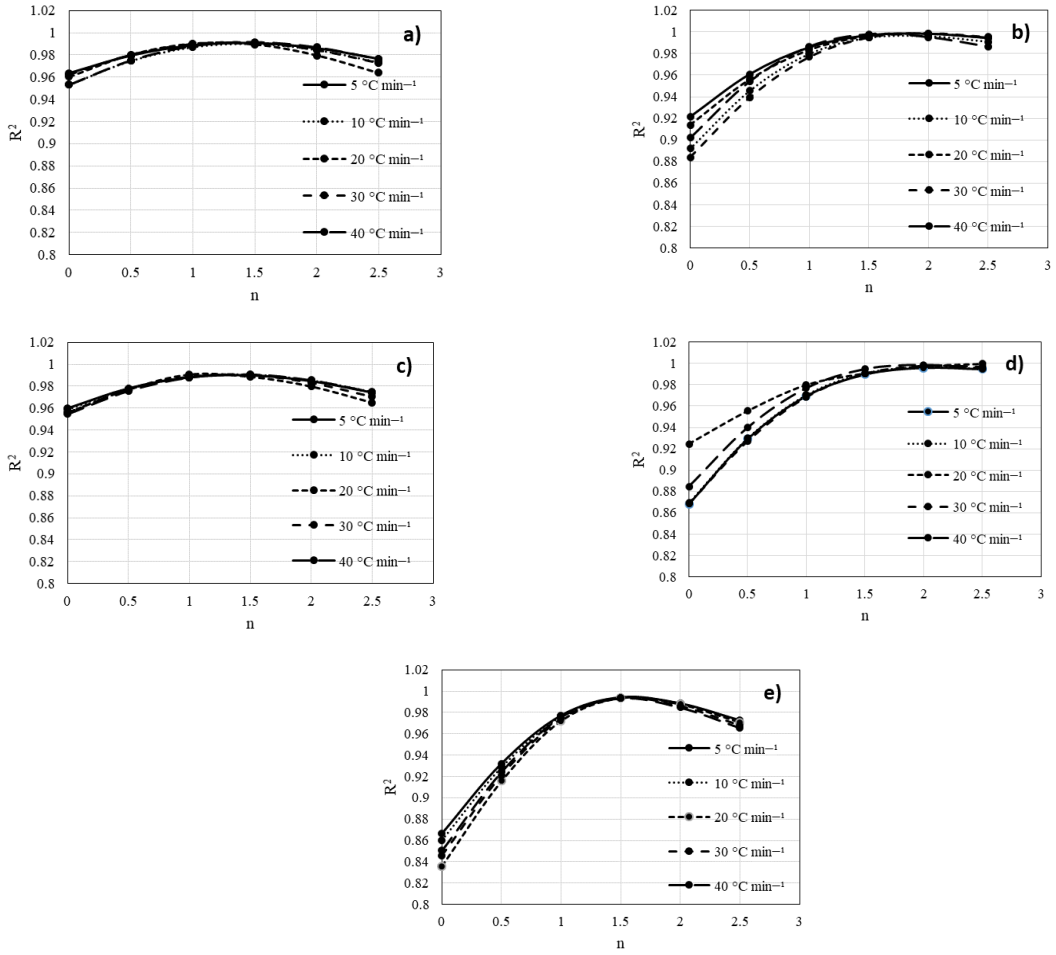


Figure 2. R^2-n curves of sour cherry stone at the different particle sizes and active stages a) 75-150 µm, 2nd st. b) 75-150 µm, 3rd st. c) 150-250 µm, 2nd st. d) 150-250 µm, 3rd st. e) 250-425 µm, 2nd st.

Table 5. Fitted equations, calculated R^2 values, activation energies, pre-exponential factors, and reaction degrees for sour cherry stone at the second active stage for different particle size ranges

Particle size [µm]	Heating rate [°C min^{-1}]	Fitted equation	R^2	E_a [kJ mol^{-1}]	A [min^{-1}]	n
75-150	5	y = -10057x + 4.6514	0.9904	83.6	5.3E+06	1.4
	10	y = -11300x + 6.3840	0.9902	93.9	6.7E+07	1.5
	20	y = -10996x + 5.2843	0.9908	91.4	4.3E+07	1.3
	30	y = -11913x + 6.5810	0,9915	99.0	2.6E+08	1.4
	40	y = -12940x + 8.2650	0.9917	107.6	2.0E+09	1.5
150-250	5	y = -12082x + 7.8634	0.9901	100.4	1.6E+08	1.4
	10	y = -12957x + 8.8876	0.9908	107.7	9.4E+08	1.4
	20	y = -12219x + 7.1626	0.9899	101.6	3.2E+08	1.3
	30	y = -13512x + 9.0052	0.9905	112.3	3.3E+09	1.4
	40	y = -13829x + 9.3806	0.9906	115.0	6.6E+09	1.5
250-425	5	y = -11260x + 5.8156	0.9938	93.6	1.9E+07	1.7
	10	y = -11562x + 5.9348	0.9934	96.1	4.4E+07	1.7
	20	y = -11774x + 5.7367	0.9931	97.9	7.3E+07	1.8
	30	y = -11778x + 5.5240	0.9923	97.9	8.9E+07	1.7
	40	y = -12176x + 5.9956	0.9922	101.2	2.0E+08	1.7

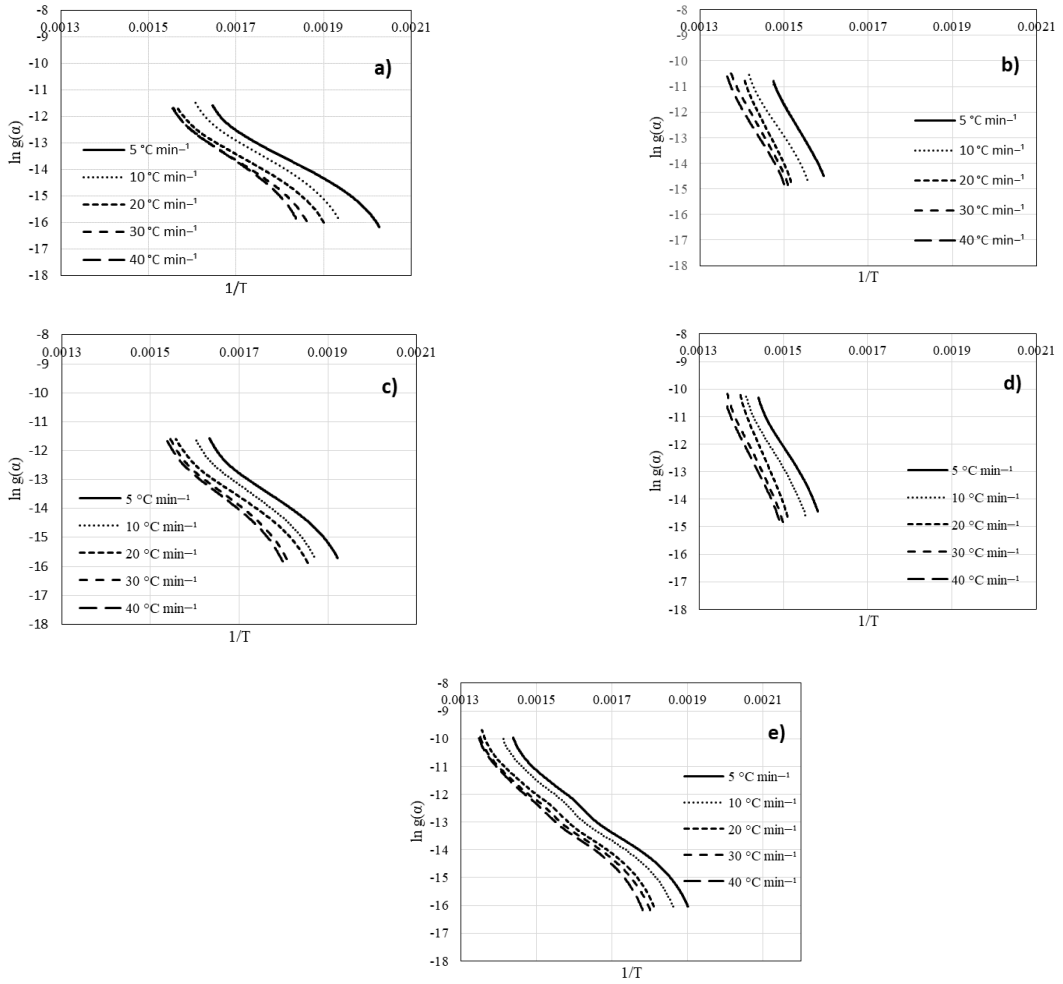


Figure 3. The *ln g(α)* versus *1/T* plots of sour cherry stone samples at the different particle sizes and active stages a) 75-150 µm, 2nd st. b) 75-150 µm, 3rd st. c) 150-250 µm, 2nd st. d) 150-250 µm, 3rd st. e) 250-425 µm, 2nd st.

Table 6. Fitted equations, calculated R^2 values, activation energies, pre-exponential factors, and reaction degrees for sour cherry stone at the third active stage for different particle size ranges

Particle size [µm]	Heating rate [°C min^{-1}]	Fitted equation	R^2	E_a [kJ mol^{-1}]	A [min^{-1}]	n
75-150	5	y = -29074x + 31.952	0.9987	241.7	1.1E+19	1.9
	10	y = -26839x + 27.264	0.9965	223.1	1.9E+17	1.9
	20	y = -33609x + 36.376	0.9987	279.4	4.2E+21	1.9
	30	y = -30458x + 31.280	0.9988	253.2	3.5E+19	2.0
	40	y = -28778x + 28.483	0.9977	239.3	2.7E+18	1.8
150-250	5	y = -26497x + 27.672	0.9958	220.3	1.4E+17	2.0
	10	y = -27810x + 28.790	0.9967	231.2	8.9E+17	2.0
	20	y = -37039x + 41.408	0.9983	307.9	7.1E+23	2.2
	30	y = -32556x + 34.157	0.9978	270.7	6.7E+20	2.1
	40	y = -31704x + 32.629	0.9986	263.6	1.9E+20	2.0

The results disclose that the average activation energies of sour cherry stone samples at the second active stage were 95.1, 107.4, and 97.4 kJ mol^{-1} for 75-150 µm, 150-250 µm, and 250-425 µm particle size range, respectively. On the other hand, the average pre-exponential factors at the same active stage were 4.8E+08, 2.3E+09, and 8.4E+07 min^{-1} and the average reaction degrees were 1.4, 1.4, and 1.7 for 75-150 µm, 150-250 µm, and 250-425 µm particle size range, respectively. Considering that

the particle size of 250-425 µm exhibits single active stage, the average activation energies of sour cherry stone samples at the third active stage were calculated as 247.4 and 258.7 kJ mol^{-1} for 75-150 µm, and 150-250 µm particle size range, respectively. Besides, the average pre-exponential factors were 8.5E+20 and 1.4E+23 min^{-1} and the average reaction degrees were 1.9 and 2.0 for 75-150 µm, and 150-250 µm particle size range, respectively.

4. DISCUSSION

Physicochemical characterization analyses are essential methods to approve the applicability of biomass as a fuel (Shah et al., 2018). Depending on the results of the analyses, some problems associated with the design and operation of the conversion process may be encountered (Chiang et al., 2012). Proximate analysis, which enables the determination of the yield of moisture, ash, volatile matter and fixed carbon, revealed results consistent with the literature (Bay, 2006; Angin, 2014). The moisture content should be preferred to be lower than 10% for an appropriate use of biomass as an energy source (Varma and Mondal, 2016). Therefore, sour cherry stones are suitable materials for pyrolysis process owing to the low content of moisture. High ash content is another undesired property due to the effect on the transport, handling and management costs of the process, and corrosion and slag formation (García et al., 2013). Low ash content of sour cherry stone is advantageous compared with many biomass types (García et al., 2012). Volatile matters and fixed carbon contents are important to measure volatility and ignitability (Chiang et al., 2012). The high volatile matter/fixed carbon ratio makes sour cherry stone suitable for pyrolysis process, since high volatile matter eases the reaction to occur and produces less char (Shah et al., 2018). The elemental analysis of sour cherry stone demonstrated comparable results with many biomass samples (Yin, 2011). Moreover, no detectable sulfur content paved the way for low greenhouse emissions (Table 1). Higher heating value determination gives the application potential of biomass to be used as energy source. The result was in the range of biomasses which have high heating values (Saidur et al., 2011). Relatively high calorific value of sour cherry stone enables the use of the biomass as a possible energy source.

Thermogravimetric analysis allows to investigate the thermal behavior of a biomass during pyrolysis process. The analyses of the samples with the particle size of 75-150 µm and 150-250 µm revealed four distinct stages, two of which were active pyrolysis stages. However, for the particle size of 250-425 µm there were three distinct stages, one of which was an active stage. The highest two peaks on the DTG curves represent the largest mass loss and corresponding stages are designated as active pyrolysis stages (Janković et al., 2020). Increment of particle size resulted in single active stage which could arise from overlapping sections in the thermogravimetric curve. Thermal characteristics of active pyrolysis stages led an obtainment of the kinetic calculations. According to the data which are given in Figure 1, the mass loss in the first stages indicates the removal of moisture and also some low molecule volatiles as well. The second stages can be called as active pyrolysis stages, due to the high mass loss rates. Hemicellulose, cellulose, and lignin decompose between the temperatures 210–325, 310–400, and 160–900°C, respectively (Açıkalın, 2011). Since hemicellulose decomposes between 210°C–325°C, the second stage can be mainly responsible for the decomposition of hemicellulose. Furthermore, owing to the temperature range for the decomposition of cellulose which occurs between 310-400°C, the second stage can also be partially attributed to the decomposition of cellulose as well. The third pyrolysis stage was designated again as another active pyrolysis stage for the particle size of 75-150 and 150-250 µm with respect to the high mass loss rates. Due to the decomposition range of cellulose, the third stage can be mainly assigned to cellulose decomposition. However, the third stage was a passive stage for the particle size of 250-425 µm. The fourth pyrolysis stages for the particle size of 75-150 and 150-250 µm were denoted as passive pyrolysis stages since lower mass loss rates occur on the last stage. The fourth stage can be identified mainly with lignin since lignin decomposes between 160°C and 900°C.

Examination of Table 2, Table 3, and Table 4 designates that the effect of heating rate on thermal characteristics is noticable. As the heating rate increased, the initial temperature (T_i), final temperature (T_f), and the temperature at which maximum mass loss rate occurred (T_{max}) increased for all particle sizes. The increase of characteristic temperatures with increasing heating rate was also noted in other studies (Bhavanam and Sastry, 2015; Gogoi et al., 2018; Fu et al., 2020). The data contributes a

clearer understanding of inter effect of particles. Increasing heating rates led a reduced heat transfer between particles and as a result more heating in between particles was needed to reach characteristic temperatures. In addition, Table 2, Table 3, and Table 4 demonstrate that maximum mass loss rates (W_{max}) increased with the increase of heating rate for all studied particle sizes. The introduced amount of energy to the pyrolysis system increases by the increase of heating rate and therefore, maximum mass loss rates increase.

The characteristic temperatures of active pyrolysis stages were also affected by particle size. As can be seen by the comparison of Table 2, Table 3, and Table 4, increment of particle size resulted in an increase in T_i and T_f values of sour cherry stone at the active pyrolysis stages, when the heating rate was kept constant. W_{max} values increased generally as the particle size increased for all stages at all heating rates studied. Increasing particle size, retarded the heating of inner parts of the biomass sample, and as a result higher temperatures were needed to complete the process. However, T_{max} values remained almost constant for the particle size ranges of 75-150 µm and 150-250 µm. The highest studied particle size range provided a relatively different results than the other particle size ranges. When the particle size reached a certain value (250-425 µm), the decomposition temperature ranges of hemicellulose and cellulose coincided substantially. Thus, instead of two active pyrolysis zones for hemicellulose and cellulose, a single active pyrolysis zone was formed. The reason for this situation could be that when the particle size increased, the difference between the surface temperature and the temperatures at the inner parts increased, and therefore the decomposition temperatures shifted to higher values due to the thermal lag formed. When the decomposition temperatures shifted to higher value, a single active zone may have occurred in the wider temperature range due to the necessity of temperature values high enough to degrade both components.

The average activation energies at the third stage were higher compared with the average activation energies at the second stage for the particle size of 75-150 µm and 150-250 µm. The reason is based on the decomposition characteristics of the components of the biomass. The decomposition of cellulose can be disclosed mainly to occur in the third stage. Due to the higher energy need to decompose cellulose in comparison to hemicellulose (Pandey and Kim, 2011), the third active stage with a particle size of 75-150 and 150-250 µm demonstrated higher average activation energies than those of the second active stage. The biomass with a particle size of 250-425 µm presented a reasonable average activation energy value to the second active stage of the other studied particle size ranges. However, an exact comparison would not be possible due to the difference in the number of active stages. When there are two active stages as in the case for the particle size of 75-150 µm and 150-250 µm, a slightly increase in activation energies was determined by the increase of particle size. The increase in particle size led to a more inhibited conduction of heat, thereby increasing the activation energy.

5. CONCLUSION

Increment of particle size resulted in an increased value of termal properties basically due to the nonhomogeneity of heating process in between the particles. The particle size ranges of 75-150 and 150-250 µm, demonstrated two active pyrolysis stages whereas the particle size of 250-425 µm demonstrated single active stage which could mainly arise from the overlapping sections in the thermogravimetric analysis.

Beside the relavant aspects, kinetic triplets were determined for three different particle size ranges using Coats-Redfern method which is a model-fitting method. The average activation energies were in the range of 95.1-107.4 and 247.4-258.7 kJ mol^{-1} for the second and the third active stage, respectively. By the increase of particle size, the average activation energy was comparatively increased in the case of two active stages. The average activation energies of the samples with 75-150 and 150-250 µm particle size range at the third active stage revealed a higher value of average activation energies compared with the those of the second active stage. Since the decomposition of cellulose mainly occured at the third stage, the average activation energies at this stage were higher than those at the second stage. Pre-exponential factors were determined in the range of 8.4E+7-2.3E+9

min^{-1} and 8.5E+20-1.4E+23 min^{-1}, and the reaction orders were determined in the range of 1.4-1.7 and 1.9-2.0 for the second and the third active stage, respectively.

ACKNOWLEDGEMENTS
The author would like to thank DIMES Fruit Juice Inc. (Izmir Turkey) for supplying sour cherry stones.

REFERENCES

Açıkalın K. 2011. Thermogravimetric analysis of walnut shell as pyrolysis feedstock. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 105, 145–150.

Açıkalın K. 2012. Pyrolytic characteristics and kinetics of pistachio shell by thermogravimetric analysis. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 109, 227–235.

Alper K, Tekin K, Karagöz S. Pyrolysis of agricultural residues for bio-oil production. Clean Technologies and Environmental Policy 17, 211–223.

Angin D. 2014. Production and characterization of activated carbon from sour cherry stones by zinc chloride. Fuel 115, 804–811.

Bay B. 2006. Çeşitli biyokütle kaynaklarının termal davranımının incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82 pp.

Bhavanam A, Sastry RC. 2015. Kinetic study of solid waste pyrolysis using distributed activation energy model. Bioresource Technology 178, 126–131.

Chandrasekaran A, Ramachandran S, Subbiah A. 2017. Determination of kinetic parameters in the pyrolysis operation and thermal behavior of *Prosopis juliflora* using thermogravimetric analysis. Bioresource Technology 233, 413–422.

Chen Z, Wang M, Jiang E, Wang D, Zhang K, Ren Y, Jiang Y. 2018. Pyrolysis of Torrefied Biomass. Trends in Biotechnology 36 (12), 1287–1298.

Chiang K-Y, Chien K-L, Lu C-H. 2012. Characterization and comparison of biomass produced from various sources: Suggestions for selection of pretreatment technologies in biomass-to-energy. Applied Energy 100, 164–171.

Coats AW, Redfern JP. 1964. Kinetic Parameters from Thermogravimetric Data. Nature 201, 68-69.

Di Blasi C. 2008. Modelling chemical and physical processes of wood and biomass pyrolysis. Progress in Energy and Combustion Science 34 (1), 47–90.

Duman G, Okutucu C, Ucar S, Stahl R, Yanik J. 2011.The slow and fast pyrolysis of cherry seed. Bioresource Technology 102 (2), 1869–1878.

FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: http://faostat.fao.org [Access Date: 21.02 2020]

Fu S, Chen H, Yang J, Yang Z. 2020. Kinetics of thermal pyrolysis of Eucalyptus bark by using thermogravimetric-Fourier transform infrared spectrometry technique. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 139, 3527–3535.

García R, Pizarro C, Lavín AG, Bueno JL. 2012. Characterization of Spanish biomass wastes for energy use. Bioresource Technology, 103 (1), 249–258.

García R, Pizarro C, Lavín AG, Bueno JL. 2013. Biomass proximate analysis using thermogravimetry. Bioresource Technology 139, 1–4.

Gogoi M, Konwar K, Bhuyan N, Borah RC, Kalita AC, Nath HP, Saikia N. 2018. Assessments of pyrolysis kinetics and mechanisms of biomass residues using thermogravimetry. Bioresource Technology Reports 4, 40–49.

Gonzales JF, Encinar JM, Canito JL, Sabio E, Chacón M. 2003. Pyrolysis of cherry stones: energy uses of the different fractions and kinetic study. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis 67 (1), 165–190.

Janković B, Manić N, Stojiljković D. 2020. The gaseous products characterization of the pyrolysis process of various agricultural residues using TGA–DSC–MS techniques. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 139, 3091–3106.

Kim JW, Lee HW, Lee I-G, Jeon J-K, Ryu C, Park SH, Jung S-C, Park Y-K. 2014. Influence of reaction conditions on bio-oil production from pyrolysis of construction waste wood. Renewable Energy 65, 41–48.

Lussier MG, Shull JC, Miller DJ. 1994. Activated carbon from cherry stones. Carbon 32 (8), 1493–1498.

Ma Z, Chen D, Gu J, Bao B, Zhang Q. 2015. Determination of pyrolysis characteristics and kinetics of palm kernel shell using TGA–FTIR and model-free integral methods.Energy Conversion and Management 89, 251–259.

Özsin G, Pütün AE. 2017. Kinetics and evolved gas analysis for pyrolysis of food processing wastes using TGA/MS/FT-IR. Waste Management 64, 315–326.

Pandey MP, Kim CS. 2011. Lignin depolymerization and conversion: A review of thermochemical methods. Chemical Engineering & Technology 34 (1), 29–41.

Sadhukhan AK, Gupta P, Saha RK. 2009. Modelling of pyrolysis of large wood particles. Bioresource Technology 100 (12), 3134–3139.

Saidur R, Abdelaziz EA, Demirbas A, Hossain MS, Mekhilef S. 2011. A review on biomass as a fuel for boilers. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (5), 2262–2289.

Santos RM, Santos AO, Sussuchi EM, Nascimento JS, Lima ÁS, Freitas LS. 2015. Pyrolysis of mangaba seed: Production and characterization of bio-oil. Bioresource Technology 196, 43–48.

Shah MA, Khan MNS, Kumar V. 2018. Biomass residue characterization for their potential application as biofuels. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 134, 2137–2145.

Soria-Verdugo A, Goos E, García-Hernando N, Riedel U. 2018. Analysis the pyrolysis kinetics of several microalgae species by various differential and integral isoconversional kinetic methods and Distributed Activation Energy Model. Algal Research 232, 11–29.

Urbanovici E, Popescu C, Segal E. 1999. Improved Iterative Version of the Coats-Redfern Method to Evaluate Non-Isothermal Kinetic Parameters. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 58, 683–700.

Varma AK, Mondal P. 2016. Physicochemical characterization and kinetic study of pine needle for pyrolysis process. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 124, 487–497.

Yılmaz FM, Görgüç A, Karaaslan M, Vardin H, Ersus Bilek S, Uygun Ö, Bircan C. 2019. Sour Cherry By-products: Compositions, Functional Properties and Recovery Potentials – A Review, Critical Reviews in Food Science and Nutrition 59 (22), 3549–3563.

Yin C-Y. 2011. Prediction of higher heating values of biomass from proximate and ultimate analyses. Fuel 90 (3), 1128–1132.

LSTM DERİN ÖĞRENME YÖNTEMİ İLE ARIMA ZAMAN SERİLERİ YÖNTEMİNİN ARAÇ KİRALAMA SEKTÖR VERİLERİ ARACILIĞIYLA KARŞILAŞTIRILMASI

Yasin Kalkavan
İstanbul Okan Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Sistemleri Programı
ykalkavan@stu.okan.edu.tr 0000-0001-8235-2680

Feridun Özçakır
İstanbul Okan Üniversitesi / Uygulamalı Bilimler Fakültesi / Bilişim Sistemleri ve Teknolojileri Bölümü
feridun.ozcakir@okan.edu.tr

Özet
İnsanoğlu yaşadığı sürece gelecek hakkında tahminlerde bulunmaya çalışmış, tahminlerinin doğruya daha yakın çıkması adına birçok yöntemler geliştirip kullanmıştır. Günümüzde firmalar ve insanlar arasında rekabetin artması en doğru kararları alabilmeleri adına çeşitli yöntemler geliştirilmesini teşvik etmektedir. Firmalar karlılıklarını ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için tahminlerini en doğru şekilde gerçekleştirip stratejilerini belirlemektedirler. Bu çalışma kapsamında yapay sinir ağları ve zaman serileri kavramları ile ilgili alanyazın (literatür) taraması gerçekleştirilmiştir. Bu kavramlar ile ilgili alanyazından elde edilen araştırma bulguları çalışmanın giriş bölümünde yer almaktadır. Genel bilgiler bölümünde yapay sinir ağlarına, derin öğrenme algoritmalarından Tekrarlayan Sinir Ağı (Recurrent Neural Network - RNN)'na ve özel bir RNN türü olan Uzun Kısa Vadeli Bellek (Long Short Term Memory - LSTM) ağına ve ayrıca durağan zaman serilerini modellemenin yaygın yollarından biri olan Özbağlanımsal Tümleşik Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average - ARIMA) tahmin yöntemine yer verilmektedir. Uygulama bölümünde ise bu çalışma kapsamında tercih edilen istatiksel ve teknolojik yapı, gerçekleştirilen uygulamanın detayları, LSTM ve ARIMA yönteminde belirlenen parametrelerin gerekçeleri yer almaktadır. Sonuç bölümünde ise gerçekleştirilen karşılaştırma sonuçlarının yorumlanması yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında; yapay sinir ağlarından LSTM yöntemi ile zaman serilerinden ARIMA yöntemi araç kiralama sektör verileri aracılığı ile karşılaştırılmaktadır. İki farklı yöntemin uygulama aşamasında sahip oldukları üstün yönlerine ve eksikliklerine değinilmektedir. Uygulama sonuçları Kare Ortalamalarının Karekökü (Root Mean Square - RMSE) yöntemi ile ölçülmüştür. Karşılaştırma sonucunda ARIMA yönteminin LSTM yöntemine göre daha doğru sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Derin Öğrenme, Zaman Serileri, LSTM, ARIMA

COMPARISON OF LSTM DEEP LEARNING METHOD AND ARIMA TIME SERIES METHOD THROUGH CAR RENTAL SECTOR DATA

Abstract
Through their entire existence, the humankind have developed and used many methods to make predictions about the future. Today, increased competition between the companies and people have encouraged finding new methods for them to make best decisions. So companies determine their strategies in a best way that to maintain their profits and existence. In this context artificial neural networks and time series are studied. The research findings are included on the introduction part. Artificial neural networks, deep learning algorithms such as Recurrent Neural Network (RNN), Long Short Term Memory (LSTM)-a special type of RNN-, and also a most common way of stationary time modelling method Autoregressive Integrated Moving Average(ARIMA) are mentioned in the general information part. On the body part statistical and technological structure, performed application details, and the parameters in LSTM and ARIMA methods are presented. And, in the conclusion part, there is a commentary for the end results of the comparison. In this study, artificial neural network method LSTM and time series method ARIMA are compared using rent a car sector database. The pros and cons of those two differents methods in the testing process are stated. The end results are

measured by Root Mean Square(RMSE) method. Comparison result shows that ARIMA method is more accurate than LSTM.

Keywords: Artificial Neural Network, Deep Learning, LSTM, Time Series, ARIMA

1. GİRİŞ

Firmalar değişen ticaret şartları, artan maliyetler ve beklenmedik ekonomik şartlar ile mücadele etmektedir. Günümüz ticaretinde rekabet içerisinde kalabilmek doğru planlama ile mümkündür. Gelecekteki belirsizlikler planlamanın etkin önemini arttırmaktadır. Bu bakımdan tahmin, planlamanın en önemli öğesidir. Tahmin, geçmiş verilerin düzenlenmesi ve analizi akabinde çeşitli algoritmalar sonucunda gelecek hakkında fikir sahibi olunmasıdır (Aydın, 2017).

Araç kiralama sektöründe en önemli kalem araçlardır. Araç kiralama firmaları filolarında araç sayılarını mevsimsel olarak azaltıp arttırmaktadır. Özelikle hafta sonları ve yaz aylarında turizm canlanması araç kiralama talebini arttırmaktadır. Zamana bağlı değişen talep miktarı göz önüne alınıp doğru planlama yapılmadığı taktirde araç yetersizliğine ya da araç fazlalığına sebep olup firmaları ekonomik anlamda zarar ettirmektedir. Doğru planlama yapılmadığı taktirde kiralanmayan araçlar için yıkama, otopark ücreti, araç bakım, vergi ya da araç yetersizliğinden dolayı kaybedilen müşteriler gibi kalemler negatif olarak firmada muhasebeleşmektedir.

Karakoyun ve Çıbıkdiken (2018)'in çalışmasına göre bitcoin değerlerini ARIMA ve LSTM modelleri ile en fazla 30 günlük süreyi tahmin edecek şekilde model kurulmuştur. Oluşturulan model sonuçları MAPE ölçü kriteri ile karşılaştırılmış olup, LSTM modelinin ARIMA modelinden daha iyi sonuç ürettiği gözlenmiştir.

Paidipati ve Banik (2019) tarafından gerçekleştirilen ARIMA ve LSTM modellerinin karşılaştırıldığı çalışmada 1950 ile 2017 yılları arasındaki yıllık pirinç ekimi verileri üzerinden ARIMA ve LSTM modelleri ile öngörü mekanizmaları kurulmuş, ihtiyaç tahmini yapılmıştır. Oluşturulan modellerde LSTM modeli ARIMA modelinden daha iyi sonuçlar vermiştir. 2019 yılında Temur ve Akgün'ün gerçekleştirmiş olduğu çalışmaya göre Türkiye'de konut miktarı üzerine LSTM ve ARIMA modelleri geliştirilmiştir. Geliştirilen model sonuçlarında LSTM modelinin ARIMA modelinden daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

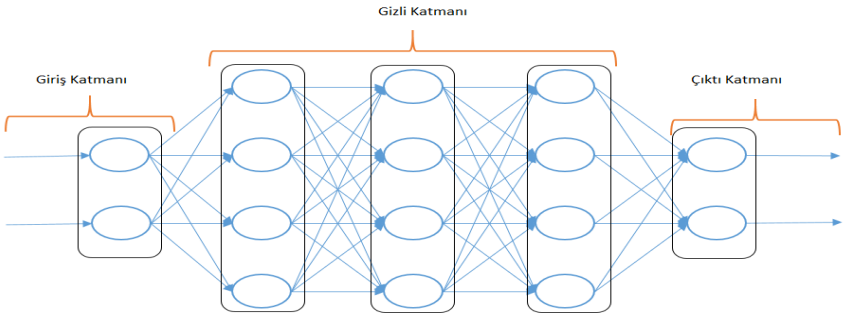
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada serinin durağan olmamasına karşı geliştirilmiş zaman serisi yöntemlerinden ARIMA yöntemi ve zaman serisi problemleri bakış açısına uygun olan derin öğrenme yöntemlerinden LSTM yöntemi seçilmiştir. Her iki yöntemde de hazır kütüphane ve esnek kodlama imkânı sunan Python programlama dili kullanılmıştır. Programlama arayüzü olarak GPU (Grafik işlem birimi) ve TPU (Tensor işlem birimi) desteği sağlayan Colab tercih edilmiştir. Üzerine model kurulacak verinin betimlenmesi için Seaborn, Pandas, Numpy ve Scipy kütüphaneleri kullanılmıştır. ARIMA yönteminin oluşturulmasında stastsmodels modülünün altında yer alan ARIMA fonksiyonu ve LSTM yönteminde ise modüler yapıda ve hazır fonksiyonlara sahip olmasından dolayı Keras kütüphanesi tercih edilmiştir. Oluşturulan modeller RMSE yöntemi ile ölçülüp karşılaştırılmıştır.

2.1. Yapay Sinir Ağları

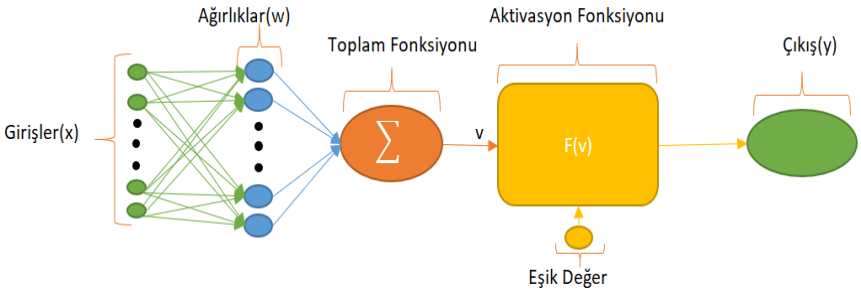
Yapay sinir ağları (YSA), bilgisayarın keşfi, teknolojinin ilerlemesi, verilerin düzenli bir şekilde saklanabilmesi ile beynimizin düşünebilme, problem çözebilme, hatırlama ve öğrenebilme özelliklerini bilgisayarlara aktarılmaya çalışılması ile meydana gelmiştir. (Ergin, 2012).

Hamzaçebi (2011)'nin hazırlamış olduğu kitaba göre, YSA modelleri birbirlerine benzerler. Modeller girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanında oluşmaktadır. Giriş katmanında ki nöron sayısı n adet, gizli katman sayısı n tane olabilmenin yanında her gizli katmanda da n adet nöron olabilmektedir. Çıktı katmanı ise genelde 2 adet nörona sahip olup (bazı ağlarda 1,2,3,…,n adet nörona sahip olduğu görülebilir) sonuç çıktısı vermektedir. YSA katman yapısı Şekil 1.'de gösterildiği gibidir.



Şekil 1. YSA Katman Yapısı

Öztemel (2006)'in "Yapay Sinir Ağları" isimli kitabına göre YSA'ları yapısında 3 adet işlemci mevcuttur. Ağırlıklar; Her girdi ağırlıklar ile etkileşim sonucunda önemlilik derecesi belirlenmektedir. Ağırlığın 0 ya da çok yüksek bir değer olması ilgili girdi değerinin ağ için önemsiz ya da önemli olduğunu ifade etmemektedir. Toplam fonksiyonu; Nöronlara gelen toplam değerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Aktivasyon fonksiyonu; Tüm girdi değerlerinin ağırlıklar ile çapılması sonucu elde edilen değer, aktivasyon fonksiyonu ile işleme tutularak 0 ile 1 arasına sıkıştırılır. Aktivasyon fonksiyonu seçilirken türevi alınabilen fonksiyonlar tercih edilmelidir. Şekil 2'de YSA'nın yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2. Yapay Sinir Ağları Yapısı Görseli

Literatürde yer alan farklı toplam ve aktivasyon fonksiyonları mevcuttur. Bazı toplam fonksiyonları; çarpım, maksimum ve minimum, toplam ve kümülatif toplam fonksiyonudur. Bazı aktivasyon fonksiyonları; doğrusal, tanjant, sigmoid, softmax ve relu fonksiyonlarıdır (Öztemel, 2006).

YSA'ların avantaj ve dezavantajları: Garver (2002)'in çalışmasına göre; Matematiksel denklemleri kurulamayan problemlerde kullanılabilmektedir. Eksik veriler ile çalışabilmekle beraber genelleme yapabiliyor oluşu YSA'nın avantajları olarak gösterilmektedir. Bu durum yapay sinir ağları diğer yöntemlerden avantajlı kılsa da sadece sayısal veriler ile çalışabilmesi, eğitim süresinin belirsizliği, ağın davranışlarının açıklanamaz oluşu ve en uygun modelinin bulunamaması dezavantajlarındandır.

2.2. Derin Öğrenme

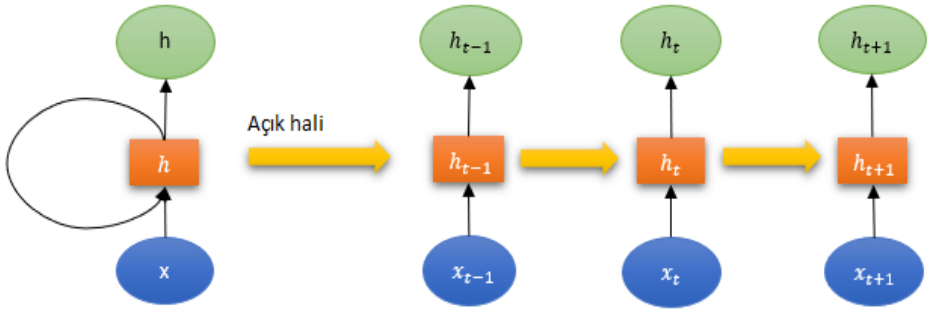
Toğacar ve Ergen (2019)'in çalışmasına göre; derin öğrenme YSA'lardan farklı kılan en önemli özeliği gizli katman ve nöron sayısını fazla olması ve gizli katmandaki nöronların birbirlerine karmaşık yapıda bağlı olmasıdır. YSA'lar ile arasındaki bu fark derin öğrenme için güçlü donanımlara gereksinimi arttırmıştır. Güçlü GPU ve CPU (merkezi işlem birimi) donanımlarının var olmaya başlaması karmaşık ve büyük verilerde derin öğrenmenin kullanılması arttırmış başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Literatürde farklı RNN ve LSTM gibi farklı derin öğrenme yöntemleri mevcuttur.

2.2.1. Tekrarlayan Sinir Ağı (RNN)

Ayyüce ve Bolat (2018)'ın çalışmasına göre; RNN'ler ileri beslemeli ağ türüne sahiptir. RNN'de temel mantık sıralı bilgileri kullanarak tahmin yapmaktır. RNN bir sonraki adımı tahmin edebilmesi için önceki adımları biliyor olması gerekmektedir. RNN yöntemi hafızaya sahiptir.

RNN sinir ağı gelecekte X bir zamana ait tahmin gerçekleştirirken, o zamana kadar olan tüm ara zaman dilimlerini geçmiş dönemlerdeki verilerden tahmin ederek adım adım ilerletir sonra X zamana ait tahmini ara zaman dilimlerinden yararlanılarak gerçekleştirir.

Tahminleri gerçekleştirirken önceden öğrendiği her bilgiden etkilenmektedir. Bu durum RNN'lerde bilgi kirliliğine yol açabilmektedir. Örneğin; uzun bir metin içerisinde "Tüm yaz boyunca Antalya'daydım" ile başlayan metnin ilerleyen paragraflarında "… sahillerinde her akşam denize girdim." Şeklinde boş bırakılan yere eğer metnin genelinde farklı illerden de bahsedilmiş ise RNN bu diğer il bilgilerinden etkilenerek boşluk bırakılan yere Antalya yazılması gerektiği tespit edemeyebilir. Şekil 3.'de RNN yönteminin görüntüsü gösterilmektedir (Kızrak & Bolat, 2018).

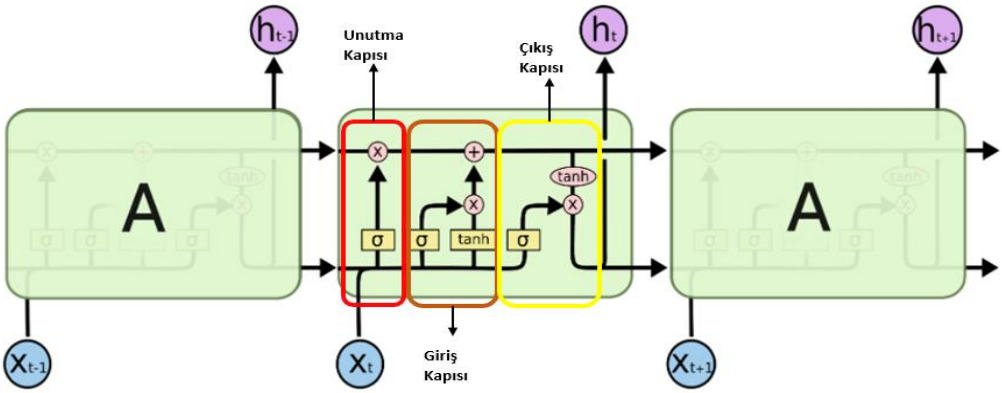


Şekil 3. RNN Yönteminin Görseli

2.2.2. Uzun Kısa Vadeli Bellek (LSTM)

Bir derin öğrenme modeli olan LSTM 1997 yılında Hochreitear ve Schmidhuber tarafından geliştirilmiştir. LSTM algoritması RNN'in çalışma mantığı üzerine kurulmuş derin öğrenme yöntemidir. Aralarındaki en önemli fark LSTM'in hafızada bilgiyi saklama, güncelleme ve gerek gördüğünde bilgiyi unutabilmeyi öğrenebilmesidir.

LSTM ağının RNN'den farkı örnek üzerinden anlatılmıştır. Örneğin; Bir filmde Ahmet Pisa kulesinin yanında yürüdüğü sahnelerde RNN Ahmet'in İtalya'da olduğunu anlayabilmektedir. Başka sahnede buz üzerinde yürüyen penguenleri gördüğünde Ahmet'in güney kutbunda olduğunu varsayıp bilgiyi güncelleyebilmektedir. Her geçen sahneye göre RNN bilgiyi güncellemektedir. Bu durum bilgi kirliliğine ya da yanlış öğrenime sebep olabilmekle beraber RNN öğrenimi güçleştirmektedir. Bu problem LSTM hücresindeki giriş, unutma ve çıkış katmanı ile çözülmüştür. Böylece LSTM hangi bilgiyi hatırlayacağı, hangi yeni bilgi ile hafızadaki bilgiyi yenileyeceğini öğrenebilmektedir.



Şekil 4. LSTM Yönteminin Görseli (Olah, 2015)

Temür (2019)'ün çalışmasına göre Şekil 4.'de gösterildiği gibi LSTM yöntemi unutma, giriş ve çıkış olmak üzere 3 farklı kapı yer almaktadır. Bunlar sırasıyla;

Unutma kapısı: Hangi bilgilerin unutulacağına karar verir. Hücre içersindeki tüm bilgiler için sırasıyla bu işlemi gerçekleştirir. Unutulacak bilgi için 0, hatırlanacak bilgi için 1 değerini üretir.

Giriş kapısı: Giriş kapısı 0 ve 1 arasında değerler üretmektedir. Üretilen değerler yardımıyla yeni gelen bilginin ne kadarının hafızada saklanacağı ve unutulan bilginin yerine hangi bilgi ile doldurulacağı karar verilir.
Çıkış Kapısı: Yenilenen bilgiler ışığında hücrenin üreteceği bilgiye karar vermektedir.

2.3. Zaman Serisi

Aygören, Sarıtaş ve Moralı (2012)'in çalışmasına göre; zaman serisi analizi işletme, ekonomi, finans, bilgisayar ve fen bilimlerinde sıkça kullanılan tahmin ve analiz yöntemidir. Zamana bağlı geçmiş verilerin davranışları üzerine kurulan model aracılığı ile tahmin gerçekleştirilmektedir. Verinin zamana karşı davranışlarını trend, mevsimsel dalgalanma, konjonktürel dalgalanma ve rassal dalgalanma ile açıklanmaya çalışılmaktadır.

Trend: Verilerin uzun bir süre boyunca artma veya azalmadaki genel eğilimini gösterir. Doğrusal ve doğrusal olmayan olmak üzere ikiye ayrılır.
Mevsimsel dalgalanma: Ülkeye giren turist sayısının yaz aylarında artması ek olarak domates ve çilek gibi meyvelerin yaz aylarındaki satış oranının kış aylarına göre daha fazla olması ilgili ürünlerde mevsimsel dalgalanma yaratmaktadır. Örneklere bakılarak mevsimsel dalgalanmanın doğal ve sosyal olayların etkisi ile oluştuğu gözlenmektedir. Bu tür olayların dalga boyu 12 aydır (Pekmezci, 2009).
Konjonktürel dalgalanma: Ekonomide büyüme ve daralmanın tekrarlanmasıdır. Örneğin zaman grafiğinde ekonomik sebeplerle azalan grafik (daralma) ardından artışa geçmesi (büyüme) örnek olarak gösterilir.
Rassal dalgalanma: Düzensiz ve önceden tahmin edilemeyen dalgalanmalardır. Rassal dalgalanma hareketleri anlamlandırılamadığı için diğer üç yönteme benzememektedir.
Günümüzde farklı zaman serisi yöntemleri mevcuttur. Bunlar; özbağlanımsal süreç (AR), hareketli ortalama süreci (MA), özbağlanımsal hareketli ortalama süreci (ARMA) ve Özbağlanımsal Tümleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) süreci örnek olarak gösterilmektedir. Belirtilen zaman serisi yöntemleri Box-Jenkins yöntemi olarak bilinmektedir. Zaman serisi yöntemleri serinin durağan olduğunu varsayarak geliştirilmiştir, bu nedenle tahmin modeli geliştirilmeden önce seri durağan değil ise durağanlaştırılması gerekmektedir.
Özbağlanımsal Hareketli Ortalama Yöntemi (AR): AR(p) modeli; zaman serisinin gecikmeli değerleri ve hata teriminin doğrusal ilişkisine dayanmaktadır.
Hareketli Ortalama Yöntemi (MA): MA(q) yöntemi hata değerlerinin ağırlıklı hareketli ortalamasını baz almaktadır.
Özbağlanımsal Hareketli Ortalama Yöntemi (ARMA): ARMA(p,q) yöntemi AR ve MA yöntemlerinin beraber uygulanmasını baz almaktadır.

2.3.1. Özbağlanımsal Tümleşik Hareketli Ortalama (ARIMA)

Commandeur ve Koopman (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmaya göre; Box-Jenkins yöntemi seri içerisinde yer alan herhangi bir değeri geçmiş veriler ve hata değerlerinin doğrusal bir birleşimi olarak ifade edebilmektedir. ARIMA yönteminde amaç seriyi en uygun şekilde ifade eden doğrusal modeli oluşturmaktır. ARIMA modelini tercih edilmesini en önemli sebebi serinin durağan olmamasıdır, fark alma işlemi ile seri durağanlaştırılarak model oluşturulur. ARIMA yöntemi p, d ve q olmak üzere 3 farklı parametre değeri almaktadır. d parametresi serinin durağanlaştırılması esnasındaki fark alma tekrarını simgeler. P ve q değerleri sırasıyla AR ve MA süreçlerinin derecesini ifade etmektedir. ARIMA modeli hareketli ortalama süreci (MA) ve özbağlanımsal süreci (AR) yöntemlerinin birleşimi ile durağanlaşan seri üzerinden tahmin gerçekleştirmektedir.

$$y'_t = \omega + \gamma_1 * y'_{t-1} + \cdots + \gamma_p * y'_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_p * \varepsilon_{p-1} - \cdots - \theta_q * \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

Burada y değerleri d dereceden farkı alınmış gözlem değerlerini, γ ifadesi farkı alınmış gözlem değerlerinin katsayısını ifade etmektedir. Ayrıca ω ifadesi sabit değeri, ε hata terimlerini ve θ ise hata terimlerinin katsayısını ifade etmektedir (Commandeur & Koopman, 2007).

3. UYGULAMA

Bu çalışmada özel bir araç kiralama şirketinin günlük verileri ile LSTM ve ARIMA modellerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu kapsamda her iki model için uygun parametreler belirlenmiş, çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Katman sayısı, nöron sayısı, drop out değeri, epoch sayısı, optimizasyon yöntemi, öğrenme katsayısı, look back değeri, aktivasyon fonksiyonu LSTM modelinin belirlenmesi gereken parametre değerleridir. YSA ve derin öğrenme yöntemlerinin dezavantajlarından biri parametre değerlerinin belirlenmesinin standartlaştırılmış yolunun olmamasıdır. Bu bilgi kapsamında öncelikle en ideal tek katmanlı LSTM modeli oluşturulmuş akabinde katman sayısı arttırılarak modelin oluşumuna devam edilmiştir. Tek katmanlı LSTM modelinde öncelikle parametre değerlerine rastgele değerler verilmiş ardından en uygun değerler bulunana kadar deneme yanılma yöntemi uygulanmıştır. En uygun parametre değerleri belirlendikten sonra 2 katmanlı ve 3 katmanlı LSTM modelleri denenmiş olup tek katmanlı LSTM modeline göre daha kötü sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Belirlenen parametre değerleri Şekil 5.'de belirtildiği gibidir.

Parametreler	Değerleri
Katman Sayısı	1
Look Back Değeri	4
Batch Size Değeri	100
Ara Katman Aktivasyon Fonksiyonu	Relu
Çıkış Katman Aktivasyon Fonksiyonu	Sigmoid
Nöron Sayısı	256
Drop Out Değeri	0.01
Epoch Sayısı	1000
Optimizasyon Yöntemi	Adamax
Öğrenme Katsayısı	0.01

Şekil 5. LSTM Modeli İçin Belirlenen Parametre Değerleri

ARIMA modelinin en ideal p, d, q değerlerinin belirlenmesi için pyramid kütüphanesinin altında yer alan "auto_arima()" fonksiyonu kullanılmış olup en ideal ARIMA modeli ARIMA(5,1,5) olduğu görülmüştür.

4. SONUÇ

Oluşturulan her iki model sonucu RMSE kriteri ile ölçülmüş ve bu ölçüm sonucuna göre LSTM ve ARIMA modeli karşılaştırılmıştır. RMSE değerine göre en ideal ARIMA modeli sonucu ile en ideal LSTM modeli sonucu karşılaştırıldığında ARIMA modelinin LSTM modelinden daha üstün olduğu görülmektedir (Şekil 6).

Model Tipi	RMSE Sonucu
ARIMA	29.758
LSTM	33.6527

Şekil 6. LSTM ve ARIMA En İdeal Model Sonuçları

5. TARTIŞMA

LSTM ve ARIMA modellerinin oluşturulmasında donanıma ihtiyacın olması her iki model içinde olumsuz yön olarak gözlenmiştir. LSTM modelinin fazla sayıda parametre değerlerine sahip olması ve her parametrenin çok fazla değer alabiliyor oluşu en ideal LSTM modelinin oluşturma sürecini olumsuz etkilemektedir. Yapılan alanyazın taraması sonucunda daha önceden yapılmış akademik çalışmalarda LSTM modelinin fazla sayıda veri ile daha iyi sonuçlar ürettiği görülmektedir. Fakat bu çalışma kapsamında kurulan modellerde veri adedinin az olması ARIMA modelinin LSTM modeline göre daha iyi sonuç üretmesine neden olmuştur. Bu çıkarımın doğrulanması için bu çalışma daha fazla gerçek veri ile tekrarlanıp, alanyazındaki benzer büyüklükteki veri setleri ile gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmalıdır.

Kaynakça

Aydın, M. Ç. (2017). *Giyim Endüstrisinde Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması: Örnek Bir Uygulama.* Konya: Selcuk Üniversitesi.

Aygören, H., Sarıtaş, H., & Moralı, T. (2012). İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Nümerik Arama Modelleri ile Tahmini. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 73-88 .

Commandeur, J. J., & Koopman, S. J. (2007). *An Introduction to State Space Time Series Analysis.* New York, United States: University of Oxford. Retrieved from http://listinet.com/bibliografia-comuna/Cdu339-C8E1.pdf

Ergin, Z. (2012). *Temel Bileşenler Faktör Analizine Dayalı Yapay Sinir Ağları Modelleri İle İmkb 100 Endeks Getirilerinin Tahmini.* Adana: Çukurova Üniversitesi.

Garver, M. S. (2002). Using data mining for customer satisfaction research. *Journal of Marketing Research*, 8–12 .

Hamzaçebi, C. (2011). *Yapay Sinir Ağları: Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamalı.* Bursa: Ekin Kitapevi Yayınları.

Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, pp. 1735-1780.

Karakoyun, E. Ş., & Çıbıkdiken, A. O. (2018). Comporison of ARIMA Time Series Model and LSTM Deep Learning Algorithm for Bitcoin Price Forecasting. *Multidisciplinary Academic Conference* (pp. 171-178). Prague: Multidisciplinary Academic Conference.

Kızrak, M. A., & Bolat, B. (2018). Derin Öğrenme ile Kalabalık Analizi Üzerine Detaylı Bir Araştırma. *Bilişim Teknolojisi Dergisi*, 263-286.

Olah, C. (2015, Ağustos 27). *Understanding LSTM Networks*. Retrieved from https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/

Öztemel, E. (2006). *Yapay Sinir Ağları.* İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Paidipati, K. K., & Banik, A. (2019, August 31). *Forecasting of Rice Cultivation in India-A Comparative Analysis with ARIMA and LSTM-NN Models.* Pondicherry University.

Pekmezci, N. S. (2009, Haziran). *Geri dönüşlü derin sinir ağları ile zaman serisi tahmini ve bir finans uygulaması.* İstanbul: Mimarsinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Temür, A. S. (2019, Agustos). *İşletmelerin Satış Bütçelerinin Oluşturulmasında Arıma, LSTM, Hibrit Modellerin Karşılaştırılması: Üretim İşletmesi Örneği.* Sakarya: Sakarya Üniversitesi.

Temür, A. S., Akgün, M., & Temür, G. (2019, July 12). Predicting Housing Sales in Turkey Using ARIMA, LSTM and Hybrid Models. *Journal of Business Economics and Management, 20*(5), 920-938. doi:https://doi.org/10.3846/jbem.2019.10190

Toğaçar, M., & Ergen, B. (2019). Biyomedikal Görüntülerde Derin Öğrenme ile Mevcut Yöntemlerin Kıyaslanması. *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi* , 109-121.

ÇELİK SEKTÖRÜNDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSKLERİ VE KAİZEN UYGULAMASI

Kübra ÇELİK
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı
kubra-celik@outlook.com.tr

Hakan PEKEY
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
hpekey@kocaeli.edu.tr

Hakan ÇELİK
Akçelik Demir Çelik San. Tic. A.Ş. / Mühendislik ve Üretim Geliştirme Sorumlusu
hakan.celik@outlook.com.tr

Özet
İşgücü, işletmeler açısından en önemli faaliyet unsurlarından birisidir. Ürün veya hizmet elde etme sürecinde gerçekleşen faaliyetler, çalışan personelin güvenliğini olumsuz yönde etkileyebilecek risklere de içerisinde barındırmaktadır. Risk analizi yöntemleri, işletme veya süreçlere ait risklerin belirlenmesi, aksiyonların belirlenmesi ve sonuçlarının izlenmesi amacıyla kullanılan yönetim aracıdır. İşletme ve süreçlerin yapısına uygun risk metodunun belirlenmesi, sürecin etkin analiz edilmesine katkı sağlamaktadır. Diğer taraftan, belirlenen hata türlerinin ortadan kaldırılması için sistematik bir yaklaşımın ele alınması, risklerin elimine edilmesi veya etkisinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, süreç risklerinin analiz edilmesi ve risklerin elimine edilmesine yönelik bir yöntem oluşturmaktır. Bunun için, çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin üretim hattının iş güvenliği riskleri FMEA yöntemi ile belirlenmiş ve süreç hataları Kaizen uygulamaları ile iyileştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: FMEA, kaizen, sürekli iyileştirme, iş güvenliği

KAIZEN APPLICATIONS IN THE STEEL SECTOR TO REDUCE SAFETY RISKS

Abstract
Workforce is one of the most important activities for companies. There are risks that may adversely affect the safety of employees in product or service formation activities. Risk analysis methods are management tools used to identify risks related to business or processes, to determine actions and to monitor the results. Determining the risk method appropriate for the enterprise and processes contributes to the effective analysis of the process. On the other hand, implementing a systematic approach to eliminate identified types of errors contributes to eliminating risks or reducing their impact. The purpose of this study is to create a method for analyzing process risks and eliminating risks. For this, the job safety risks of the production line of an enterprise in the steel industry were determined by FMEA method and process errors were improved with Kaizen applications.

Keywords: FMEA, kaizen, continuos improvoment, work safety

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden günümüze değişerek gelen çalışma koşulları dinamik yapısı gereği, risk unsurlarında da değişiklikler meydana gelmektedir. Değişen çalışma ortamında çalışan güvenliğinin artırılması, ergonomik ve güvenirliği yüksek çalışma ortamının sürekliliğinin sağlanması gerekliliği, var olan ve değişim sonrası ortaya çıkan olası risklerin yönetilmesi ile zorunlu hale gelmiştir.

İşletmeler için risk yönetimi, faaliyet alanının risk düzeyini ölçmek, kabul edilebilir seviyelere indirmek ve sürdürülebilirliği sağlayarak organizasyonun tüm unsurlarının devamlılığını sağlamaktır (Aydın, 2016). Diğer bir ifade ile risk yönetimi, işletmenin amacına belgelenmiş, açık ve tekrar edilebilir yöntemlerle ulaşmaktadır.

Risk açısından dinamiklik ve değişime en fazla yakın olan işletme türleri, üretim işletmeleridir. Birçok üretim işletmesi, üretim teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak yapılan yatırımlar, mevcut makine ve ekipmanlarda ya da üretim tesisinde yapılan değişikliklerden dolayı süreç içerisinde farklı seviyelerde farklı risklerle karşı karşıya kalmaktadır. İş güvenliği açısından, işletmelerin değişime ayak uydurması sürecin etkin yönetilerek geliştirilmesi ve risk düzeylerinin asgariye indirgenmesidir. Bu açıdan bakıldığında, iki temel konu ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi risklerin nasıl belirleneceği; diğeri ise risklerin nasıl azaltılacağı konusudur.

Risk yönetiminde risklerin belirlenmesi ve ölçülmesine yönelik kullanılan yöntemler temelde nicel ve nitel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ancak, saha uygulamalarında ve risklerin analizi konusunda FMEA, Fine-Kinney ve Risk Matrisi gibi nicel teknikler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağı, uygulama yapılan alana göre değişiklik göstermektedir. Bir üretim işletmesinin genel risk düzeyi değerlendirilirken, risk matrisi kullanılması yeterli iken bir prosesin veya üretim hattının risk düzeyinin belirlenmesinde, saptanabilirlik kriterini dikkate alan FMEA yönteminin kullanılması daha uygun olacaktır.

Hangi risk metodu kullanılırsa kullanılsın, risklerin belirlenmesinden sonra ortaya çıkan en önemli problem risk düzeyi yüksek olan konuların veya problemlerin ortadan kaldırılması veya etkisinin azaltılarak kontrol altına alınmasıdır. Alınacak önlemler kimi zaman basit bir uyarı veya koruyucu mekanizma ile çözülebilecek iken, kimi problemler analiz edilerek ve değişikliğe gidilerek sistematik olarak çözüme kavuşturulabilecektir. Genel anlamda yalın üretim tekniklerinden birisi olan kaizen felsefesi, söz konusu süreçte problem konularının ve kayıplarının ortadan kaldırılmasına ve elde edilen sonuçlarının devamlılığının sağlanmasını temel kabul etmektedir. Özellikle, bir üretim hattı üzerinde, iş kazalarına neden olabilecek unsurların veya risklerin ortadan kaldırılması ya da şiddetinin azaltılmasında kaizen felsefesinin katkısı fazla olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, çalışanların faaliyet alanlarındaki risklerin belirlenmesi ve kontrol edilmesine yönelik bir uygulama felsefesi oluşturmaktadır. Bunun için, çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin üretim hattı ele alınarak, hattın çalışan güvenliği açısından güvenirliği FMEA yöntemi ile belirlenmiştir. Odaklanılan üretim hattında belirlenen risk düzeylerinin iyileştirilmesi amacıyla, yalın üretim tekniklerinden Kaizen metodolojisi uygulanmış ve iyileştirme çalışmalarının etkinliği FMEA yöntemiyle tekrardan ölçülmüştür.

Bu doğrultuda çalışma, materyal ve metod, uygulama ve sonuç olmak üzere üç ana bölüme ayrılmıştır. Materyal ve metod kısmında, FMEA ve Kaizen felsefesinin temel tanımları ve uygulama metodolojisi tanımlanmıştır. Literatürde belirtilen özgünlük ve yöntem kısmındaki metodolojiye bağlı olarak, uygulama bölümünde saha çalışması gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular sonuçlar kısmında değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Üretim işletmelerinde bir üretim hattı veya makinasındaki faaliyet adımlarının işleyişi sırasında oluşabilecek iş güvenliği hataları incelendiğinde, söz konusu hatanın çalışana etkisi ve olasılığının yanı sıra, oluşmadan önce tespit edilebilme teknolojisi de dikkate alınması gerekir. Bu sebepten dolayı, çelik sektöründe bir üretim hattındaki iş güvenliği risklerinin ele alınacağı bu çalışmada risk yöntemi olarak FMEA seçilmiştir. FMEA ile tespit edilen hatalara ait kök nedenlerin ortadan kaldırılması için ise, sistematik yaklaşım olan Kaizen metodolojisi uygulanacaktır. Bu bölümde, uygulamanın temel uygulama araçları olan FMEA ve Kaizen yöntemlerinin kavramsal çerçevesi açıklanacaktır.

2.1. FMEA Risk Değerlendirme Yöntemi

Sistem içerisinde bilinen ve/veya potansiyel hataları, müşteriye ulaşmadan önce tanımlamak, belirlemek ve elimine etmek için kullanılan bir yönetim aracıdır (Aydın, 2016). FMEA yönteminin amacı, süreç üzerinde var olan risklerin kontrol altında tutularak oluşmasına engel olacak faaliyetlere rehberlik etmektir (Devren, 2016).

Başlangıç aşamasında FMEA ilk olarak NASA tarafından kullanmıştır. Daha sonrasında ABD uçak endüstrisinin yanı sıra Ford, Chrysler ve General Motor gibi otomotiv sektörünün önde gelen şirketlerinde kabul görmekle birlikte, günümüzde birçok alan ve sektörde kullanılır hale gelmiştir. FMEA kullanım alanının artması ile birlikte kullanım amacına göre çeşitliliğin oluşmasına neden olmuştur. Son dönemlerde ekipman FMEA ve yazılım FMEA kavramları ile karşı karşıya kalınsa da genel olarak bilinen ve kullanılan FMEA türleri Sistem FMEA, Tasarım FMEA, Proses FMEA VE Servis FMEA'dır (Soykan, Kurnaz ve Kayık, 2014).

FMEA yönteminde en önemli kavram hata türüdür. Hata türü, faaliyet içerisinde önemli olan unsurun gerekliliklerini yerine getireme durumu olarak tanımlanmaktadır (Birgören ve Yalçınkaya, 2019). Nicel risk değerlendirme yöntemlerinde olduğu gibi bu yöntemde, odaklanılan çalışma alanında tespit edilen risklerin önceliklendirilmesi ROS (Risk Önceliklendirme Puanı) değerinden faydalanılır. FMEA için, ROS değeri alanında uzman üyelerden oluşan ekip tarafından değerlendirilerek belirlenen tehlikeleri ait "olasılık", "şiddet" ve "saptanabilirlik" risk kriterleri bağlı olarak hesaplanmaktadır (Can, Atalay ve Eraslan, 2017).

$$ROS_{FMEA} = \text{Olasılık} * \text{Şiddet} * \text{Saptanabilirlik} \quad (1)$$

Olasılık kavramı, süreci içerisindeki hatanın veya riskin ortaya çıkma ihtimalini ifade etmektedir. Örneğin, çalışma ortamında maruziyet sınırının üzerinde bir gürültü (87 db ve üzeri) kaynağı bulunan bir personel ile ofis ortamında normal gürültü (70 db ve altı) seviyesinde çalışan işitme kaybına yakalanma olasılıkları birbirinden farklıdır. İş güvenliğine yönelik risk değerlendirmelerinde FMEA yönteminin kullanımı söz konusu olduğunda, kullanılacak olan olasılık derecelendirmesi Tablo 1.'de gösterilmiştir.

Tablo 1. FMEA Olasılık Tablosu (Devran,2016)

Risk Sıklığı	Olasılık	Derecesi
Çok Yüksek	½ 'den fazla	**10**
	1/3	**9**
Yüksek	1/8	**8**
	1/20	**7**
Orta	1/80	**6**
	1/400	**5**
Düşük	1/2000	**4**
	1/15000	**3**
Pek Az	1/150000	**2**
	1/150000'den daha az	**1**

Şiddet, risk meydana geldiği durumda çalışana veya çalışma ortamına vermiş olduğu zarar derecesini ifade etmektedir. Örneğin, sıcak haddeleme sonrası çıkan ürüne temasın personele oluşturacağı zarar düzeyi soğuk çekme prosesi sonrası çıkan ürüne temasın oluşturacağı düzeyden daha fazladır. Şiddet düzeyinin derecelendirilmesinde kullanılan veriler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. FMEA Şiddet Tablosu (Aydan ve Kaya, 2017)

Etki	Şiddetin Etkisi	Derece
Hayati Tehlike	Çalışma ortamında birden fazla kişinin hayatını kaybetmesi	**10**
	Çalışma ortamında kişinin hayatını kaybetmesine neden olma	**9**
Ciddi Sağlık / Güvenlik Sorunu	Çalışanların sağlığını ve güvenliğini önemli ölçüde olumsuz etkileme (uzuv kaybı, şiddetli yaralanma ve ağır hastalık gibi etkileri olan hata)	**8**
	Çalışma ortamındaki çalışanın sağlığını ve güvenliğini olumsuz yönde etkileme (uzuv kaybı, şiddetli yaralanma ve ağır hastalık gibi etkileri olan hata)	**7**
Sağlığa Olası Olumsuz Etki	Çalışanların sağlığını ve güvenliğini olumsuz etkileme (Kırık, 2. Derece yanık ve iş görememezlik)	**6**
	Çalışanın sağlığını ve güvenliğini olumsuz etkileme (Kırık, 2. Derece yanık ve iş görememezlik)	**5**
Sağlık / Güvenlik dışı istenmeyen durum	Çalışanlarda önemli sağlık ve güvenlik riski oluşturmaz; fakat sürecin işleyişini bozar (Ayakta tedavi ile giderilebilecek ezilme, sıyrık gibi yaralanmalar)	**4**
	Çalışanlarda önemli sağlık ve güvenlik riski oluşturmaz; fakat sürecin işleyişini bozar. (Ayakta tedavi ile giderilebilecek ezilme, sıyrık gibi yaralanmalar)	**3**
Göz ardı edilebilir	Göz ardı edilebilecek düzeyde (Çalışma alanında karmaşaya neden olan hatalar)	**2**
Zararsız	Herhangi bir olumsuz etki yaratmaz	**1**

Saptanabilirlik, söz konusu riskin meydana gelmeden önce tespit edilebilirliği ifade etmektedir. Sac işleme pah tezgâhında yerine takılmayan ve tam oturmayan zımba takımı söz konusu olduğunda, sistemin çalışmaya başlamaması ve operatör panelinden uyarı vermesi, hatanın saptanabilirliğine örnek olarak verilebilebilir. Saptanabilirlik seviyeleri, sistemin veya çalışma alanında hatanın tespitine yönelik hata önleyici ve uyarıcı sistemlerinin varlığı, tespiti aşamasında personele bağımlılık durumuna göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu seviyelerin, hangi durumlarda ne derecede seviyelendirileceği Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. FMEA Saptanabilirlik Tablosu (Devran,2016)

Risk Sıklığı	Olasılık	Derece
Fark Edilemez	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği mümkün değildir.	**10**
Çok Az	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği çok uzaktır.	**9**
Az	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği uzaktır.	**8**
Çok Düşük	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği çok düşüktür.	**7**
Düşük	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği düşüktür.	**6**
Orta	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği orta düzeydir.	**5**
Orta- Yüksek	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği ortalamanın üzerindedir.	**4**
Yüksek	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği yüksektir.	**3**
Çok Yüksek	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği çok yüksektir.	**2**
Kesin Saptanabilir	Olası risk öncesi ve sonrası tespit edilebilirliği hemen hemen kesindir.	**1**

Olasılık, şiddet ve saptanabilirliğe göre hesaplanan ROS değerini için değerlendirme kriterleri, çalışma alanının risk düzeyine (az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli), işletmenin risk algısına ve oluşan risk puanlarının dağılımına göre değişebilmektedir. Buna karşın, genel kabul görmüş ROS değerlendirme kriterleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. RÖS Değerlendirme Çizelgesi

Risk Sıklığı	Önlem Yaklaşımı
RÖS≥100	Birincil Önceliklidir. Acil Önlem Alınmalıdır
40≤RÖS≤100	İkincil Önceliklidir. Önlem Alınmalıdır.
RÖS<40	Son önceliklidir. RÖS düzeyi artış göstermediği veya diğer öncelikli riskler azaltılması sürece dikkate alınmayabilir.

FMEA yöntemi, araştırmacıların ve uygulamacıların sıklıkla kullandığı bir metod olmasına rağmen, uzman görüşlerinin matematiksel olarak açıklanamaması, risk faktörleri arasındaki ilişkinin kurulamaması, RÖS faktörlerinin eşit öneme sahip olarak kabul edilmesi, faktörlerin farklı seviyelerinde dahi aynı RÖS değerinin elde edilebilir olması gibi zayıf yönleri mevcuttur. Bu nedenle, birçok çalışmada kriterler arası ilişkinin açıklanabilmesi ve FMEA'nın zayıf yönlerinin güçlendirilebilmesi CRITIC, TOPSIS gibi çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılmaktadır (Can, Atalay ve Eraslan, 2017).

2.2. Kaizen (Sürekli İyileştirme)

İşletme sermaye unsurlarında, üretim ortamında ve dış paydaş beklentilerinde meydana gelen değişimi yakalayabilme kaygısı ve üretim veya hizmet sunucularının yaşamsal seyrini devam ettirebilmesi güdüsü, değişime ayak uydurma ve değişim karşısında gelişime açık olma durumunu ortaya çıkarmıştır.

Daha iyiye gitmenin en önemli yollarından birisi olan sürekli iyileştirme stratejisini 1950 yılında DEMING'in yol göstericiliğinde SHEWHARD tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonrasında, Japon işletmelerinde yayılan ve adına "kaizen" adı verilen sürekli iyileştirme önemli prensip haline gelmiştir (Yılmaz, 2014).

Kaizen felsefesi Japonya'nın rekabet avantajını ele geçirmesi ve bunu koruma çalışmalarında başarısının temel anahtarıdır. Kaizen, Japonca Kai (değişim) ve zen (daha iyi) kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşur ve Türkçede sürekli iyileştirme olarak kullanılır (Lyu ve ark., 1996; Akıl, 2013; Uluskan, 2019).

Gelişim ve iyileştirme felsefesinin temelinde, küçük adımlarla mükemmelliğe daimi yürüyüş vardır. Bu nedenle, uygulama etkileri çok büyük ve kesikli olmamasına rağmen etkileri zaman içerisinde sürekli ve toplamda daha büyük etki oluşturabilmektedir. Sürekli iyileştirme çalışmalarının odağında insan ve mükemmellik için atılan adımlar vardır. Bu nedenle, bir bütün olarak hareket etme özelliğine sahip olmayan işletmelerde, sürekli iyileştirme kültürünün, gerçekten çalışır hale getirilmesi için güçlü bir adaptasyon gücü ve liderlik gerekmektedir (Holtskog, 2013; Rahmanian ve Rahmatinejad; 2013).
Kaizen uygulamalarında başarılı adaptasyonun gider bir unsuru, kaizen uygulamalarını metodolojisine uygun olarak gerçekleştirmektir. Sürekli iyileştirme sürecinde, odaklanılan alan veya prosese ait bir problemin varlığı ve probleme ait kök nedenin belirlenmesi olması kaizen sürecinin başlangıç aşamasıdır. Bu nedenle, her bir kaizen uygulaması seçilen prosesteki hedef problemin elimine edilmesi veya iyileştirilmesi amacıyla gerçekleştirilir. Kaizen uygulamalarında, problemin tespitinden sonra prosesin incelenmesi ve analiz edilmesi gerekir. Bu aşamada 5 neden analizi, israf analizi ve 7 kalite aracı gibi temel problem çözme teknikleriyle, sahada elde edilen veriler birleştirilerek temel kök nedene ulaşılır ve kök nedenin çözülmesi için gerekli uygulamalar belirlenir. Aksiyonların gerçekleştirilmesinde sonra, sahada belirli periyotlarla çalışmanın etkinliği ve sürekliliği ölçüldükten sonra kaizen çalışmasının sonuçları sunularak sonlandırılır.

Sürekli iyileştirme çalışmaları sahada, yapısı, uygulama süresi ve karmaşıklığına bağlı olarak, hızlı kaizen, standart kaizen ve kobetsu kaizen olmak üzere üçe ayrılabilir. Hızlı kaizenler, saha çalışanları tarafından, genellikle bir hafta veya daha kısa süre içerisinde uygulanabilen analiz gerektirmeyen iyileştirme çalışmalarıdır. Standart kaizen çalışmaları, odaklanmış bir problemin ele alınarak çözülmesi için bir araya gelmiş çalışma gruplarının gerçekleştirdiği iyileştirmelerdir. Bu çalışmalar nispeten daha uzun sürelidir. Kobetsu kaizen çalışmaları ise, bir ekip lideri tarafından yönetilen ve

teknik uzmanlık gerektiren bir problemin sistematik bir çalışma metodolojisi ile ele alındığı uzun süreli ve sürece büyük katkısı olacak iyileştirme projeleridir.

3. UYGULAMA

Uygulama çalışmasında, çelik sektörünün alt faaliyet kollarından olan parlak çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin soğuk çekme hattındaki iş güvenliği risklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi ele alınmıştır. Bu bölüm, çalışma alanı hakkında genel bilgi ve uygulama olmak üzere iki kısıma ayrılmıştır.

3.1. Uygulama Sektörü Hakkında Bilgi

Demir çelik sektörünün en önemli üretim alanlarından birisi de parlak çelik üretimidir. Parlak çelik üretimi temel olarak, çubuk veya bobin (firmaşin) hammaddenin kullanılmasına bağlı olarak soğuk çekme (cold drawing) veya kabuk soyma (peeling) prensibine dayalı üretim şeklidir.

Soğuk çekme operasyonu, haddelenmiş ürünleri tekrar işleme alarak, normal koşullar altında tekrar çekilmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Soğuk çekme sonrası, malzemenin dayanımı, mukavemeti, esnekliği ve yüzey pürüzsüzlüğü gibi özelliklerinde değişim meydana gelmektedir.

Hammadde olarak sıcak haddelenmiş bir ürünün soğuk çekme operasyonuna girmeden önce yüzey temizliğinin yapılmış olması gereklidir. Tufal tabakalarının hammadde yüzeyinden uzaklaştırılması ve soğuk çekme işleminin kolaylaştırılması için uygulanan temizleme işlemi için birçok yöntem olmakla birlikte sektörde son dönemde yüksek basınçlı çelik bilye granüllerinin kullandığı kumlama işlemi uygulanmaktadır.

Kumlama işlemi sonrası malzeme, “mühre” olarak tanımlanan soğuk çekme kalıplarından geçirilerek çekme işlemine tabi tutulur. Mekanik özelliklerin değiştiği ve nihai ürün çapının elde edildiği süreç adımı soğuk çekme adımıdır. Soğuk çekme işleminin hemen ardından, malzeme istenen boy ve toleransına uygun olarak hidrolik makasta kesilir ve yuvarlak merdane veya disklerden yapılmış olan doğrultma sisteminden malzeme geçirilerek doğrultulur. Sonrasında yardımcı operasyonlar olan çatlak kontrol, pah kırma, taşlama ve paketleme operasyonları gerçekleştirilir.

3.2. Risklerin Belirlenmesi ve İyileştirme Çalışmaları

Uygulama çalışmasının ele alındığı işletmede var olan bir soğuk çekme üretim hattının iş güvenliği risklerinin tespit edilmesi ve iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar bu kısımda ele alınmıştır. İncelenen üretim hattında, iş güvenliği ile ilgili sekiz adet risk tepsit edilmiştir. Tespit edilen risklerin, azaltılması için on üç adet kaizen çalışması gerçekleştirilmiştir. Söz konusu riskler ve risklerin önlenmesi için uygulanan kaizen çalışmaları Tablo 5.’de gösterilmiştir.

Tablo 5.’e göre kaizen çalışmaları öncesi, tespit edilen sekiz adet riskin, sadece bir tanesi ikincil önceliklidir. Geriye kalan tüm riskler birincil önceliklidir. Çalışmada Kaizen uygulamalarının amacı, söz konusu risklerin elimine edilmesi veya RÖS puanının azaltılması (şiddet, olasılık ve saptanabilirlik) sağlamaktır.

Tablo 5. Süreç Riskleri ve Kaizen Çalışmaları

POTANSİYEL HATA MODU & ETKİLERİ ANALİZİ (PROSES FMEA)															
Proses/Fonksiyon	Gereklilikler	Olası Risk Türü	Riskin Etkileri	Şiddet	Hatanın Sebepleri	Mevcut Kontroller			Saptanabilirlik	RÖS	Önerilen Faaliyet(ler)				
						Önleme	Olasılık	Keşfetme				Şiddet	Olasılık	Saptanabilirl	RÖS
Soğuk Çekme Ünitesi	Personel güvenliğinin sağlanması	Döner Aksamların Açıkta olması	Hafif veye ağır yaralanma	7	Koruyucu kapakların açıkta olması	Koruyucu kapak kullanımı	4		7	196	1- Kapakların açılması durumunda hattı durduracak swtich kullanımı	7	2	3	42
Soğuk Çekme Ünitesi	Personel güvenliğinin sağlanması	Göze tufal kaçması	hafif yaralanma	5	Ön doğrultma esnasında hammadde yüzeyindeki tufallerin kırılmasına bağlı olarak göze sıçraması	-	7	-	6	210	1- Ön doğrultma bölgesinde koruyucu gözlük kullanımının zorunlu hale getirilmesi 2- Koruyucu kapakların iç kısmında pleksi cam kaplanması	5	2	6	60
Soğuk Çekme Ünitesi	Yüksekte çalışma gerekliliklerinin sağlanması	Düşme	Ağır Yaralanma, Ölüm	9	Plartform taban ızgaralarının aşınmasına bağlı deliklerin oluşması	-	3	Her kullanım sonrası	3	81	1- Genişletilmiş sac yerine, ızgara kullanımına geçilmesi 2- Korkulukların yenilenmesi	9	2	3	54
Soğuk Çekme Ünitesi	Zeminde çalışan personelin iş güvenliğinin sağlanması	Alet ve ekipman düşmesi	Yaralanma	6	Kumlama platformunda çalışan personele ait takım ve aletlerin düşmesi	-	3	-	6	108	1- Korkulukların aralıklarına sac kaynatılacaktır. 2- Plartform çalışmalarında, çalışma alanı tanımlanacak ve uyarı işaretleri kullanılacaktır.	6	2	6	72
Soğuk Çekme Ünitesi	Çalışma çevresinin iyileştirilmesi	Kayma, düşme	Hafif yaralanma	3	Kumlama tezgahından çevreye yayılan bilyaların kaymaya neden olması	5S çalışmaları ile temizlik	7		7	147	1- Söz konusu bölgenin, zemine sıfır ızgaralı yapıya dönüştürülmesi 2- Izgaranın kullanılamadığı yerlerde magnetik süpürge ile vardiya başına 1 kez temizlik gerçekleşmesi	3	3	7	63
Soğuk Çekme Ünitesi	Makine ve personel güvenliğinin sağlanması	Malzeme katlanması	Hafif yaralanma	4	İki çekme araba arasında mazleme katlanmasına	-	3	-	9	108	1- Metal temasa duyarlı sensör kullanımı ile malzeme katlanması esnasında hattın durdurulması.	4	3	4	48
Soğuk Çekme Ünitesi	Makine ve personel güvenliğinin sağlanması	Kafa çarpması	Hafif yaralanma	6	Aktarma borusunun altında geçiş esnasında kafanın boruya çarpması	Baret Kullanımı	6		5	180	1- Hat üzerinde geçiş noktaları ve geçiş merdivenlerinin oluşturulması	6	2	5	60
Soğuk Çekme Ünitesi	Personel ve çevre güvenliği	Malzeme yüzeyindeki yağın zeminde birikmesi	Kayma ve çevre kirliliği	4	Doğrultma sonrası malzeme yüzeyinde yağın taşınması	Sıyırıcı keçe kullanılması	9		4	144	1- Doğrultma çıkışı sıyırıcı sonrası hava üfleçleri kullanılması 2- Paketleme ünitesinde ürün biriktirme bölgesine tava imalatı	4	5	4	80

4. SONUÇ

Ürün ve hizmet dönüşüm sürecinde, gerekli olan işletme kaynaklarının süreç içerisinde birbirine olumlu ve olumsuz olarak etkilemektedir. Özellikle, ürün elde edilmesinde sürecinde kullanılan makine ve ekipmanlar, süreç içerisindeki bir diğer dönüşüm unsuru olan insanları, iş güvenliği açısından olumsuz etkileyebilmektedir. Bu olumsuzluğun giderilmesi amacıyla, işletmeler mevcut riskleri tespit ederek, elimine etmenin veya etkisini azaltmanın yollarını aramaktadır. FMEA yöntemi, işletme ve süreç risklerinin tespit edilmesinde kullanılan önemli risk analizi yöntemlerindendir. Yöntemin özellikle, süreç içerisindeki riskin tespit edilebilme kabiliyetini de dikkate alması yöntemin etkinliği ve kullanım oranını da artırmaktadır. FMEA ile belirlenen riskler ve risklere etki eden kök nedenler, iyileştirilmesi gereken noktaları açığa çıkarmaktadır. Bu noktada, sürekli iyileştirme metodolojisi olan kaizen yöntemi, risklerin azaltılması ve elimine edilmesi için uygulanan sistematik çalışma yöntemidir. Çalışmada, bir üretim hattındaki iş güvenliği riskleri tespit edilmiş ve iyileştirilmesi için kaizen çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrası, başlangıç aşamasında var olan birincil olan tüm risk düzeylerinin seviyeleri ikincil ve üçüncül risk düzeylerine indirgenmiştir. Çalışmanın sayısal olarak etkisi incelendiğinde ise, toplam RÖS puanı 1174'den 479'a indirgenmiştir. Bu çalışma, proses risklerinin sistematik olarak azaltılması çalışmalarında FMEA ve Kaizen metodolojisinin birlikte uygulanmasının etkin bir hibrit yöntem olabileceği göstermiştir.

KAYNAKLAR

Akıl B. 2013. Kamu Sektöründe 5S ve Kaizen Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Aydan M. ve Kaya S. 2017. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA): Üniversite Hastanesinde Bir Uygulama. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi 20(4), 475-502.

Aydın F. 2016. Risk Değerlendirme Yöntemi FMEA'nın Bir Tekstil Fabrikasında Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Birgören B. ve Yalçınkaya M. 2019. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesinde Hata Türleri ve Etkileri Analizinin (FMEA) Kullanımı. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi 11(1), 41-50

Can G. F., Atalay K. M., Erarslan E. 2018. HTEA Temelli Critic Yöntemi ile Bir Devlet Hastanesinde Risk Değerlendirme Uygulaması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarımı Dergisi, 6, 176-187.

Devren M.E., 2016. Asansör Sistemlerinde FMEA ve Fine-Kinney Metodlarının Risk Değerlendirmelerinde Karşılaştırılması Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Holtskog, H. 2013. Continuous Improvement beyond the Lean understanding. Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013, 575-579.

Lyu J.J. 1996. Applying Kaizen and Automation to Process Reengineering. Journal of Manufacturing Systems 15(2), 125-132.

Rahmanian F. ve Rahmatinejad Z. 2013.Impact of Kaizen implementation on performance of manufacturing companies' staff. European Online Journal of Natural and Social Sciences 2(3), 1094-1103.

Soykan Y., Kurnaz N. ve Kayık M. 2014. Sağlık İşletmelerinde HataTürü ve Etkileri Analizi ile Bulaşıcı Hastalıkların Risklerinin Derecelendirilmesi. Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi 6(1), 172-183.

Uluskan M. 2019. Süreç Yeterlilik Analizinin Genişletilmiş Kaizen Yöntemine Entegrasyonu: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi 27(3), 165-183.

Yılmaz S. 2014. Kaizen Sürekli İyileştirme Stratejisi ile Hastanede İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDE FP-GROWTH ALGORİTMASIYLA SEPET ANALİZİ (ERKEK GİYİM ÖRNEĞİ)

Sena KASIM
Sakarya Üniversitesi/ Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği/ Bilişim Sistemleri Mühendisliği
senakasim@gmail.com ORCID: 0000-0002-7986-4164

Levent ÇALLI
Sakarya Üniversitesi/ Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği/ Bilişim Sistemleri Mühendisliği
lcalli@sakarya.edu.tr ORCID: 0000-0003-2221-1469

Özet
Veri madenciliği yöntemleriyle büyük ve karmaşık verilerden anlamlı bilgilere ulaşılmaktadır. İşletmeler sahip oldukları verileri analiz ederek ortaya çıkabilecek ihtiyaçları tahmin edebilmekte ve müşterilerin tercih ettiği ürünleri dikkate alarak kampanya yönetiminde daha etkili sonuçlar alabilmektedir. Bu bağlamda, çalışmada anlamlı parçalardan yararlanılarak firmalara kampanya stratejisi önerilecektir. Bu çalışmada, veri madenciliği yöntemlerinden "Birliktelik Kuralı" algoritmaları arasında yer alan FP-Growth Algoritması kullanılacaktır. Farklı şehirlerde mağazası bulunan özel bir erkek giyim firmasının verilerini kullanılarak tüketicilerin yapmış olduğu alışveriş davranışları incelenerek çıkarım yapılması hedeflenmektedir. Sepet analizi yapılarak tüketicilerin en çok hangi ürünleri bir arada aldığı ve bu ürünlerin model kesimleri incelenecektir. Analizler neticesinde, konfeksiyon sektöründe faaliyette bulunan erkek giyim mağazaları için promosyon önerilerinde bulunulması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği, Sepet Analizi, Fp-Growth Algoritması, Birliktelik Kuralları, Konfeksiyon

Abstract
With data mining methods, meaningful information may be obtained from big and complex data. Companies may predict the needs that may arise by analyzing the data they have and can take more effective results in campaign management by considering the products preferred by the customers. In this study, a campaign strategy will be proposed for companies by making use of meaningful parts.
FP-Growth Algorithm, which is one of the data mining methods, and the "Association Rule" algorithms, will be used in this study. It is aimed to make inferences by examining the shopping behaviors of consumers by using the data of a private men's clothing company with stores in different cities. By analyzing baskets, which products consumers mostly buy together, and the model cuts of these products will be examined. As a result of the analysis; it is aimed to make promotional suggestions for the men's clothing store operating in the apparel industry.

Keywords: Data Mining, Fp-Growth Algorithm, Association Rules, Confection, Basket Analysis

1. GİRİŞ

Veri madenciliği, büyük veri kümelerinde tespit edilen değerli yapıların keşfedilmesi olarak tanımlanmaktadır (Hand, 2007). Özellikle büyük miktarda verinin yeni bilgi teknolojileri sayesinde kolaylıkla kullanılabilmesi, işletmelerin rekabet avantajı kazanması için geniş bir fırsat olanağı sunmaktadır. Ayrıca, pazarlama yönetimi için doğru kararların verilmesinde ve müşterilerle uzun dönemli bir ilişki geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Shaw et al., 2001).

Büyük veriler, işletme stratejilerinin geliştirilmesi için gizledikleri değerli bilgiyi keşfetmeye ihtiyaç duymaktadır. Bu keşif için yararlanılan yöntemlerden biri "birliktelik kuralları" olarak tanımlanmaktadır. "Birliktelik kuralları", müşteri verileriyle alışveriş verilerini birleştirilerek müşteri alışkanlıkları ve veri birlikteliklerinin kolaylıkla analiz edildiği, ilişki kurallarını ortaya çıkaran veri madenciliği yöntemi olarak ifade edilmektedir (Zerman Mesut, 2018).
Birliktelik kurallarının kullanıldığı en belirgin örnek sepet analizlerdir. Temel olarak müşterinin gerçekleştirdiği alışverişte market sepetine koyduğu farklı ürünler arasındaki bağlantıyı keşfederek

satın alma alışkanlıklarını analiz etmektedir (Yongmei & Yong, 2008). Sepet analiziyle müşterilerin yapmış oldukları alışverişlerdeki ürünler arasındaki birliktelikler bulunarak, müşterilerin satın alma alışkanlıkları belirlenir. Bu tarz birlikteliklerin belirlenmesi, müşterilerin hangi ürünleri bir arada aldıkları bilgisini ortaya çıkarır ve şirket yöneticileri de bu bilgiler ışığında raf düzenlemelerini belirleyerek, ürün paketleri hazırlayarak satış oranlarını artırabilir ve etkili satış stratejileri geliştirebilmektedir. Sepet analizinde amaç alanlar arasındaki ilişkileri bulmaktır. Bu ilişkilerin bilinmesi şirketin karını arttırmak için kullanılabilmektedir (Timor & Umman, 2008).

FP- Growth algoritmasının kullanıldığı bu çalışmada farklı şehirlerde mağazası bulunan özel bir erkek giyim firmasının 2019 yılına ait satış verileri kullanılarak müşterilerin sergilediği alışveriş davranışları incelenecek, sepet analizinde müşterilerin hangi ürünleri birlikte satın aldığı ve bu satın alınan ürünlerin ne tür model kesimleri içerdiği analiz edilecektir. Literatür araştırmasında Türkiye'de bu alanda yapılan çalışmaların büyük oranda süper market verilerine dayandığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran en önemli özellik kullanılan veri setinin farklı bir sektörden seçilmiş olmasıdır.

1.1 Literatür Taraması

Birliktelik kuralları büyük miktardaki veri yığınları arasından daha önceden bilinmeyen örüntüleri bulmak için kullanılan tekniklerden biridir (Erdoğan, Gülcan ve Karamaşa, 2015). Sepet analiziyle tüketicilerin alışverişlerde satın aldığı ürünler arasındaki ilişkiler analiz edilerek, satın alma davranışları belirlenmektedir (Yüksel & Zontul, 2019). Birliktelik kuralları algoritmaları arasında yer alan FP - Growth ve Apriori algoritmaları en sık kullanılan algoritmalardır. Literatürde bu iki algoritmanın karşılaştırılması veya ayrı ayrı kullanılması ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır. Günümüzde, Fp Growth algoritması kullanılan en hızlı ve en popüler algoritmalardan biridir (Park & Chong, 2005). Apriori algoritmasıyla yapılan bazı çalışmalar tekrardan Fp Growth algoritması ile analiz edilerek karşılaştırması yapılmıştır.

Wei Z., Hongzhi L. ve Na Z. Apriori Algoritması ile çözümlenmiş bilinen iki problemi FP-Growth Algoritmasını kullanarak sonuca ulaştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlardan FP-Growth Algoritmasının Apriori Algoritmasına göre daha etkin ve tutarlı sonuçlar verdiğini ayrıca zaman açısından da daha hızlı olduğunu gözlemlemiştir (Semra, 2012). Daniel H. ise Apriori ve FP-Growth Algoritmalarının birliktelik kuralları çıkarmadaki performanslarını karşılaştırmak amacıyla internet üzerinden alışveriş yapılan bir mağazaya ait verileri kullanmış ve çıkardığı bulgulardan FP-Growth Algoritmasının daha iyi sonuçlar verdiğini vurgulamıştır. (Semra, 2012). Zerman (2018); Birliktelik Kuralı Algoritmaları İle Büyük Veriler Üzerinde Analitik Analizler: Havaalanı Örneği olan bir çalışma yapmış ve havaalanında ki bir işletmenin satışlarından birliktelik kuralları belirlemiştir ve Apriori, AprioriTid, Eclat ve FP-Growth algoritmalarının avantaj ve dezavantajlarıyla incelenmiştir. Sepet analizi, alışveriş veri setleri dışında da kullanılmaktadır.

Erduran (2017); Veri Madenciliği yöntemiyle Online Müşteri Şikayetlerinin incelenmesine yönelik bir çalışma yapmıştır ve bu çalışmada FP - Growth algoritması kullanarak birliktelik analizi sonucunda, kullandığı iki veri setinde, sektörel şikayetlere özgü kalıp gibi kullanılan kelime grupları ortaya çıkartmıştır. Köse (2015); Değerli Müşterilerde Ürün Kategorileri Arasındaki Satış İlişkilerinin Veri Madenciliği Yöntemlerinden Birliktelik Kuralları ve Kümeleme Analiziyle belirlenmesi Ve Ulusal Bir Perakendecide Örnek Uygulama çalışma gerçekleştirmiş ve çalışmada FP-Growth algoritması kullanarak birlikte satılan ürünleri tespit etmiştir. Farklı sektörlerde yapılan diğer çalışmalardan biride otomobil yetkili servislerinde kullanılan ürünler hakkında yapılmıştır. Erpolat, (2012); çalışmasında Yetkili Otomobil Servislerinde Birliktelik Kurallarının Çıkarılmasında Apriori ve FP-Growth Algoritmalarının Karşılaştırılmasını incelemiştir. FP-Growth Algoritmasıyla daha verimli sonuçlar ortaya koyulduğunu ifade etmektedir.

Fp Growth algoritmasının yapılan analizler sonucunda daha verimli olduğu ortaya koyulduğundan farklı algoritmalar ile yapılan çalışmalar tekrar FP ile gerçekleştirilmiştir. Çok boyutlu birliktelik kuralları analizi farklı algoritmalar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Xu ve Wang bu konu ile ilgili

yaptıkları çalışmalarında, 4 seviyeli bağlaçlı liste veri yapısı kullanan ve veritabanını bir kere tarayan yeni bir algoritma geliştirmiştir (Xu & Wang, 2006).

Bu çalışmada, FP- Growth algoritmasının kullanılarak farklı şehirlerde mağazası bulunan özel bir erkek giyim firmasının 2019 yılına ait satış verileri analiz edilecek ve tüketicilerin alışveriş davranışları incelenecektir. Sepet analizinde müşterilerin hangi ürünleri birlikte satın aldığı ve bu satın alınan ürünlerin ne tür model kesimleri olduğu çalışma kapsamında değerlendirilecektir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 FP- Growth Algoritması

Birliktelik kuralları analiz etme algoritmalarından biri de FP- Growth (Frequent Pattern Growth) algoritmasıdır. Diğer birliktelik algoritmalarına göre daha yüksek performansta çalışmaktadır. En popüler ve en sık kullanılan algoritmalardan biridir (Park & Chong, 2005). Algoritma tüm veri tabanını FP-Tree (Frequent Pattern Tree) adı verilen sıkıştırılmış bir ağaç veri yapısında tutar ve veri tabanını sadece iki kez tarar. İlk taramada, var olan tüm nesnelerin destek değerlerini hesaplar, daha sonra ikinci taramada ise ağaç veri yapısını oluşturur(Li et al., 2008). İşlemler FP ağacında ters sırada kaydedilir. Amaç küçük bir amaç boyutuna sahip olmaktır (Hunyadi, 2011).

FP- Growth Algoritmasını diğer algoritmalardan ayıran en önemli özellikleri yaygın nesne kümelerini aday nesne kümeleri üretmeden test edebilmesi, büyük veri seti kümelerinde hızlı çalışabilmesi ve sistem kaynaklarını verimli kullanabilmesidir (Semra, 2012). Algoritmanın sonucunda ilişki kuralları ortaya çıkmaktadır. İlişki kuralları, birçok işlem arasında sıklıkla görülen kalıpları, benzerlikleri bulmayı amaçlayan bir yöntemdir. Her yöntem öğelerden oluşmaktadır (Ikhwan, 2018). Sepet analizinde destek ve güven değerleri kullanılarak ürünler arasındaki bağıntı hesaplanmaktadır. Sepet analizinde destek ve güven değerleri kullanılarak ürünler arasındaki bağıntı Kuralın gücünü ölçmek için güvenilirlik, veri tabanında kuralın ne kadar sıklıkla görüldüğünü belirlemek hesaplanmaktadır. Kuralın gücünü ölçmek için güvenilirlik, veri tabanında kuralın ne kadar için ise destek ölçütü kullanılır (Yüksel & Zontul, 2019).

Destek ve güven değerleri 0 ile 1 arasında değişir. Değerlerin 1'e yakın olması ilişkilerin güçlü olduğunu gösterir.

Tablo 1- Örnek Veri Seti

Fişler	A	B	C	D	E
1. Fiş	1	1	0	1	1
2. Fiş	0	1	1	0	1
3. Fiş	1	1	0	1	1
4. Fiş	1	1	1	0	1
5. Fiş	1	1	1	1	1
6. Fiş	0	1	1	1	0

Tablo 1' de örnek veri seti bulunmaktadır. Farklı zamanlarda yapılmış olan 6 fişten oluşmaktadır. A, B, C, D, E ürünlerin fişlerde bulunma durumlarına göre tabloda ki alanlar 1 ile doldurulmuştur.

$$\text{Destek değeri : } P(A \rightarrow B) = \frac{\text{A ve B mallarını satın alan müşteri sayısı}}{\text{Toplam müşteri sayısı}}$$

$$\text{Güven: } P(A/B) = \frac{P(A \wedge B)\ \{\text{A ve B mallarını satın alan müşterisayısı}\}}{P(A)\ \{\text{A malını satın alan müşteri sayısı}\}}$$

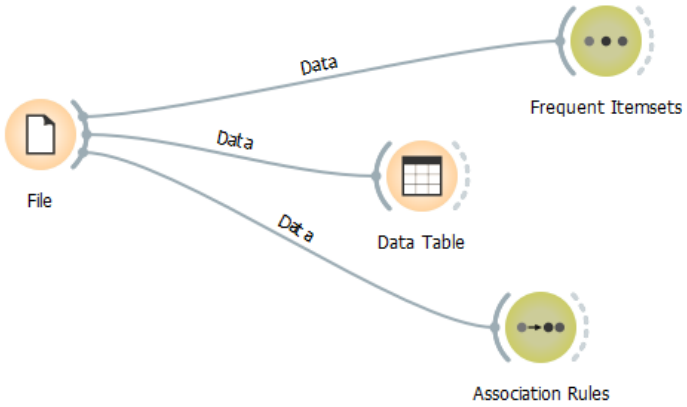
Tablo 2- Örnek Veri Destek ve Güven Sonucu

	Destek	Güven
P(B,E →A)	4/6 = 0,6667	4/5=0,8
P(E,A →D)	3/6=0,5	3/4=0,75
P(B,E,A →C)	2/6=0,333	2/4=0,5

Tablo 2' de, Tablo 1' in bazı ürünleri için destek ve güven değeri hesaplaması yapılmıştır.

2.2 Açık Kaynak Kodlu Veri Analizi Programı: Orange

Orange kullanıcıya veri analizi yapma, veri hazırlama ve modelleme gibi imkânlar sağlamaktadır. Python tabanlı olduğu için script olarak yazılabilmektedir. Kısa sürede kurulabilmektedir ve az yer kaplamaktadır (Yıldız & Şeker, 2016). Orange veri madenciliği, makine öğrenmesi, metin madenciliği gibi birçok algoritmaları kapsayan bir yazılımdır. Veri Analizi, Önişleme, Sınıflama, Kümeleme, Birliktelik Kuralları Çıkarımı, Nitelik Seçimi, Grafik, Esneklik, Dokümantasyon, Veri Alış verişi işlemlerini içermektedir (Kaya, M ve Özel, 2014). Birçok işletim sistemi tarafından da desteklenmektedir. Veri madenciliği sürecinin aşamaları Orange tarafından desteklenmektedir, veri hazırlama, sonuçları görselleştirme, doğrulama ve optimizasyon gibi amaçlarla kullanılabilir (Yıldız & Şeker, 2016). Görselleştirme olarak birçok yazılıma göre daha avantajlıdır. Şekil 1 de Orange programında FP Growth analizinin yapılacağı ortam gösterilmektedir.



Şekil 1- Orange Analiz

Orange' da, FP- Growth ağacı veri yapısını kullanarak örnek bir veri setinde sık oluşan kümeler hesaplanmaktadır. Model kurulum süreci şu şekildedir;

- Veri setimizi Excel dosyasından çekebilmek için File nesnesini eklemeliyiz.
- Veri Setinde ki değerleri 0-1 olarak tablo yapısına dönüştürmek için Data Table nesnesini eklemeliyiz.
- Fp-Growth kümeleri için Frequent Itemsets nesnesini eklemeliyiz. Bu nesne için; minimal support(destek) için değer belirlemeliyiz. Min items seçeneğinden küme boyutu için alt sınır belirleyebiliriz.
- İlişkilendirme kuralları için Association Rules nesnesi eklenmelidir. Kural kriteri seçilmelidir. Minimal support(destek) ve Minimal Confidence(Güven) 'a değer verilmelidir.

2.3 Uygulama

Bu çalışmada özel bir erkek giyim firmasının satış verilerini kullanarak FP- Growth algoritması kullanılarak birliktelik analizi yapılmıştır. 24 mağazanın 2019 yılında yapmış olduğu satış verileri düzenlenerek 57959 satırdan oluşan veri setimiz oluşturulmuştur. Satış fişleri içinde bulunan poşet stoğu ve kart stoğu dikkate alınmamıştır. Bu çalışmada sadece ürün grup bazında bir birliktelik yapılmayıp ürünlerin bedenli satışları analiz edilmiştir. Bir ürün gurubu olan pantolonun; Pantolon-slim fit, pantolon-regular fit, pantolon-büyük beden, pantolon- standart olarak 4 farklı alternatifi vardır ve veri seti beden kesimli ürünleri, kesimlere göre gruplara bölerek oluşturulmuştur. Toplamda 55 farklı ürün grubu elde edilmiştir.

Birliktelik kurallarının değerlendirilmesinde Support, Confidence, Coverage ,Strength, Lift ve Leverage olmak üzere altı farklı orandan yararlanılmaktadır.

Bu oranların formülleri şu şekildedir ;
Support : (Destek) : Örneklem içindeki oranı
Confidence : (Güven): Destek / Öncül Ürün Desteği
Coverage : (Kapsam) Öncül Ürün Desteği / Örneklem Sayısı
Strength : (Güç) : Sonuç Ürün Desteği / Öncül Ürün Desteği
Lift : (Kaldırma) Örneklem Sayısı * Güven / Sonuç Ürün Desteği
Leverage : (Kaldıraç) ((Destek * Örneklem Sayısı – Öncü Ürün Desteği * Sonuç Ürün Desteği) / (Örneklem Sayısı))

Tablo 3- Çoklu Ürün Kuralları

Supp.	Conf.	Covr.	Strg	Lift	Levr	Antecedent ⟹	Consequent
0.007	0.429	0.015	18.765	1.498	0.002	[PANTOLON- SLIM FIT]- [CEKET- SLIM FIT]	[GOMLEK- SLIM FIT]
0.007	0.391	0.017	17.978	1.299	0.002	[CEKET- SLIM FIT]-[GOMLEK- SLIM FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.013	0.37	0.035	8.629	1.229	0.002	[PANTOLON- REGULAR FIT]-[T- SHIRT - SLIM FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.011	0.35	0.032	9.365	1.163	0.002	[GOMLEK- SLIM FIT]-[T- SHIRT - SLIM FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.005	0.324	0.016	6.886	2.881	0.003	[SWEAT- SLIM FIT]-[TRIKO-REGULAR FIT]	[TRIKO- SLIM FIT]
0.015	0.301	0.051	5.94	0.999	0	[PANTOLON- REGULAR FIT]-[GOMLEK-REGULAR FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.006	0.288	0.02	14.985	0.958	0	[PANTOLON- REGULAR FIT]-[TRIKO - SLIM FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.014	0.288	0.048	6.307	0.957	-0.001	[PANTOLON- REGULAR FIT]-[GOMLEK-SLIM FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.006	0.281	0.02	5.646	2.501	0.003	[PANTOLON- SLIM FIT] -[TRIKO-REGULAR FIT]	[TRIKO- SLIM FIT]
0.005	0.278	0.019	15.928	0.924	0	[PANTOLON- REGULAR FIT]-[TRIKO-REGULAR FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.007	0.274	0.024	12.532	0.908	-0.001	[GOMLEK-REGULAR FIT]-[T- SHIRT - SLIM FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.005	0.272	0.019	5.95	2.417	0.003	[PANTOLON- REGULAR FIT] -[TRIKO-REGULAR FIT]	[TRIKO- SLIM FIT]
0.005	0.27	0.02	5.093	2.707	0.003	[SWEAT- SLIM FIT]-[TRIKO-SLIM FIT]	[TRIKO-REGULAR FIT]
0.005	0.264	0.02	11.358	1.167	0.001	[PANTOLON- SLIM FIT] -[TRIKO-REGULAR FIT]	[PANTOLON-REGULAR FIT]
0.015	0.262	0.058	3.884	1.156	0.002	[PANTOLON- SLIM FIT]-[GOMLEK-REGULAR FIT]	[PANTOLON-REGULAR FIT]
0.005	0.256	0.02	4.967	2.562	0.003	[PANTOLON- REGULAR FIT]-[TRIKO - SLIM FIT]	[TRIKO-REGULAR FIT]
0.006	0.255	0.023	9.939	1.125	0.001	[PANTOLON- SLIM FIT]-[TRIKO - SLIM FIT]	[PANTOLON-REGULAR FIT]
0.006	0.246	0.023	4.383	2.466	0.003	[PANTOLON- SLIM FIT]-[TRIKO - SLIM FIT]	[TRIKO-REGULAR FIT]
0.011	0.206	0.055	5.476	0.684	-0.005	[GOMLEK-REGULAR FIT]-[GOMLEK - SLIM FIT]	[PANTOLON- SLIM FIT]
0.01	0.203	0.048	4.895	0.87	-0.001	[PANTOLON- REGULAR FIT]-[GOMLEK-SLIM FIT]	[GOMLEK-REGULAR FIT]

Veri setimizi çoklu ürün açısından değerlendirdiğimizde görece yüksek destek değerine sahip kurallara rastlanmamıştır. Destek değeri %0,005 gibi düşük bir değere çekildiğinde ulaşılan sonuçlar Tablo 3'de görülmektedir. Örneğin birinci ve ikinci satırlar değerlendirildiğinde, slim fit pantolon ve ceket alanların slim fit gömlek; slim fit ceket ve gömlek alanların da pantolon satın alırken slim fit tercih ettiği %0,007 destek değerinde ve görece yüksek güven oranında görülmektedir.

Analiz sonuçlarının firmalar için sağlayacağı faydalar bulunmaktadır;

- Birlikte satılan ürünler için kampanya belirlenebilir.
- Stok envanter düzenlemesi yapılabilir.
- Raf düzenlemeleri analiz sonuçlarına göre yapılabilir.
- Web sayfasındaki online satışlar için ürün önerisi sunulabilir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada perakendecilik sektöründe faaliyet gösteren bir erkek giyim mağazası için Orange yazılımında FP- Growth algoritması kullanılarak birliktelik analizi yapılmıştır. Gerçek alışveriş verileri incelenerek analiz yapılmış ve kampanya oluşturma aşamasında firmaya fayda sağlaması hedeflenmiştir. Firmanın doğru adımları atılabilesi ve doğru pazarlama stratejisi geliştirilebilmesi için veri madenciliği uygulamalarıyla beraber satın alınan ürünler tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Çalışma, genel bir yapının ortaya çıkarılmasına yönelik yürütülmüştür. Bölgelere ya da spesifik olarak farklı lokasyondaki mağazalara yönelik analizler gerçekleştirilebilir. Böylece mağazalara özel kampanyalar yürütülebilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın tüm aşamalarında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Levent ÇALLI'ya, çalışmamda kullanmış olduğum verileri benimle paylaşan Globay Giyim Yönetim Kurulu Üyesi Hasan Ayhan'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Kaynakça

Erduran, G. Y. (2017). *Online müşteri şikayetlerinin veri madenciliği ile incelenmesi*.

Hand, D. J. (2007). Principles of data mining. *Drug Safety*, *30*(7), 621–622. https://doi.org/10.2165/00002018-200730070-00010

Hunyadi, D. (2011). Performance comparison of Apriori and FP-Growth algorithms in generating association rules. *Proceedings of the European Computing Conference, ECC '11*, 376–381.

Ikhwan, A. (2018). A Novelty of Data Mining for FP-Growth Algorithm. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, *9*(7), 1660–1669.

Kaya, M ve Özel, S. A. (2014). Açık Kaynak Kodlu Veri Madenciliği Yazılımlarının Karşılaştırılması. *Akademik Bilişim'14-XVI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 47–53.

Li, H., Wang, Y., Zhang, D., Zhang, M., & Chang, E. Y. (2008). PFP: Parallel FP-growth for query recommendation. *RecSys'08: Proceedings of the 2008 ACM Conference on Recommender Systems*, 107–114. https://doi.org/10.1145/1454008.1454027

Park, J. H., & Chong, K. T. (2005). *An Implementation of the Client-Based*. 759–770.

Semra, Y. D. D. E. (2012). Otomobil Yetkili Servislerinde Birliktelik Kurallarının Belirlenmesinde Apriori ve FP-Growth Algoritmalarının Karşılaştırılması Comparison of Apriori and FP-Growth Algorithms on Determination of Association Rules in Authorized Automobile Service Centres Ö. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 137–146. https://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423869423.pdf

Shaw, M. J., Subramaniam, C., Tan, G. W., & Welge, M. E. (2001). Knowledge management and data mining for marketing. *Decision Support Systems*, *31*(1), 127–137. https://doi.org/10.1016/S0167-9236(00)00123-8

Timor, D. D. M., & Umman, D. (2008). *VERİ MADENCİLİĞİNDE SEPET ANALİZİ İLE TÜKETİCİ DAVRANIŞI MODELLEMESİ*. 3–80.

Xu, W., & Wang, R. (2006). A novel algorithm of mining multidimensional association rules. *Lecture Notes in Control and Information Sciences*, *344*, 771–777. https://doi.org/10.1007/11816492_95

Yıldız, M., & Şeker, Ş. E. (2016). Veri Madenciliği Araçları (Data Mining Tools). *YBS Ansiklopedi*, *3*(4), 10–19.

Yongmei, L., & Yong, G. (2008). FP-growth algorithm for application in research of market basket analysis. *ICCC 2008 - IEEE 6th International Conference on Computational Cybernetics, Proceedings*, 269–272. https://doi.org/10.1109/ICCCYB.2008.4721419

Yüksel, T., & Zontul, M. (2019). DağitikSistemlerBirliktelik KurallariİIe SepeAnalizi*. *AuruMühendisliSistemleri VeMimarliDergisi*, *3*(1), 65–77.

Yunus, K. (2015). *DEĞERLİMüşterilerde ÜrüKategorileriArasindaki SİlişkilerininVerMadenciliği YoluİIe*.

Zerman Mesut. (2018). *BÜYÜK VERİLER ÜZERİNDE ANALİTİK ANALİZLER : HAVAALANI ÖRNEĞİ BÜYÜK VERİLER ÜZERİNDE ANALİTİK*.

H13 TAKIM ÇELİĞİNİN TORNALANMASI SONRASINDA OLUŞAN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE TALAŞ DEBİSİNİN DENEYSEL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Vedat Taşdemir
Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş/Türkiye
vedat.tasdemir@istiklal.edu.tr Orcid: 0000-0002-2375-9525

Özet
Bu çalışma, imalat sanayinde önemli bir kullanıma sahip olan H13 takım çeliğinin tornalanması sonrası yüzey pürüzlülüğü, talaş şekli, talaş debisi ve kesme sürelerinin deneysel ve istatistiki olarak belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Deneyler, 100 m/dak, 175 m/dak, 250 m/dak kesme hızlarında, 0.1 mm/dev, 0.2 mm/dev, 0.3 mm/dev ilerleme hızlarında ve 1 mm, 1.5 mm, 2 mm kesme derinliği şartlarında gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü, talaş debisi ve kesme süresi için sinyal/gürültü analizleri yapılmıştır. Endüstriyel anlamda ürünlerin yüzey kalitesi oldukça önemli olduğu için sadece yüzey pürüzlülüğü için optimizasyon deneyi yapılmıştır. Belirlenen bu seviyelere göre doğrulama deneyi yapılarak diğer deneylere göre daha iyi bir yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir. Ayrıca, varyans analizi yapılarak parametrelerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri belirlendikten sonra da regresyon denklemi elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: H13 takım çeliği, yüzey pürüzlülüğü, S/N analizi, talaş debisi, Taguchi

EXPERIMENTAL AND STATISTICAL ANALYSIS OF SURFACE ROUGHNESS AND MATERIAL REMOVAL RATE AFTER TURNING OF H13 TOOL STEEL

Abstract
This study was carried out to determine the surface roughness, chip form, material removal rate and cutting times experimentally and statistically after turning the H13 tool steel, which has an important use in the manufacturing industry. The experiments were carried out at 100 m/min, 175 m/min, 250 m/min cutting speeds, 0.1 mm/rev, 0.2 mm/rev, 0.3 mm/rev feed rates and 1 mm, 1.5 mm, 2 mm cutting depth conditions. Signal/noise analyzes were carried out for surface roughness, material removal rate and cutting time. Since the surface quality of the products is very important in the industrial sense, an optimization experiment has been carried out only for the surface roughness. A verification experiment was performed according to these levels and a better surface roughness was obtained compared to other tests. In addition, after the analysis of variance, the effects of the parameters on the surface roughness were determined and the regression equation was obtained.

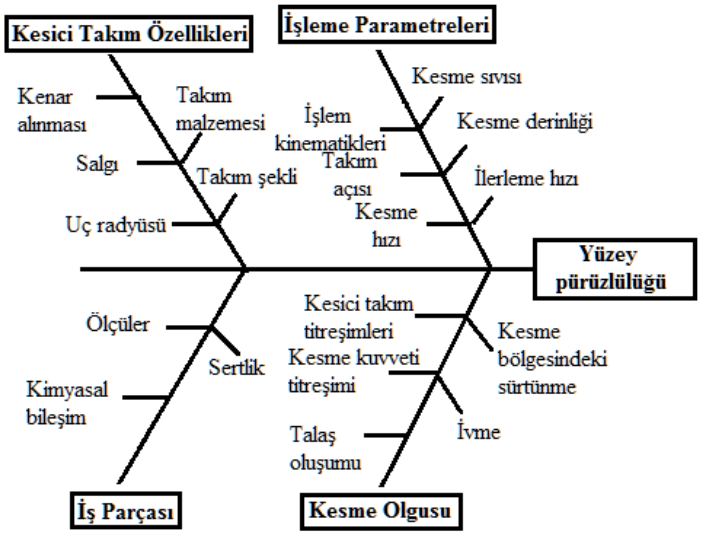
Keywords: H13 tool steel, surface roughness, S/N analysis, material removal rate, Taguchi

1. GİRİŞ

İşleme, herhangi bir yöntemle iş parçası üzerinden malzeme kaldırma olarak tanımlanabilir[1]. Metallerin işlenmesinde geleneksel ve geleneksel olmayan birçok yöntem kullanılmaktadır. Tornalama ve frezeleme karşımıza çıkan ve en sık kullanılan işleme yöntemlerinden ikisidir. AISI H13, yüksek mukavemet, yüksek sertleşebilirlik, yüksek tokluk özelliklerinin yanı sıra ısıl yumuşamaya karşıda iyi bir direnç gösteren takım çeliğidir. Dövme, ekstrüzyon ve döküm kalıpları gibi birçok sıcak iş kalıplarında yaygın olarak kullanılmaktadır[2, 3].

Seçilen işlem parametreleri, imal edilecek parçaların boyutsal hassasiyetini, yüzey kalitesini, talaş debisini ve işleme maliyetlerini önemli ölçüde etkilenmektedir. Metal kesme işlemlerinin performansı, kesici takım geometrisi, malzeme özellikleri, takım tezgâhı özellikleri, kesme parametreleri, çalışma sırasındaki titreşimler, kesme ortamları gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir [4, 5]. Belirtilen bu faktörler arasında kesme parametreleri (ilerleme, devir, kesme hızı vb.) yüzey pürüzlülüğü ve geometri hassasiyetini doğrudan etkilediği için en büyük paya sahiptir. Yüzey pürüzlülüğü, işlenmiş parçaların imalat kalitesi için herkes tarafından kabul edilen bir göstergedir [6]. Şekil 1'de iş parçası yüzey kalitesini etkileyen parametrelerin balık kılçığı diyagramı verilmiştir. Şekil incelendiğinde yüzey

pürüzlülüğünü etkileyen oldukça fazla parametrenin olduğu ancak ana parametrelerin, kesici takım özellikleri, işleme parametreleri, iş parçası özellikleri ve kesme olgusunun olduğu görülecektir. Ayrıca yüzey kalitesi ürünlerin sürtünme, aşınma, korozyon ve yorulma ömürleri üzerinde de önemli etkilere sahiptir [7].



Şekil 1. İş parçası yüzey kalitesini etkileyen parametrelerin balık kılçığı diyagramı[8]

H13 çeliği, sıcak iş takım çeliği olduğu için son zamanlarda yapılan çalışmalar genellikle bu çeliğin sert tornalaması üzerinedir. Ancak sertleştirilmemiş malzemenin işlenmesi üzerine yapılan çalışmaların da olduğu görülmektedir. Zeyveli ve ark. [9], AISI H13 Premium çeliğinin işlenebilirliğinin deneysel araştırılması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Deneysel çalışmalarını sekiz farklı kesme hızında, dört farlı ilerleme hızında ve 1 mm talaş derinliğinde kuru kesme şartlarında yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda en düşük yüzey pürüzlülük değerlerinin 0.5 mm/dev ilerleme hızında elde edildiğini belirtmişlerdir. Ancak 0.5 mm/dev'de ilerleme hızında yapılan deneylerde talaş kalınlığı az olduğu için sürekli talaş tipinin oluştuğunu ve işleme anında problem oluşturduğunu belirtmişlerdir. Beatrice ve ark. [10], minimum miktarda yağlayıcı kullanımı sonucu 45 HRC sertliğe sahip H13 çeliğinin tornalanması sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğünü yapay sinir ağları (YSA) yöntemi kullanarak tahmin etmişlerdir. Geliştirdikleri YSA modeli ile arzu edilen yüzey kalitesinin istenilen sınırlar içerisinde tutulmasına oldukça faydalı olabileceğinin belirtmişlerdir. Kumar ve ark. [11], 45-60 RHC sertliğe sahip H13 çeliğinin kübik bor nitrid (CBN) kesici takım ile sert tornalamasını yanıt yüzey metodunu (YYM) kullanarak araştırmışlardır. CBN kesici takım kullanımının yapılan sert tornalama işlemleri sonucu elde edilen yüzey kalitesine olumlu bir etkisinin olduğunu, CBN kullanımının taşlamaya bir alternatif olabileceğini, uygun parametrelerin seçilmesi durumunda 0.1 mikron yüzey kalitesine ulaşılabileceğini belirtmişlerdir.

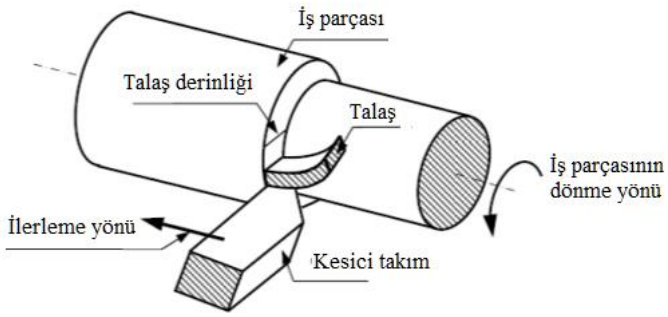
Çalışmada, seçilen kesme parametrelerinin H13 takım çeliğinin tornalanması sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü, talaş debisi, kesme süresi ve talaş şekline olan etkileri hem deneysel hem de istatistiksel olarak incelenmiştir.

2. MALZEME VE METOT

Deneysel çalışmalar için Ø55X250 mm boyutlarında AISI H13 sıcak iş takım çeliği kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan malzemenin kimyasal bileşimi Tablo 1'de, tornalama işleminin şematik görüntüsü ise Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 1. H13 takım çeliğinin kimyasal bileşimi, %

C	Si	V	Cr	Mn	Mo	Fe
0.38	0.86	0.95	5.04	0.38	1.18	Geriye kalan



Şekil 2. Tornalama işleminin şematik görüntüsü [12]

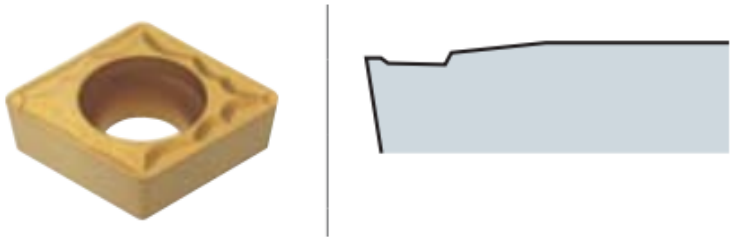
Tornalama deneylerinde Korloy firması tarafından üretilen CCMT09T308-HMP (Korloy-NC5330) ISO kodunda ve CVD / TiCN+Al2O3+TiN kaplı kesici uç kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan kesici takım ve talaş kırıcı formu Şekil 3'te görülmektedir. Deneyler, Goodway GLS 200 CNC torna tezgâhında iş parçası üzerinde 40 mm boyunca talaş kaldırılarak yapılmıştır. Deney parametreleri Tablo 2'de, Taguchi metoduyla elde edilen L9 deney tasarımı ise
Tablo ***3***'de verilmiştir.

Tablo 2. Deney parametreleri

Parametre	Değer
Kesme hızı, V_c (m/dak)	100, 175, 250
İlerleme, f_n (mm/dev)	0.1, 0.2, 0.3
Talaş derinliği, a_p (mm)	1, 1.5, 2

Tablo 3. Taguchi L9 deney tasarımı

Deney No	Kesme hızı, V_c	İlerleme, f_n	Talaş derinliği, a_p
1	100	0.1	1
2	100	0.2	1.5
3	100	0.3	2
4	175	0.1	1.5
5	175	0.2	2
6	175	0.3	1
7	250	0.1	2
8	250	0.2	1
9	250	0.3	1.5



Şekil 3. Deneylerde kullanılan kesici takım ve HMP talaş kırıcı formu

Deneysel çalışma sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü, işlenen yüzey boyunca üç farklı bölgeden ölçülerek ortalaması alınarak belirlenmiştir. Talaş debisi hesabında Eşitlik 1'de verilen formülden yararlanılmıştır.

$$Q = \pi \cdot d_{ort} \cdot a_p \cdot f_n \cdot n \quad (1)$$

Burada; Q: talaş debisi, d_{ort}: ortalama çap, a_p: talaş derinliği, f_n: ilerleme, n: devir sayısı

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Deneysel sonuçlar

Deneysel çalışmalar neticesinde her bir deney sonucu elde edilen kesme süresi, yüzey pürüzlülüğü, talaş debisi ve talaş şekli Tablo 4'de verilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde en düşük yüzey pürüzlülüğü 175 m/dak, 0.1 mm/dev ve 1.5 mm kesme şartlarında 0.579 µm çıkmıştır. Ancak bu 9 deney sonucuna göre yapılan optimizasyon işlemi neticesinde en düşük yüzey pürüzlülüğü, 175 m/dak, 0.1 mm/dev ve 1 mm kesme şartlarında gerçekleştiği bulunmuştur. Yüzey pürüzlülüğü ise 0.458 µm'ye düşmüştür.

Tablo 4. Deney seti ve deney sonuçları

Deney No	Kesme hızı, V_c (m/dak)	İlerleme, f_n (mm/dev)	Talaş derinliği, a_p (mm)	Kesme süresi, t (s)	Yüzey pürüzlülüğü, Ra (µm)	Talaş debisi, Q (mm^3/dk)	Talaş şekli
1	100	0.1	1	40	0.709	9817.524	Sürekli
2	100	0.2	1.5	22	1.735	29179.863	Kırık (yay)
3	100	0.3	2	16	4.274	57814.308	Kırık (yay)
4	175	0.1	1.5	25	0.579	25526.0805	Sürekli
5	175	0.2	2	15	1.435	67433.384	Kırık (yay)
6	175	0.3	1	11	3.966	51529.284	Kırık (uzun yay)
7	250	0.1	2	20	0.753	48195.232	Sürekli
8	250	0.2	1	12	1.439	49104.576	Kırık (uzun yay)
9	250	0.3	1.5	10	4.073	109462.284	Kırık (yay)
Optimizasyon	175	0.1	1	25	0.458	17176.428	Sürekli

Talaş şekli incelendiğinde ilerleme miktarı arttıkça talaş şeklinin kırık talaş şeklini aldığı görülmüştür. Tüm kesme hızlarında sürekli talaş tipi en düşük ilerlemede oluşmuştur.

Talaş kaldırma esnasında talaşın sürekli çıkması, iş parçası ve kesici takım ile sürekli temas halinde olması kesici takımda oluşan ısının artmasına ve kesicinin daha kısa sürede hasara uğramasına neden olmaktadır. Ayrıca sürekli talaş işlenmiş iş parçası yüzeylerine de temas ederek yüzey kalitesinin bozulmasına neden olabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı kısa veya kırık talaş oluşması işlenebilirlik açısından daha elverişli bir durumdur [13].

3.2. İstatistiksel sonuçlar

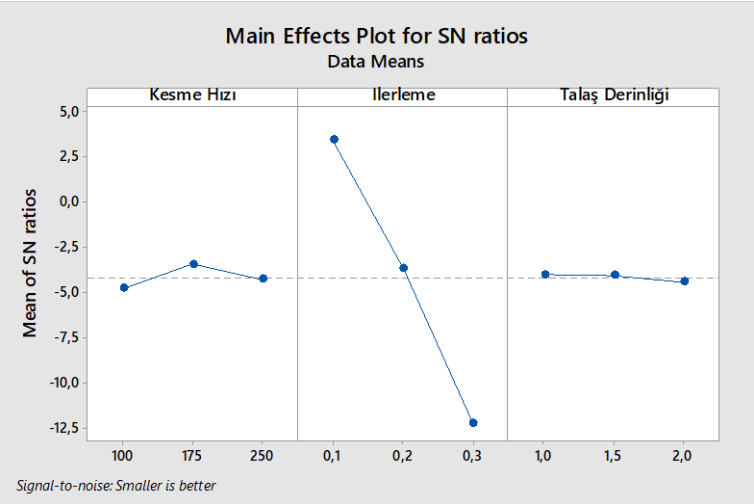
3.2.1. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü için Sinyal/Gürültü analizi yapılarak optimum parametre seviyeleri belirlenmiştir. Tablo 5'de yüzey pürüzlülüğü için yapılan S/N analizi verilmiştir. Bu tablodan yüzey pürüzlülüğü için en önemli parametrenin ilerleme olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 5. Yüzey pürüzlülüğü için S/N analizi tablosu

Seviye	Kesme Hızı	İlerleme	Talaş Derinliği
1	-4.805	3.399	-4.047
2	-3.453	-3.695	-4.079
3	-4.298	-12.261	-4.430
Delta	1.353	15.660	0.383
Sıra	2	1	3

Şekil 4'de yüzey pürüzlülüğü için S/N analizi grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre optimum parametre seviyeleri kesme hızı için 175 m/dak, ilerleme için 0.1 mm ve talaş derinliği için 1 mm'dir. Belirlenen bu parametre seviyeleri kullanılarak bir doğrulama deneyi yapılmıştır. Bu deney sonucunda 0.458 µm yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir. Bu da optimizasyon çalışmasının başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Yüzey pürüzlülüğü için S/N analizi grafiği

Tablo 6'da Yüzey pürüzlülüğü için varyans analizi tablosu verilmiştir. Tabloya göre ilerlemenin P değeri 0.05'den küçüktür. Tüm parametreler birlikte incelendiğinde, ilerlemenin yüzey pürüzlülüğü üzerinde %98.7 oranında etkili olduğu görülebilmektedir. Bu sonuç Sinyal/Gürültü analizi ile uyumludur.

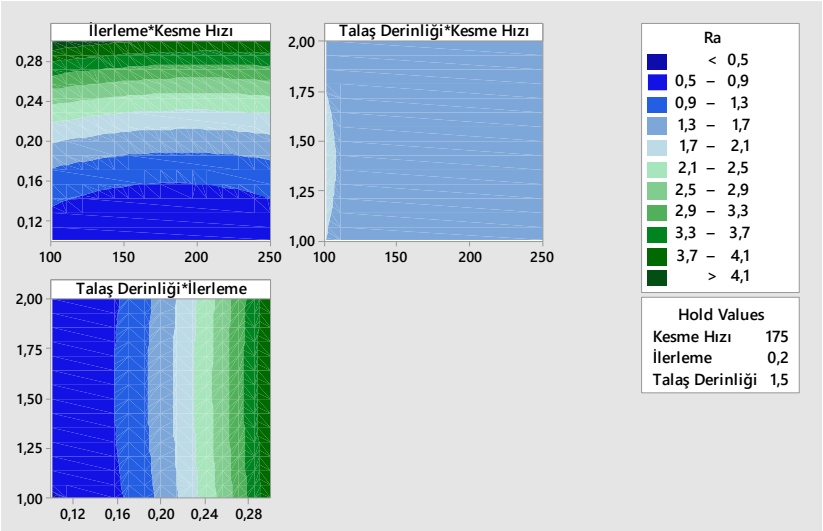
Tablo 6. Yüzey pürüzlülüğü için varyans analizi

Kontrol Faktörü	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Toplamı (Seq SS)	Kareler Ortalaması (Adj MS)	F	P	Etki Oranı %
Kesme Hızı	2	2.802	1.401	1.57	0.390	0.74961
İlerleme	2	368.931	184.466	206.09	0.005	98.69902
Talaş Derinliği	2	0.27	0.135	0.15	0.869	0.00007
Hata	2	2	0.895			0.53
Toplam	8	373.794				

Parametrelerin arasındaki ilişkinin belirlenmesi için yüzey cevap metodu ile analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda yüzey pürüzlülüğü için elde edilen regresyon denklemi Eşitlik 2'de verilmiştir. Burada f_n ilerleme, a_p talaş derinliği ve V_c kesme hızıdır.

$$Ra = 1{,}733 - 0{,}01167 * \mathrm{Vc} - 13{,}93 * \mathrm{fn} + 0{,}6550 * \mathrm{ap} + 0{,}00003 * Vc^2 + 82{,}9 * \mathrm{fn}^2 - 0{,}29 * ap^2 - 0{,}01053 * \mathrm{Vc} * \mathrm{fn} + 0{,}00144 * \mathrm{Vc} * \mathrm{ap} \quad (2)$$

Şekil 5'de yüzey pürüzlülüğü için kontur grafiği verilmiştir. Şekle göre talaş derinliği-kesme hızı etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisi yoktur. Bu grafikten ilerleme hızı değişiminin yüzey pürüzlülüğünü büyük ölçüde değiştirdiği net olarak görülmektedir.



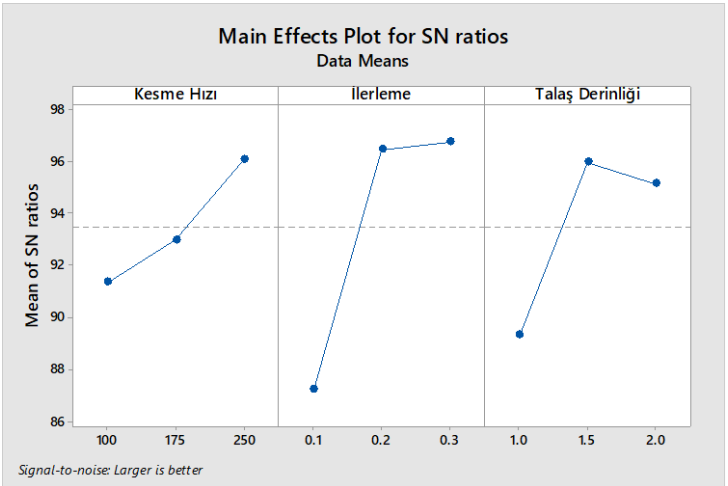
Şekil 5. Yüzey pürüzlülüğü için kontur grafiği

3.2.2. Talaş debisi

CNC tezgâhlarla seri üretimin yapıldığı günümüzde talaş debisi, işleme maliyetlerini ve işleme saatini etkilediği için temel endişe kaynağıdır [14]. Seçilen parametreler doğrudan talaş debisini etkilemektedir. Talaş debisi için Sinyal/Gürültü analizi yapılarak optimum parametre seviyeleri belirlenmiştir. Tablo 7'de talaş debisi için yapılan S/N analizi verilmiştir. Bu tablodan yüzey pürüzlülüğü için en etkili parametrenin ilerleme olduğu görülmektedir. Şekil 6'da talaş debisi için S/N analizi grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre optimum parametre seviyeleri kesme hızı için 250 m/dak, ilerleme için 0.3 mm ve talaş derinliği için 1.5 mm'dir. Tablo 8'de ise varyans analizi sonuçları verilmiştir. Tablo 8'e göre ilerlemenin etkisi % 56.69'dur. Diğer parametreler ise %11.09 ile kesme hızı ve %25.51 ile talaş derinliğidir.

Tablo 4. Talaş debisi için S/N analizi tablosu

Seviye	Kesme Hızı	İlerleme	Talaş Derinliği
1	91.36	87.21	89.30
2	92.99	96.47	95.98
3	96.09	96.76	95.16
Delta	4.73	9.54	6.68
Sıra	3	1	2



Şekil 6. Talaş debisi için S/N analizi grafiği

Tablo 8. Talaş debisi için varyans analizi

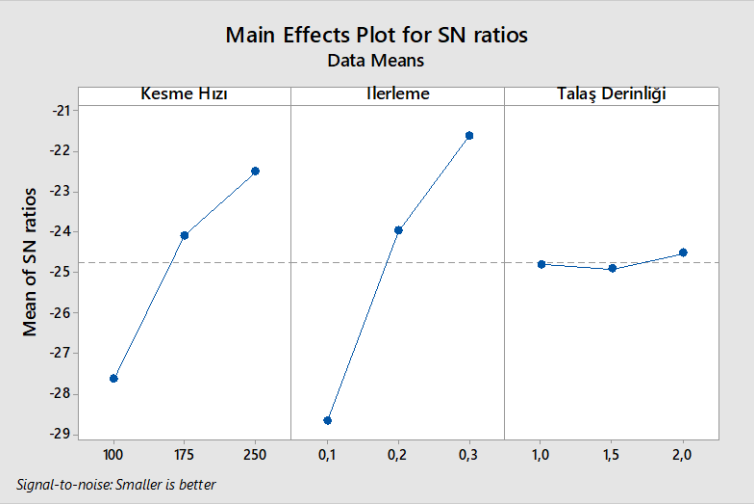
Kontrol Faktörü	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Toplamı (Seq SS)	Kareler Ortalaması (Adj MS)	F	P	Etki Oranı %
Kesme Hızı	2	34.61	17.31	1.65	0.377	11.09
İlerleme	2	176.80	88.40	8.45	0.106	56.69
Talaş Derinliği	2	79.55	39.78	3.80	0.208	25.51
Hata	2	20.92	10.46			6.71
Toplam	8	311.89				

3.2.3. Kesme süresi

Kesme süresi, yapılan işin kısa sürede bitirilmesi adına önemlidir. Kesme süresi için Sinyal/Gürültü analizi yapılarak optimum parametre seviyeleri belirlenmiştir. Tablo 9'da kesme süresi için yapılan S/N analizi sonuçları verilmiştir. Bu tablodan kesme süresi için birinci sırada etkili olan parametrenin yine ilerleme olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 7'de kesme süresi için S/N analizi grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre optimum parametre seviyeleri kesme hızı için 250 m/dak, ilerleme için 0.3 mm ve talaş derinliği için 2 mm'dir. Tablo 10'da verilen varyans analizleri sonuçlarından, ilerlemenin %64.5 ile birinci, kesme hızının %34.61 ile ikinci sırada olduğu ancak talaş derinliğinin neredeyse etkisinin olmadığı görülmektedir.

Tablo 9. Kesme süresi için S/N analizi tablosu

Seviye	Kesme Hızı	İlerleme	Talaş Derinliği
1	-27.66	-28.67	-24.82
2	-24.10	-23.98	-24.94
3	-22.53	-21.64	-24.54
Delta	5.12	7.04	0.39
Sıra	2	1	3



Şekil 7. Kesme süresi için S/N analizi grafiği

Tablo 10. Kesme süresi için varyans analizi

Kontrol Faktörü	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Toplamı (Seq SS)	Kareler Ortalaması (Adj MS)	F	P	Etki Oranı %
Kesme Hızı	2	41.335	20.6673	51.35	0.019	34.61
İlerleme	2	77.015	38.5073	95.68	0.010	64.50
Talaş Derinliği	2	0.245	0.1227	0.30	0.766	0.21
Hata	2	0.805	0.4025			0.68
Toplam	8	119.400				

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, kalıpçılık sektöründe önemli bir yeri olan H13 sıcak iş takım çeliğinden hazırlanan iş parçalarının tornalama deneyleri hem deneysel hem de istatistiksel olarak yapılmıştır. Yapılan çalışmadan aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

- Sürekli talaş tipi tüm kesme hızlarında en düşük ilerleme hızında (0.1 mm/dev) çıkmıştır.
- Kesme hızını sabit tutup ilerlemeyi artırınca talaş şekli kırık olmaktadır.
- En düşük yüzey pürüzlülüğü 175 m/dak, 0.1 mm/dev ve 1 mm kesme şartlarında elde edilmiştir. Ayrıca yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemeli parametre ilerleme ikinci olarak ise kesme hızıdır.
- Varyans analizi sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli parametre %98,69 oranında ilerleme olmuştur. Ancak ilerlemenin etkisi kesme süresinde %64.50'ye, talaş debisinde ise %56.69'a düşmüştür.
- Optimum parametre seviyeleri;
    a. Yüzey pürüzlülüğü için; 175 m/dak kesme hızı, 0.1 mm/dev ilerleme hızı ve 1 mm talaş derinliğidir.
    b. Talaş debisi için; 250 m/dak kesme hızı, 0.3 mm/dev ilerleme hızı ve 1.5 mm talaş derinliğidir.
    c. Kesme süresi için; 250 m/dak kesme hızı, 0.3 mm/dev ilerleme hızı ve 2 mm talaş derinliğidir.

KAYNAKLAR

1. Yan H, Qian G, Hu Q (2007) Development of flow stress of AISI H13 die steel in hard machining. J Wuhan Univ Technol Mater Sci Ed 22:187–190. https://doi.org/10.1007/s11595-005-2187-7
2. Outeiro JC (2012) Optimization of Machining Parameters for Improved Surface Integrity of AISI H13 Tool Steel. Mach Usinage a Gd Vitesse 16–18
3. Gonzaga BA, Abrão AM (2003) Turning of Annealed Aisi H13 Hot Work Die Steel. 17th Int Congr Mech Eng
4. Rudrapati R, Sahoo P, Bandyopadhyay A (2016) Optimization of process parameters in CNC turning of aluminium alloy using hybrid RSM cum TLBO approach. IOP Conf Ser Mater Sci Eng 149:. https://doi.org/10.1088/1757-899X/149/1/012039
5. Kumar H, Abbas M, Mohammad A, Jafri HZ (2013) Optimization of cutting parameters in CNC Turning. Int J Eng Res Appl www.ijera.com 3:331–334
6. García-Plaza E, Núñez PJ, Salgado DR, et al (2013) Surface finish monitoring in taper turning CNC using artificial neural network and multiple regression methods. Procedia Eng 63:599–607. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.245
7. Çiftçi İ, Gökçe H (2019) Optimisation of cutting tool and cutting parameters in machining of molybdenum alloys through the Taguchi Method. J Fac Eng Archit Gazi Univ 34:201–213. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.416482
8. Bajić D, Celent L, Jozić S (2012) Modeling of the influence of cutting parameters on the surface roughness, tool wear and cutting force in face milling in off-line process control. Stroj Vestnik/Journal Mech Eng 58:673–682. https://doi.org/10.5545/sv-jme.2012.456
9. Zeyvel M, Dem H, Ula HB, et al (2009) Orvar supreme sıcak iş takım çeliğinin işlenebilirliğinin incelenmesi. 5 Uluslararası İleri Teknol Sempozyumu (IATS'09), 13–15
10. Anuja Beatrice B, Kirubakaran E, Ranjit Jeba Thangaiah P, Leo Dev Wins K (2014) Surface roughness

prediction using artificial neural network in hard turning of AISI H13 steel with minimal cutting fluid application. Procedia Eng 97:205–211. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.243
11. Kumar P, Chauhan SR (2015) Machinability Study on Finish Turning of AISI H13 Hot Working Die Tool Steel With Cubic Boron Nitride (CBN) Cutting Tool Inserts Using Response Surface Methodology (RSM). Arab J Sci Eng 40:1471–1485. https://doi.org/10.1007/s13369-015-1606-0
12. Özek C, Taşdemir V (2009) Modelling Of Surface Roughness With Variance Analysis In Turning Of Aisi 304 Austenitic Stainless Steel. Technol Appl Sci 305–314
13. Metin Z, Demir H (2009) AISI H13 Sıcak İş Takım Çeliğinin İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Deneysel İncelenmesi. Erciyes Univ J Inst Sci Technol 25:251–261
14. Mukherjee S, Kamal A, Kumar K (2014) Optimization of material removal rate during turning of SAE 1020 material in CNC lathe using taguchi technique. Procedia Eng 97:29–35. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.221

YONGA LEVHALARA ÜRE FORMALDEHİT REÇİNESİ KULLANILARAK YENİ ALEV GECİKTİRİCİ KİMYASALLARIN GELİŞTİRİLMESİ VE YANMA SÜRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Nur GÜMÜŞ
Polimer Bilimi ve Teknolojisi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

Erdinç DOĞANCI
Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojisi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

Özet
Yonga levha üretimi için temel ve yanıcı olan hammadde ahşaptır. Son zamanlarda yangına dayanıklı kimyasallar yonga levha ve hatta diğer ahşaplarda oldukça önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu ahşap parçacıklarının yangına dayanıklı kimyasallarla işlenerek ahşabın yanıcılığının azaltılması sağlanmalıdır. Brom, klor, fosfor, bor, azot veya iki veya daha fazla element içeren bileşiklerin alev geciktirici üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Çevre koruması sebebiyle etkili alev geciktirici, klor ve brom içeren halojenli bileşikler, hem plastik hem de ahşap endüstrisi için tehlikeli olması sebebiyle sınırlandırılmıştır. Dünya yonga levhasının yüzde doksanı UF (üre formaldehit) reçinesi kullanılarak üretilmektedir. Ure formaldehit reçinesinin avantajları; reçinenin sertliği, reçinenin düşük yanıcılığı, kürleşmiş polimerde renk vermemesi, reçinenin çeşitli sertleştirme koşullarına uygulanabilirliğidir. Sudaki çözünürlüğü UF reçinelerini dökme ve ucuz üretime uygun hale getirir. Genellikle alev geciktirmeyi daha da arttırmak için üre formaldehit reçinesi yerine melamin içerikli reçineler tercih edilmektedir. Melamin formaldehit pahalıdır (üre formaldehit fiyatının yaklaşık 2.5 katı). Bu nedenle, alev geciktirme gereksinimini karşılayabilecek alev geciktiricinin geliştirilmesi ve ahşabın fiziksel özellikleri üzerinde en az olumsuz etkiyi yapabilmesi hedeflenmelidir. Bu tez çalışmasında, fosfat içerikli (Guanidin fofat, Amonyum polifosfat, Trifenil fosfat, Fosfonitrilik klorid trimer) çeşitli kimyasallar kullanılacaktır. Bu kimyasal katı veya sıvı çözeltiler halinde yonga levhaya eklenerek yanma özellikleri üzerine etkileri değerlendirilecektir. Bu kimyasalın ahşap üzerinde etkili olup olmadığını LOI testleri, görsel yangın testleri, koni kalorimetresi cihazı testleri ile tespiti yapılacaktır. Son olarak ahşaptaki mekanik (çekme, rutubet, yüzey dayanıklılık, su alma, şişme, serbest formaldehit) testlerin belirli standartlara uyup uyulmadığı gözlemlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Yangın geciktirici, yonga levha, ahşap, fosfat bazlı, üre formaldehit

DEVELOPMENT OF NEW FLAME RETARDANT CHEMICALS BY USING UREA FORMALDEHYDE RESIN ON PARTICLE BOARDS AND THEIR EFFECTS ON BURNING TIMES

Abstract
Wood is a basic and combustible raw material for particle board production. Recently, fire retardant chemicals have gained considerable importance in particleboard and even other woods. Therefore, these wood particles should be treated with fire retardant chemicals to reduce the flammability of wood. Compounds containing bromine, chlorine, phosphorus, boron, nitrogen or two or more elements have been found to be effective on flame retardant. Effective flame retardant due to environmental protection, halogenated compounds containing chlorine and bromine are limited because they are dangerous for both the plastic and wood industries. Ninety percent of the world chipboard is produced using UF (urea formaldehyde) resin. Advantages of ure formaldehyde resin; the hardness of the resin, the low flammability of the resin, the lack of color in the cured polymer are the applicability of the resin to various curing conditions. Its water solubility makes UF resins suitable for bulk and inexpensive production. Generally, melamine-containing resins are preferred over urea formaldehyde resin to further increase flame retardancy. Melamine formaldehyde is expensive (about 2.5 times the price of urea formaldehyde). Therefore, it should be aimed to develop a flame retardant that can meet the need for flame retardation and to have the least negative impact on the physical properties of wood. In this thesis, various chemicals containing phosphate will be used. These chemical solid or liquid solutions will be added to the particle board and their effects on combustion properties will be

evaluated. Whether this chemical is effective on wood will be determined by LOI tests, visual fire tests, cone calorimeter device tests. Finally, it will be observed whether mechanical (tensile, moisture, surface durability, water intake, swelling, free formaldehyde) tests in wood comply with certain standards.

Keywords: Fire retardant, particle board, wood, phosphate based, urea formaldehyde

1.GİRİŞ

Kaynakların yetersizliği ve çevresel sorunların ciddi hale gelmesiyle, malzemenin geliştirilmesi mevcut küresel sorunlardan biri haline gelmektedir. Sürdürülebilir malzeme kaynakları arayışında, yenilenebilir ve ekonomik olarak rekabetçi olacak ve insan kullanımı için önemli bir yüzdeyi odun sektörü kapsamaktadır. Estetik açıdan hoş görünen, yüksek mukavemet / kütle oranı, düşük ısı iletkenliği ve düşük ekonomik maliyet gibi üstün özellikleri nedeniyle, yenilenebilir bir doğal kaynak olan ahşap, bina, inşaat, dekorasyon veya mobilya için en çok yönlü malzeme olmuştur. En önemli dezavantajlarından biri muhtemelen konut ve konut dışı binalar için geniş kullanımını sınırlayan yanıcılığından kaynaklanmaktadır (Sharma NK ve ark. 2013). Ahşap ve selülozik malzemeler doğrudan yanmazlar, güçlü ısı kaynaklarının etkisi altında uçucu, katran bileşikleri ve yüksek derecede reaktif karbonlu kömür karışımına ayrışırlar ve bunun sonucunda yanma gerçekleşir (Rowell RM ve LeVan-Green SL. 2005). Ahşap, 300°C'nin üzerinde tutuşabilir büyük bir gazla dolu termal bozunmaya dönüşür, bu nedenle kolayca alev alır ve alev ile birlikte güçlü bir şekilde yanar (Hiram Kawamoto S. 1991). Ahşabın termal bozulması yüzeylerde kömürleşmiş bir tabaka oluşturarak ve etkili kesit alanını azaltır (A.H. Buchanan, 2000). Kömür tabakası iyi bir termal yalıtkandır ve iç kesiti korur (Frangi A. ve ark. (2009). Sıcaklık dağılımından, yangına maruz kalan ahşabın gradyanı, kömürleşmiş tabakanın düşük ısı iletkenliği nedeniyle büyüktür. Bu sayede ahşap, iyi bir yüksek sıcaklık kararlılığı sergiler (J. Schmid e ark. 2015). Fakat ahşap malzemelerin alev geciktiriciliğinin iyileştirilmesi, güvenlik gerekliliklerine uymak için her zamankinden daha önemli hale gelmiştir (Lowden L. ve Hull T. 2013). Sentetik polimer malzemeler için çeşitli alev geciktiriciler (FR'ler) kullanılmasına rağmen, ahşap malzemeler için ideal alev geciktiriciler hala geliştirilme aşamasındadır ve acilen yeni teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır (Gu JW. ve ark. 2007). Ahşap malzemeler için kullanılan en yaygın yangın geciktirici maddeler inorganik tuzlar, bor bileşikleri, fosforik asit, monoamonyum fosfat, diamonyum fosfat, amonyum sülfat, azot ve çinko klorürdür (Candan Z. ve ark. 2011). Ahşap ürünler için en çok kullanılan yangın geciktirici kimyasallar fosfor içerir (LeVan SL ve Winandy JE ,1990). Çevre korumanın artan endişeleri nedeniyle, etkili alev geciktirici, klor ve brom içeren halojenli bileşikler, hem plastik hem de ahşap endüstrisi için yoğun bir şekilde sınırlandırılmıştır (Pedieu R ve ark. 2011).

Yangın kazası durumunda, ideal yangın geciktiriciler ateşlemeyi ve alev yayılmasını geciktirebilir. Aynı zamanda ısı açığa çıkarma oranını da azaltabilirler (Hirata T. ve ark. 1991). Karbon monoksit üzerine karbon veren reaksiyonlar lehine dekompozisyon reaksiyonlarını yönlendirebilen azot fosfor bileşikleri hem akademik hem de endüstri alanında her zamankinden daha fazla ilgi görmüştür. Sinerjik azot-fosfor alev geciktirici, uçucu olmayan gaza ayrışarak ve karbonizasyon tabakalarının oluşumu yoluyla malzemeyi termal hasardan etkili bir şekilde koruyabilir (Jiang J ve ark. 2010).

Yonga levha üretimi için üre formaldehit reçinesi 1930'larda (Dinwoodie, 1979) geliştirilmiştir ve dünya yonga levhasının yüzde doksanı UF reçinesi kullanılarak üretilmektedir (Dinwoodie, 1979). Daha sonraları suya karşı daha dayanıklı olan melamin formaldehit reçineleri, ürünün dış sınıf panel ürünleri ve mutfak mobilyaları gibi suyla temas edebileceği uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni, onu UF reçinelerinden ayıran su saldırısına karşı yüksek direncidir. Tek dezavantajı melamin formaldehit reçinesinin üre formaldehit reçinesine nazaran çok pahalı olmasıdır (Ormnondroyd G.A 2015). Günümüzde özellikle Türkiye'de ahşap firmalarının çoğu yabancı ülkelerden yangına dayanıklı kimyasal temin ederek melamin formaldehit içerikli reçine ile beraber daha fazla maliyetli yangına dayanıklı ürünler üretmektedir.

Bu tez çalışmasında amaç, ucuza mal olabilecek fosfat bazlı direk katı veya sulu çözeltileri şeklinde hazırlanarak, üre formaldehit reçinesi kullanarak yangına dayanımı yüksek ahşap yonga levhalar elde edebilmektir.

2.MATERYAL VE METOT

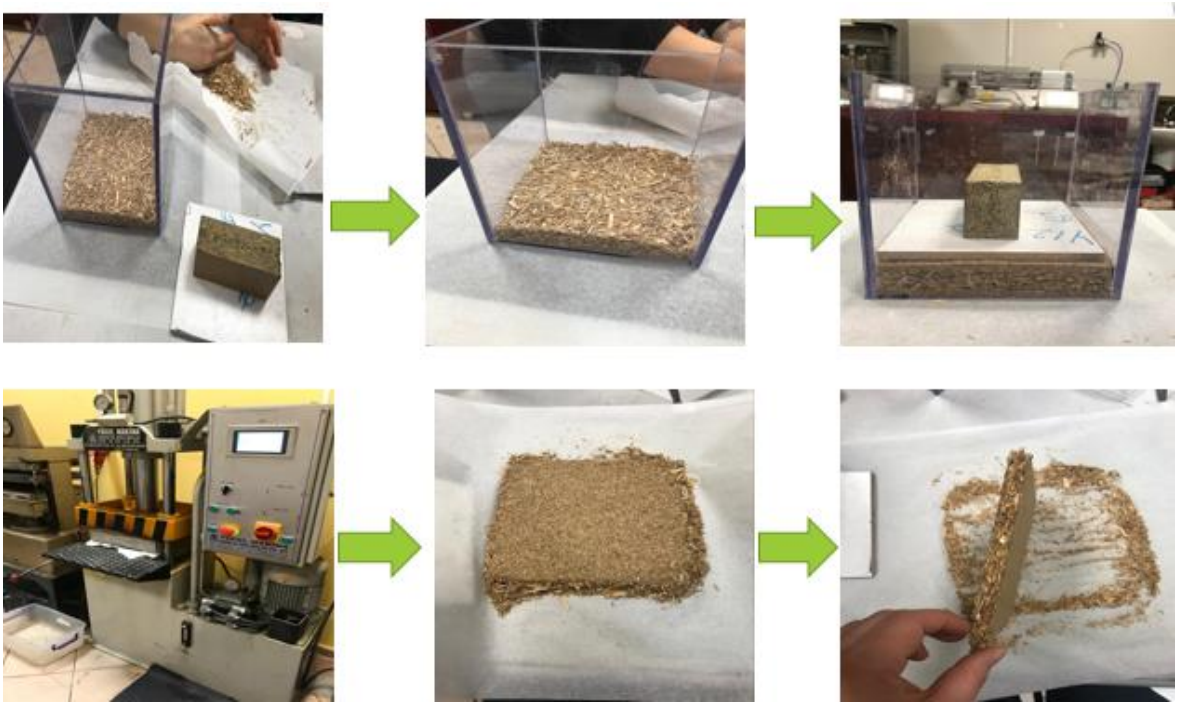
Yonga levha preslemesi için kullanılan yongalar Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Yonga Levha tesisinden alınmıştır. Levha presleme esnasında kullanılan UF (üre formaldehit) reçineleri Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tutkal tesisinden temin edilmiştir. UF reçine çeşitleri; UF 650 1,20 (viskozite: 185 cps, katı:%65,15) UF 500 1,10 (viskozite: 30 cps, katı %50,12). Ahşap preslemesi Kocaeli Üniversitesi Kimya Müh. Laboratuvarında bulunan presleme makinesinde yapılmaktadır. Presleme makinesi levhayı basarken 5 adımda gerçekleştirilerek presleme işlemini yapmaktadır. Her adımda farklı basınç ve pres süreleri girilmektedir. Yanmazlık testi içinde ölçülebilir bir değer verebilen Kimya Mühendisliği Endstriyel labında bulunan LOI cihazı ile analizler yapılacaktır.

2.1 REÇİNE HAZIRLAMA

Üst ve alt katman için UF 500 1,10 tutkalı kullanılmaktadır. Orta katman için UF 650 1,20 tutkalı kullanılmaktadır. Bu tutkallar belli oranda tartılarak yongalar ile el vasıtasıyla karıştırılır. Tutkal yapıları genelde sıvı ve çok viskoz değildir.

2.2 YONGA LEVHA HAZIRLAMA

Yonga levha ahşap 3 katmanlı bir yapıdır. Üst ve alt tabakalara daha ince öğütülmüş yongalar, orta kısma ise parça halinde yongalar kullanılmaktadır. 15cmx15cmx12mm ebatlarında presleme yapılması için buna uygun kalıp olması gerekmektedir. Kalıp altına tutkallanmış ve amonyum klorür sertleştirici ilave edilmiş ince yonga levhayı eşit şekilde dağıtılması sağlanır. Onun üzerine parça halinde tutkallanmış ve amonyum klorür sertleştirici ilave edilmiş yonga serilir. Tekrar üst kısmına ince öğütülmüş tutkallı yonga eşit şekilde dağıtılır. Üzerine baskı uygulanarak levhanın sıkışması sağlanır. Levhanın belirli sıcaklık ve basınç altında presleme adımı gerçekleşir. Pres süresi 130-200 sn sürmektedir. Pres aşamaları Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Yonga levha presleme aşamaları

3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Üretilen yonga levhanın TİP P2 TS EN 312 standartına göre limitler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo1: Yonga levhanın TS EN 312 standart limitleri

Çekme Limiti	Min. 0,40 N / mm^2
Rutubet	% 4-11
Yüzey dayanıklılık	Min. 0,80 N/ mm^2
Kalınlık (Zımparalı)	12 mm ±10
Yoğunluk	700 kg/m^3 ±10

Bu çalışmada yapılan deneme ve analiz sonuçları Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: Yonga levha mekanik test sonuçları

	Deneme 1		**Deneme 2**		**Deneme 3**	
Pres Şartları	SICAKLIK 200ºC SABİT 1.adım 27 bar 15 sn. 2.adım 27 bar 15 sn. 3.adım 38 bar 5 sn. 4.adım 38 bar 90 sn. 5.adım 15 bar 15 sn.		SICAKLIK 200ºC SABİT 1.adım 27 bar 15 sn. 2.adım 27 bar 15 sn. 3.adım 38 bar 5 sn. 4.adım 38 bar 90 sn. 5.adım 15 bar 15 sn.		SICAKLIK 200ºC SABİT 1.adım 24 bar 15 sn. 2.adım 27 bar 15 sn. 3.adım 38 bar 5 sn. 4.adım 38 bar 90 sn. 5.adım 15 bar 15 sn.	
	Numune 1	**Numune 2**	**Numune 1**	**Numune 2**	**Numune 1**	**Numune 2**
Kalınlık	11,35	11,21	11,29	11,32	11,18	11,26
Yoğunluk	764,00	706,00	693,00	780,00	764,00	674,00
Çekme	0,33	0,41	0,40	0,31	0,35	0,42
Yüzey Dayanıklılık	0,74	0,53	0,84	0,49	0,33	0,66
Rutubet	2,43	2,43	2,96	2,96	3,10	3,10

Denemelerde sıcaklık 200ºC'de sabit olarak tutulmuş olup basınç ve pres süre değerleri değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Sonuçlarda limit içi ve limit dışı değerler mevcuttur. Deneme 1 sonuçlarına göre 1.numunenin çekme değeri 0,33 N /mm^2 limit dışı, 2.numunenin çekme değeri 0,41 N /mm^2 olarak limitte geldiği gözlemlenmiştir. Yine aynı şekilde yüzey dayanıklılık sonuçlarında da limit dışı ve limit içi değerler söz konusudur. Bu sonuçlara göre numuneler arasında tutarlı sonuçlar gelmediği görülmektedir. Daha çok deneme yapılarak şartların değişimi ya da el ile yapılan karıştırılma yerine farklı düzeneklerin araştırılması sağlanacaktır.

Diğer önemli ve geliştirilmesi gereken konu ise levhaların rutubet miktarının düşük gelmesidir. Rutubet yüzdesinin %4-11 arasında olması gerekiyorken; tüm deneme sonuçlarında rutubet çok düşük kalmıştır. Bu konu ile ilgili araştırmaların ve çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Yonga levha için uygun çalışma şartları sağlandıktan sonra; yukarıda adları belirtilen fosfat bazlı kimyasalların %10, %15 ve %20 olarak sulu çözeltileri hazırlanacaktır. Hazırlanan kimyasalları yonga levhaya sonradan eklenerek presleme gerçekleştirilecektir. Presleme sonrası küçük şeritler halinde kesilen levhalara LOI testi bakılacaktır. LOI testi sonucunda en yüksek değere sahip olan kimyasalların kendi arasında hibritleşme çalışması yapılacaktır. Kimyasallar kendi aralarında farklı yüzdelerde birleştirilerek levha basımı gerçekleştirilecektir. LOI değerini en çok yükselten değer bizim için en iyi kimyasal olarak kabul edilecektir. Levha detaylı analiz için cano calorimetre testine yollanacaktır.

KAYNAKLAR

Buchanan A.H. (2000) Fire performance of timber construction, Prog. Struct. Eng. Mat.2 278–289.

Candan Z, N. Ayrilmis, T. Akbulut, (2011) Dimensional stability performance of fire retardant treated veneer-oriented strandboard bomposites, Bioresources 6 (1) 308–316.

Frangi A.M. Fontana, E. Hugi, R. Jöbstl, (2009) *Experimental analysis of crosslaminated timber panels in fire, Fire. Saf*. J. 44 (8) 1078–1087.

Gu JW, Zhang GC, Dong SL, et al. (2007)Study on preparation and fire-retardant mechanism analysis of intumescent flame-retardant coatings. Surf Coat Technol 2007;201:1835–7841.

Hirata T. S. Kawamoto, T. Nishimoto, (1991) Thermogravimetry of wood treated with water-soluble retardants and a proposal for development of fire retarded wood materials, Fire Mater. 15 27–36.

Hiram Kawamoto S. (1991)Thermogravimetry of wood treated with water-insoluble retardants and a proposal for development of fire-retardant wood. *Mater Fire Mater;15:27–36.*

Jiang J, Li J, Hu J, Fan D. (2010)Effect of nitrogen phosphorus flame retardants on thermal degradation of wood. Constr Build Mater; 24:2633–7.

LeVan SL, Winandy JE (1990) Effect of fire retardant treatments on wood strength: a review. Wood Fiber Sci 22(1):113–131.

Lowden L, Hull T. (2013)Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. Fire Sci Rev 2013;2:4.

Ormnondroyd G.A (2015) Introduction – A brief history of wood composites resins,,Copyright © 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved, *Adhesives for wood composites, (s.1-2)* UK.Woodhead Publishing, Cambridge UK.

Pedieu R, Koubaa A, Riedl B, Wang X-M, Deng J. (2011)Fire-retardant properties of wood particleboards treated with boric acid. Eur J Wood Wood Prod ;70:191–7.

Rowell RM, LeVan-Green SL. (2005) Thermal properties, combustion, and fire retardancy of wood. Handb wood chem wood compos, *2nd ed.*

Schmid J., A. Just, M. Klippel, M. Fragiacomo, (2015) The reduced cross-section method for evaluation of the fire resistance of timber members: discussion and determination of the zero-strength layer, Fire Technol. 51 1285–1309.

Sharma NK, Verma C, Chariar VM, Prasad R. (2013) Eco-friendly flame-retardant treatments for cellulosic green building materials. *Indoor Built Environ*.

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK FUTBOL MÜSABAKALARININ ANALİZ EDİLMESİ

Ozan Barlas
Yıldız Teknik Üniversitesi / Makine Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
ozanbarlas91@gmail.com

Tufan Demirel
Yıldız Teknik Üniversitesi / Makine Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
tdemirel@yildiz.edu.tr

Özet
Günümüzde makine öğrenmesi yöntemleri bir çok farklı alanda tahminleme amacıyla kullanılmaktadır. Bu projede, makine öğrenmesi yöntemlerinin sırasıyla henüz oynanmamış futbol müsabakalarının analizi ve maç esnasında durum analizi yapılması amaçlanmıştır. Günümüzde makine öğrenmesi yöntemleri bir çok farklı alanda tahminleme amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada mevcut veriler (kadro/oyuncu özellikleri, taktik yaklaşımlar, takım performansları, kart ve skor verileri, antrenör özellikleri, hakem etkisi, hava durumu etkisi, seyirci baskısı vb.) içinden en doğru tahmini yapmayı sağlayacak veriler ayıklanarak maç algoritmasına yansıtılacaktır. Projede, her bir müsabaka özelinde sonuca etki edecek verilerin korelasyonu ölçülmekte, geçmiş sonuçlar ile pozitif veya negatif korelasyonu olan veriler ile doğru olasılık hesabına ulaşmaya çalışılmaktadır. Bunun için machine learning prensipleri uygulanmaktadır. Çalışmanın öncelikle futbol olmak üzere, basketbol da dahil 20 farklı spor dalı için öncü olması amaçlanmaktadır. Çalışmanın sahip olacağı teknik özellikler:

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi, Yapay Zeka, Futbol Analitiği

Analysis of Football Competitions Using Machine Learning Methods

Abstract
Creating an artificial intelligence algorithm to calculate probability for future football match results and live match scores within the changing conditions during the match by making use of the results of past football competitions and in-game statistics. Nowadys, machine learning methods are used in many different areas for predictive purposes. In this study, it is aimed to analyze football matches that have not been played yet, and to analyze the situation during the match by machine learning methods In this study, the data that will provide the most accurate estimation from the available data (squad / player characteristics, tactical approaches, team performances, card and score data, coach characteristics, referee effect, weather effect, spectator pressure etc.) will be extracted and reflected to the match algorithm. In the project, the correlation of the data that will affect the result is measured in each competition. In the project, it measures the correlation of the data that will affect the result in each competition, and tries to reach the correct probability calculation with the data that has positive or negative correlations with the past results. Machine learning principles are applied for this, and it is tried to reach the correct probability calculation with data that has positive or negative correlations with past results. Machine learning principles are applied for this. The study is intended to be a pioneer for 20 different sports, including basketball.

Keywords: Machine Learning, Artificial Intelligence, Football Analytics

1. GİRİŞ

Bu çalışma ile, spor sektöründeki bireysel (antrenör, menajer ve sporseverler) ve kurumsal (spor kulüpleri, oran hesaplayıcılar vb.) paydaşlar için, daha yüksek başarılı oranlarına sahip spor müsabakası tahminlemesi sağlamayı hedefliyoruz. Bu tahminleme sayesinde bireysel ve kurumsal kullanıcılar farklı kadro ve taktik seçimlerine göre, hava durumu, antrenör özellikleri, takımların geçmiş mevcut ve geçmiş sezondaki performansları, hakem tarzı gibi birçok değişkeni dikkate alarak senaryo analizleri gerçekleştirebilecektir. Böylece bu aracı kullanan takımların daha kazanma oranını ve alacakları puanlarda artış sağlanacaktır.

Tahminleme aracının spor sektöründe kurgulanmasının ardından, öncelikle finans, tarım ve enerji alanları üzerinde aynı aracın farklı versiyonlarının geliştirilmesi hedeflenebilir.

2. MATERYAL VE METOD

Güncel tahmin en yeni makine öğrenme algoritmalarından biridir. Çeşitli amaçlar için tüm sektörlerde kullanılabilir. Makine öğrenimi, sınıflandırma ve tahmin alanlarında umut verici sonuçlar veren akıllı metodolojilerden biridir. İyi öngörücü doğruluğu gerektiren genişleyen alanlardan biri, sektörün ciddi ekonomik boyutu nedeniyle spor tahminidir. Buna ek olarak, kulüp yöneticileri ve sahipleri sınıflandırma modelleri için uğraşırlar, böylece maçları kazanmak için gereken stratejileri anlayabilir ve formüle edebilirler. Bu modeller, oyunlarda yer alan, geçmiş maçların sonuçları, oyuncu performans göstergeleri ve muhalefet bilgileri gibi çeşitli faktörlere dayanmaktadır.

2.1. İlk Futbol Modelinin Kurgulanması

Spor Müsabakalarının Tahminlenmesinde Makine Öğrenmesi Kullanımı İle İlgili Çalışmalar

Futbol başta olmak üzere spor müsabakaları analizi için makine öğrenmesi yöntemleri kullanımının çok sayıda akademik örneği mevcuttur. Spor etkinliklerinin sonuçlarının tahminlenmesi ile ilgili yöntemleri araştıran bir çalışmada, at yarışlarında ve çeşitli takım sporlarında bir takım tahmin konuları gündeme getirilmiştir. Yöntemler öncelikle yapılan tahmin türününe göre ayrıştırılmış, farklı değerlendirme prosedürleri incelenmiş ve alternatif tahmin yöntemleri (modeller, uzmanlar ve piyasa) karşılaştırılmıştır. Makalede ayrıca tahminlerde önyargıların varlığına ilişkin kanıtlar incelenmiştir (Stekler vd. (2010)).

Basketbol müsabakalarının tahminlenmesiyle ilgili olarak yapılan bir çalışmada, possession-based Markov model kullanılmıştır. Çalışmada geçmiş matris oluşturulurken geçmiş NBA müsabakalarının verileri ve takımların özet bilgilerinden yararlanılmıştır ve Markov model yaklaşımı ile basketbol müsabakaları ile tahminleme yapmanın tutarlı sonuçlar verebildiğine ulaşılmıştır (Štrumbelj ve Vračar (2012)).

Spor müsabakalarının tahminlenmesinde makine öğrenmesi kullanımı ile ilgili olarak;
Joseph ve arkadaşları Tottenham futbol kulübünün 1995-1997 yılları arasında oynadığı maçları incelemişlerdir. Çalışmada Bayesian Networks kullanılmıştır ve bazı alternatif makine öğrenmesine modellerine göre daha başarılı öngörüler elde etmişlerdir (Joseph vd. (2006)).

Regresyon ve nöral modellerin, spor sonuçlarını tahmin etmedeki doğruluğunu karşılaştırmaya yönelik bir araştırmada, 18 ± 0.5 yaşlarında bir grup 116 cirit atıcı incelenmiştir. Çalışmada Korelasyon matrisi ve regresyon analizinde; çapraz basamak, kolların ve gövdenin özgül gücü, abdominal kasların özgül gücü ve kavrama gücü kullanılarak doğrusal olmayan regresyon modelleri ve nöral modeller oluşturulmuştur. Sonrasında 2 yöntemle de Polonya Milli Takımı'ndan seçilen 20 cirit atıcı grubu için tahminleme yapılmış ve sonuçlar gerçek veriler ile karşılaştırılmıştır. Doğrusal olmayan regresyon modelleri ve 4-3-1 olarak yapılandırılan perceptron ağları ile tahminlenen değerler karşılaştırıldığında; mutlak hataların değeri arasındaki fark 12.68 m olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, araştırma yapay sinir modeli ile ciddi oranda daha tutarlı tahminleme yapılabildiğini göstermiştir (Maszczyk vd. (2014)).

PETTERSSON ve NYQUIST'in Futbol maçlarının sonuçlarını tahmin etmek için derin öğrenme kullandığı araştırmada, 63 farklı ülkeden ve 3 turnuvadan geçmiş futbol maçları incelenmiştir. Çalışmada, tekrarlamalı yapay sinir ağı yapısı kullanılmıştır ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, araştırma sonucuna daha detaylı veriler kullanılarak daha tutarlı sonuçlar elde edilebileceği eklenmiştir (Petterson ve Nyquist (2017)).

2.1.1. Parametre Seçimi

Bu çalışmada da makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak futbol müsabakalarının sonuçlarının olasılık bazında tahminlenmesi amaçlanmıştır ve bu kapsamda kullanılacak parametreler için maç sonu ve maç içi istatistikleri kullanılarak 2 grup oluşturulmuştur.

Maç Sonu Parametreleri Vol 1: Geçmiş futbol müsabakalarının sonuçlarından yola çıkılarak elde edilen parametrelerdir

Tablo 1. Maç Sonu Parametreleri

ID	Analiz Tipi	Parametre
1	H2H (Head To Head)	Ev sahibi takımın, evinde yapılan maçlarda attığı gol ort
2	H2H (Head To Head)	Deplasman takımın, ev sahibi takımın evinde yapılan maçlarda attığı gol ort
3	H2H (Head To Head)	Deplasman takımın, evinde yapılan maçlarda attığı gol ort
4	H2H (Head To Head)	Ev sahibi takımın, deplasman takımın evinde yapılan maçlarda attığı gol ort
5	Gol Analizi	Ev Sahibi Takımın Bu Sezon Evinde Attığı Gol Sayısı Ortalaması
6	Gol Analizi	Ev Sahibi Takımın Bu Sezon Evinde Yediği Gol Sayısı Ortalaması
7	Gol Analizi	Deplasman Takımının Bu Sezon Deplasmanda Attığı Gol Sayısı Ortalaması
8	Gol Analizi	Deplasman Takımının Bu Sezon Deplasmanda Yediği Gol Sayısı Ortalaması
9	Gol Analizi	Ev Sahibi Takımın 1 Önceki Sezon Evinde Attığı Gol Sayısı Ortalaması
10	Gol Analizi	Ev Sahibi Takımın 1 Önceki Sezon Evinde Yediği Gol Sayısı Ortalaması
11	Gol Analizi	Deplasman Takımının 1 Önceki Sezon Deplasmanda Attığı Gol Sayısı Ortalaması
12	Gol Analizi	Deplasman Takımının 1 Önceki Sezon Deplasmanda Yediği Gol Sayısı Ortalaması
13	Gol Analizi	Ligde Bu Sezon Atılan Gol Sayısının Ortalaması
14	Lig Performansı – Son X	Ev Sahibi Takımın Son 5 Maçtaki Puan Oranı
15	Lig Performansı – Son X	DeplasmanTakımın Son 5 Maçtaki Puan Oranı
16	Lig Performansı	Ev Sahibi Takımın Maç Başına Puan Ortalaması
17	Lig Performansı	Deplasman Takımının Maç Başına Puan Ortalaması
18	Lig Performansı	Ev Sahibi Takımın Ligdeki Sıralamasının Normalize Değeri
19	Lig Performansı	Deplasman Takımının Ligdeki Sıralaması Normalize Değeri
20	Bahis Oranları	İddaa Maç Sonucu 1 Oranı
21	Bahis Oranları	İddaa Maç Sonucu 0 Oranı
22	Bahis Oranları	İddaa Maç Sonucu 2 Oranı
23	Skor	Ev Sahibi Takım Maç Sonucu Skoru
24	Skor	Deplasman Takımı Maç Sonucu Skoru

2.1.2. Ranking (Skorlama)

Regresyon veya gruplandırma amacıyla işaretlenmiş sonuçların kullanılan parametreler ile olan ilişkisinin skorlanması işlemidir. Information Gain, Information Gain Ratio, Gini, ANOVA, Chi2, ReliefF ve FCBF (Fast Correlation Based Filter) skorlama yöntemleri kullanılmıştır.

Sonuçlardan
V16: Ev Sahibi Takımın Maç Başına Puan Ortalaması, V17: Deplasman Takımının Maç Başına Puan Ortalaması, V18: Ev Sahibi Takımın Ligdeki Sıralamasının Normalize Değeri ve V19: Deplasman Takımının Ligdeki Sıralaması Normalize Değeri değerlerinin sonuçla olan ilişkisinin diğer parametrelere göre çok yüksek olduğu gözükmektedir.

2.1.3. Korelasyon Analizi

Sonraki aşamada bağımlı/tekrar eden parametrelerin tespit edilmesi için korelasyon analizi uygulanmıştır. Pearson/Spearman tarafından geliştirilen parametre çiftleri arası monolitik ilişkiyi gösteren testler uygulanmıştır.

Sonuçlardan parametre çiftleri arasında korelasyon oranları yüksek gözlenmiştir. Bu seçilen parametrelerin birbirinden bağımsız olmadıkları ve regresyon/gruplandırma modelinde tekrarlara yol açtığı anlaşılmıştır. Bağımsız parametre setlerinin kurgulanması gerekmektedir. Özellikle V15 & V17, V9 & V10 ve V14 & V16 parametreleri arasında yüksek korelasyon gözlenmiştir.

2.1.4. Veri Setinin Model Kurgusundan Önce İşlenmesi

Son 10 yıllık geçmiş maç sonuçları incelenmiştir. 02.03.2007 - 11.03.2020 tarihleri arasındaki 118.716 maç incelendiğinde, vv sahibi takımın veya deplasman takımının 7'den fazla gol attığı maç sayısı: 73 (0,0006) olarak tespit edilmiştir. Bu kapsamda 7'den fazla gol atılan maçlar göz ardı edilebilir. Ev sahibi takım gol sayıs ve deplasman takımı gol sayılarını minimum 0, maksimum 7 gol olacak şekilde sınırlandırabiliriz.

Ev sahibi takımın evinde yapılan maçlarda attığı gol ort V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13 parametreleri gol bazlı parametreler olduğu için, öğrenme modeline minimum 0 ve maksimum 7 olan değerleri almak, 7 üzeri değerleri 7'ye sabitlemek uygun görülmüştür.

2.1.5. Train Ve Test Data Belirlenmesi

Validasyon aşamasındaki olası underfitting sorununu önleyebilmek için çapraz doğrulama yöntemi kullanılmıştır. 1. deney için veri setinin yüzde 20'lik kısmını test (validation) için yüzde 80'lik kısmını eğitim için ayrılır.

2. deney için veri setinin farklı bir yüzde 20'lik kısmı test için yüzde 80'lik kısmı eğitim için ayrılır ve bu prosedür 3. 4. 5. deneyler için de gerçekleştirilir. Günün sonunda modellerin başarı oranlarının ortalaması alınır. Train data olarak 2017'den küçük maçlar seçilmiştir. (57912 kayıt), Test data olarak 2017 yılındaki maçlar seçilmiştir. (6554 kayıt).

2.1.6. İlk Tahminleme Modeli – Logistic Regression

Learner hyperparametrelerinin farklı kombinasyonların sonuçlarda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir;
Öğrenme ve tahminleme işlemi sonrası; 2017 öncesi sezonlar için öğrenme uygulanıp, 2017 sezonundaki maçlar için test edildiğinde;
Gerçekleşen sonucu modelin doğru bilme oranı (Recall) %49
Model tahminlerinin gerçeklemesi doğruluk oranı (Precision) %36 olarak tespit edilmiştir.

Test data'da, Ev sahibinin kazandığı maçlar % 87,2 - Beraberlikle biten % 0 - Deplasman takımının kazandığı maçlar ise % 33,8 oranında tahminlenebilmiştir.

İlk Tahminleme Modeli – Neural Network

Öğrenme ve tahminleme işlemi sonrası; 2017 öncesi sezonlar için öğrenme uygulanıp, 2017 sezonundaki maçlar için test edildiğinde;
Gerçekleşen sonucu modelin doğru bilme oranı (Recall) %48
Model tahminlerinin gerçeklemesi doğruluk oranı (Precision) %39,8 olarak tespit edilmiştir.

Test data'da, Ev sahibinin kazandığı maçlar % 80,2 - Beraberlikle biten % 7,2 - Deplasman takımının kazandığı maçlar ise % 34,9 oranında tahminlenebilmiştir.

2.1.7. Gürültü Azaltma

V16, V17 parametrelerinin incelenmesi (Maç Başına Puan Ortalaması)

Bu iki parametre için saçılım grafiğine bakıldığında beklenen ilişkiyi bozan değerler olduğu farkedilmiştir. Bu değerler incelendiğinde bazı minor liglerdeki verilerde eksiklikler olduğu farkedilmiştir.

Veri setinin iki ayrı parçaya ayrılması ve incelemenin bu şekilde devam edilmesine karar verilmiştir. Veri setinden 2. ligler çıkarılmıştır. Filtreleme sonrası 0'daki yığılma düzelmiştir.

Sadece ülkelerin en üst seviyeli liglerini içerecektir: Almanya Bundesliga, Belçika Lig A, Fransa Ligue 1, Hollanda Eredivisie, Rusya Premier Lig, Türkiye Süper Lig, Çin Süper Lig, İngiltere Premier League, İspanya Primera Lig ve İtalya Serie A.

2.1.8. Majör Lig Modeli

Sadece majör ligler için modeller çalıştırıldığında;
Logistic regression için Precision: %37,6 Recall: %51,3
Neural Network için Precision: %44 Recall: %50,5 olarak tespit edilmiştir.

2.2. İkinci Modelinin Kurgulanması

2.2.1. Long Term Rank

Parametre setindeki HomeId ve AwayId kategorize değerlerinin modele katkı sağlayabilmesi amacıyla takımları temsil edecek Uzun Dönem Performansı için bir metrik planlanmıştır.

Aktif sezondan önceki tüm sezonlarda kazanılan puanların maç sayısına oranı şeklinde hesaplanacaktır.

LTR parametrelerinin skorlama yöntemlerine göre diğer tüm parametrelerden önde olduğu tespit edilmiştir.

Sadece majör ligler için, LTR parametreleri de eklenerek modeller çalıştırıldığında;
Logistic regression için Precision: %38,1 Recall: %51,8
Neural Network için Precision: %46,3 Recall: %51,6 olarak tespit edilmiştir.

2.2.2. Liglerin Sınıflandırılması

Minör ligler de Almanya Bundesliga 2, Fransa Ligue 2, Hollanda Eerste Divisie, Rusya FNL, Türkiye Birinci Lig, Çin 1. Lig, İngiltere Championship, İspanya 2.Lig ve İtalya Serie B olarak seçilmiştir.

Hafta numarasına göre sınıflandırma

Sezon arası antreman düzeyi, motivasyon, takımlardaki oyuncu değişikliği, üst lige çıkma, alt lige düşme vb benzeri değişiklikler sebebi ile futbol sezonundaki ilk maçların o takımların gerçek performansını yansıtmadığı bilinmektedir.

Bu bakımdan, ligin ilk haftalarına ait model kurgulanırken aktif sezona ait featureların kullanılması, takımların gerçek durumlarını temsil etmeyecek bir başka söylemle, tahmin modellerimizde hataya sebebiyet verecektir. Bu bakımdan iki ayrı classification modeli öngörülmüştür;

Historical model: Bu model ligin ilk 4 haftasındaki tahminler için kullanılacak ve geçmişe ait takımların genel durumlarını ortaya koyacaktır. V5, V6, V7, V8, V16, V17 parametreleri hariç tutulmuştur. (Aktif sezon parametreleri)
Active Season modeli: Bu model 5. Hafta ve sonrası için kullanılacak modeldir.
Bu kapsamda modeller logistic regression ve neural network için hem majör/minör lig ayrımına göre hem de ilk 5 hafta ve sonrası olması durumuna göre ayrı ayrı çalıştırılmıştır.

2.3. Canlı Skor Modeli

Bu model, canlı maç skoru üzerinden yapay zeka modeli oluşturulması ile ilgilidir. Maç içi olayları dakika ve olay bazında elimizde mevcut ise bu bilgiler kullanılarak maç sırasında kullanılabilecek bir yapay zeka modeli oluşturulması hedeflenmiştir.

2.3.1. Maç İçi Kritik Anlar
İlk olarak maç modeli parametreleri kullanılmıştır. Sonrasında ise maç öncesi hesaplanan olasılıkları değiştirecek maç içi olaylar listelenmiştir.

Buradaki amaç dakika ilgili metriklerin son durumu ve maç sonucu arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Dakika bazında kritik veriler; ev sahibi takım skoru, deplasman takımın skoru, ev sahibi takım toplam sarı kart, deplasman takım toplam sarı kart, ev sahibi takım toplam kırmızı kart, deplasman takım toplam kırmızı kart, ev sahibi toplam değişiklik sayısı, deplasman takım değişiklik sayısı, ev sahibi takım kaçan penaltı sayısı, deplasman takı kaçan penaltı sayısı, ev sahibi takım maç sonu skor, deplasman takım maç sonu skor, skor farkı, sarı kart farkı, kırmızı kart farkı ve oyuncu değişikliği farkı, hedef veri ise kazanan taraf olarak belirlenmiştir.

2.3.2. Sadece Maç İçi Verileri Kullanılarak Kazanan Tarafın Tahmin Edilmesi
Dakika, skor farkı, sarı kart ve kırmızı kart farkları, maç sonu parametreleri bazında modele alınmıştır. Veriseti CSV formatında içeri alınmıştır. (71499 kayıt), sıfırıncı yani maç önü ve 92. Dakika yani maç sonu satırlarını filtrelenmiştir. Modeller çalıştırıldığında maç içi tüm dakikalar için başarı oranları;
Logistic regression için Precision: %67,6 Recall: %58,7
Karar Verme Ağacı için Precision: %63,2 Recall: %62,9 olarak tespit edilmiştir.

2.3.3. Dakika Bazında Tahminleme Eğilimleri
Karar verme ağacının 30. Dakikalara kadar beraberlik tahmini yapamadığı gözlenmiştir. Logistic Regression da ancak 80. Dakikadan sonra beraberlik tahminini çok kısıtlı olarak yapabilmiştir.

2.3.4. Dakika Bazında Tahminleme Performansları
Karar verme ağacı özellikle 2. devreden itibaren daha başarılı sonuçlar vermektedir.

3. SONUÇ
Maç içi featureları kullanmadan yani maç başlamadan önce yapılan yapılan tahminlerin maç başladıktan sonraki tahminlerden farklı olacağı aşikardır. Bu yüzden, maç önü tahminleri ile maç içi tahminlerinin bir şekilde harmanlanması gerekmektedir. Burada tavsiye edilen, yukarıda bahsedilen maç olaylarından biri gerçekleşene kadar, karar verme ağacı algoritması ile maç öncesi tahminin ağırlıklı ortalamasının alınmasıdır. Burada ağırlık katsayıları dakikalar geçtikçe maç içi modeline doğru evrilmelidir. Toplam evrilme zamanı 30 dakika öngörülürse, bu durumda maç idi modelin ağırlık katsayısı = (dakika -1) / 30 olur. Maç önü tahminin ağırlık katsayısı = 1 - maç içi modelin ağırlık katsayısı olarak hesaplanacaktır. 30. dakika sonrası itibarı ile tamamen maç içi modelin tahminleri devrede olacaktır. Eğer ilk 30 dakika içerisinde yukarıda bahsedilen maç olaylarından biri gerçekleşirse, direkt olarak maç içi modele geçilmelidir.

4. TARTIŞMA
Bu çalışmada öncelikle makine öğrenmesi prensipleri kullanılarak, geçmiş futbol müsabakalarının sonuçlarından yararlanarak gelecek müsaabakaların sonuçlarının tahminlenmesi amaçlanmıştır. 2. aşamada ise maç içi anlık tahmin amaçlanmıştır. Başarı oranlarının iyileşmesi özellikle maç içi veri kalitesinin arttırılmasıyla sağlanabilir. Ayrıca, ilerleyen zamanlarda futbolcu verilerinin de parametrelere dahil edilmesiyle daha verimli çalışmalar yapılabilecektir. Çalışmanın futbolcu verisi bazlı kadro ve senaryo analizlerine ve sonrasında basketbol, voleybol gibi diğer spor dallarında yapılacak çalışmalara öncü olması hedflenmektedir.

KAYNAKLAR
Joseph A., Fenton N.E., Neil M. 2006. “Predicting football results using Bayesian nets and other machine learning techniques”, Knowledge-Based Systems, 19, 544-553.

Maszczyk A., Gołaś A., Pietraszewski P., Roczniok R., Zając A., Stanula A. 2014. “Application of Neural and Regression Models in Sports Results Prediction”, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 117, 482-487.

Petterson D., Nyquist R. 2017. “Football Match Prediction using Deep Learning”, Master’s Thesis in Department of Electrical Engineering CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Gothenburg, Sweden.

Stekler H. O., Sendor D., Verlander R. 2010. “Issues in sports forecasting”, International Journal of Forecasting, 26, 606-621.

Štrumbelj E., Vračar P. 2012. “Simulating a basketball match with a homogeneous Markov model and forecasting the outcome”, International Journal of Forecasting, 28, 532-542.

GEMİ ELEKTRİK SİSTEMİ TASARIMININ İNCELENMESİ

Merve CAN
Kocaeli Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü /Elektrik Mühendisliği
canmerve.08@gmail.com, ORC-ID : 0000-0003-4597-3554

Şule Kuşdoğan
Kocaeli Üniversitesi/ Mühendislik Fakültesi /Elektrik Mühendisliği
kusdogan@kocaeli.edu.tr, ORC-ID : 0000-0003-0586-4142

Özet
Gemi elektrik sistemlerinin yapısı, kara elektrik sistemlerine göre birçok yönden farklılık göstermektedir**.** En belirgin farklılık ise güç üretim ekipmanları ile tüketiciler arasındaki mesafenin oldukça kısa olması ve alçak gerilim seviyesinde iletim yapılmasıdır. Gemi elektrik güç sisteminin belirlenmesi geminin tipine, görev kabiliyetine ve ana tahrik sistemine bağlıdır. Gemi tahrik sistemleri mekanik sistemden elektrik ve hibrid sistemlere doğru değişim göstermektedir. Son zamanlarda gemi güç sistemleri içten yanmalı motorlardan elektrokimyasal, depolanmış ve entegre güç sistemlerine doğru gelişmektedir. Gemi elektrik sistem tasarımı ve inşasına ilişkin standartları belirlemek ve uygulatmak için birçok klas kuruluşu bulunmaktadır. Bir geminin elektrik sistem tasarımı yapılırken, gemi için belirtilen klas kuruluşu kuralları dikkate alınmaktadır. Tasarım yapılırken başlangıç olarak, gemide kullanılacak tahrik sistemine göre seçilen güç üretim ekipmanlarının kapasitesini ve sayısını belirlemek için yük analizi yapılmaktadır. Gemilerde farklı çalışma durumlarına göre yük analiz hesapları farklılık göstermektedir. Böylece seçilecek güç üretim ekipmanı, tüm yük güçlerinin toplamından daha düşük kapasiteye sahip olacaktır. Gemi elektrik güç sisteminin sürekliliği ve güvenilirliği, geminin görevini sorunsuz devam ettirmesi açısından kritik bir etkendir. Bu açıdan gemilerde nötrü yalıtılmış elektrik dağıtım sistemleri kullanılmaktadır. Güç dağıtım sistemi, panolar, transformatörler ve onlardan beslenen tüketicilerden oluşmaktadır. Güç dağıtım sistemi tasarlanırken kısa devre hesapları yapılarak devre koruma elemanlarının kesme kapasiteleri belirlenmektedir ve seçiciliğe uygun olarak boyutlandırılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, kara ve gemi elektrik sistemleri arasındaki farklar incelenerek, gemi elektrik sistem tasarımı için gerekli parametreler değerlendirilmektedir. Çalışmada, yük ihtiyacını gösteren örnek bir yük analizi tablosu oluşturulmaktadır. “ABB e-design programı” ile bir tek hat şeması üzerinde, en büyük kısa devre akımı hesabı yapılmakta ve verilere göre koruma devre elemanları seçilmektedir.

Anahtar Kelimeler: gemi elektrik sistemi, tahrik sistemleri, tek hat şeması

INVESTIGATION OF SHIP ELECTRICAL SYSTEM DESIGN

Abstract
The structure of ship electrical systems differ in many ways compared to land electrical systems. The most obvious difference is that the distance between the power generation equipment and the consumers is very short and the transmission is at low voltage level. The determination of the ship's electrical power system depends on the ship's type, duty capability and main propulsion system. Ship propulsion systems vary from mechanical systems to electrical and hybrid systems. Ship power systems have evolved from fuel-injection engines to electrochemical, stored and integrated power systems. While designing a ship's electrical system, the classification society rules specified for the ship are taken into consideration. Initially, load analysis is performed to determine the capacity and number of power generation equipment selected according to the propulsion system to be used on the continuity and reliability of the ship's electrical power system is a critical factor in maintaining the ship's duty without any problems. In this respect, neutral isolated electricity distribution systems are used in ships. The power distribution system consists of boards, transformers and consumers fed by them. While designing the power distribution system, by making short circuit calculations, the breaking capacities of circuit protection elements are determined and sized in accordance with the selectivity. In this study, the differences between land and ship electrical systems are examined; the parameters required for ship electrical system design are evaluated. In the study, an exemplary load analysis table is created showing the load requirement. With the “ABB e-design program”, a

maximum of short circuit current is calculated on a single line diagram and protection circuit elements are selected according to the data.

Keywords: ship electrical system, propulsion systems, single line diagram

1. GİRİŞ

İnsan faaliyetinin yaydığı sera gazları nedeniyle Dünya ikliminin ortalama sıcaklığı artmaya devam etmektedir (Rıtarı ve ark., 2020). Bu nedenle denizcilik endüstrisi de, diğer birçok endüstri gibi, çevresel etkisini azaltmak için büyük bir baskı altındadır (Geertsma ve ark., 2017). Birleşmiş Milletlere bağlı ve denizcilik sektörün üst kurumu olarak tanımlanan Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), gemilerde enerji verimliliğinin sağlanması açısından önemli rol oynamaktadır (Yiğit, 2019). IMO, gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi, emisyonların azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması için uluslararası sözleşmesi Marpol ile katı kısıtlamalar getirmektedir. Bununla birlikte, güç ve sevk sistemlerindeki ilerlemeler ve enerji yönetimindeki gelişmeler hem CO_2 hem de NO_x emisyonlarının azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunabilmektedir (Geertsma ve ark., 2017).
Verimlilik ve farklı işletim profillerine uyum sağlama arasındaki bu denge, büyüyen güç ve sevk mimarilerinin de çeşitliliğine yol açmaktadır (Geertsma ve ark., 2017). Mekanik tahrik, elektrikli tahrik veya her ikisinin bir karma kombinasyonu; yanmalı motorlar, yakıt hücreleri, enerji depolama veya hibrid kombinasyon ile güç üretimi ve AC veya DC elektrik dağıtımı olarak belirtilmektedir.
Son zamanlarda çevresel etkenler nedeniyle enerji depolama, hibrid kombinasyon ile güç üretimine yönelmekte ve çalışmaların bu doğrultuda yapılmakta olduğu görülmektedir. Fakat enerji yönetimi ve kontrol stratejileri yeterli düzeyde gelişmemiştir (Geertsma ve ark., 2017). Bu nedenle günümüzde birçok geminin sevk sisteminde mekanik, elektrik veya mekanik-elektrik kombinasyonu kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, gemi sistem tasarımını için gerekli parametreler incelenmektedir. Tasarımın önemli parçası olan sevk sistemlerinden bahsedilmektedir. Örnek bir gemi üzerinde tasarım sürecinde önem taşıyan yük analizi tablosuna ve kısa devre hesaplayarak koruyucu devre elemanlarının seçimine de yer verilmektedir.

2. GEMİ ELEKTRİK SİSTEMİ TASARIMININ İNCELENMESİ

Gemi elektrik sisteminin incelenmesindeki temel amaç; gemi elektrik sisteminin karasal sistemlere göre farklılık göstermesidir. Yolcuların veya mürettebatın güvenliği için, gemiler maksimum güvenilirlik sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Karasal sistemler için, riskler o kadar yüksek olmamaktadır. Kesintiler genellikle nadir ve genellikle bir bakım ekibi tarafından birkaç saat içinde tamir edilebilmektedir. Gemi ile kara elektrik sistemi arasındaki farklılıklar aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır:

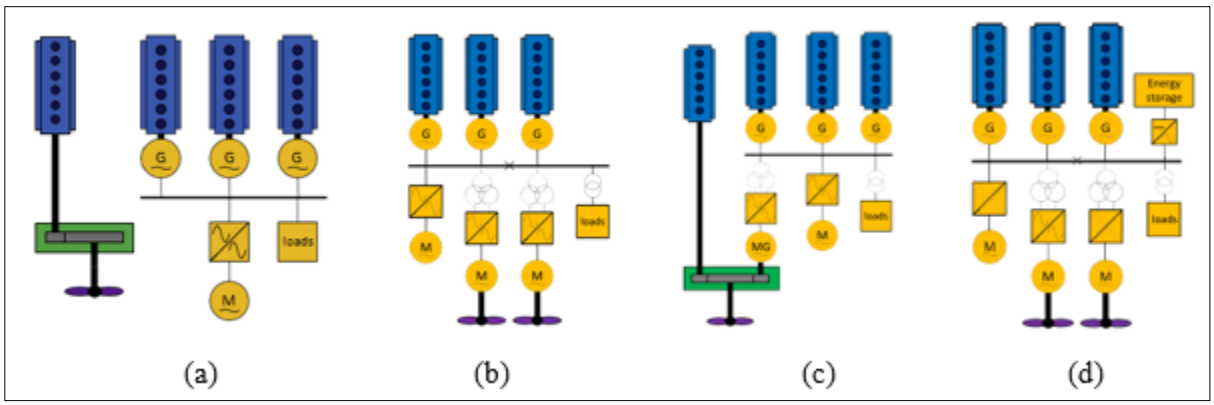
- Gemi elektrik güç üretim ekipmanları ile tüketiciler arasındaki mesafe oldukça kısadır ve izole bir sistemdir. Kara elektrik sistemlerinde güç üretimi ile tüketici arasında yüzlerce kilometrelik mesafe, bunların arasında oldukça uzun iletim hatları ve pek çok trafo merkezleri bulunmaktadır.
- Gemi elektrik güç sisteminde besleme kaynağı kapasiteleri çalışma durumlarına göre yaklaşık tüm motor kapasitesinin %70-80 olabilmektedir. Kara tesislerinde besleme kaynaklarının kapasiteleri ise devreye alınan motor kapasitelerine göre büyük olmalıdır (Yıldız, 2015).
- Gemilerde can güvenliğini sağlamak adına elektrik enerji beslemesinin sürekli olması gerekmektedir. Karasal sistemlerde herhangi bir kesinti can güvenliğini tehlikeye sokmamaktadır (Yıldız, 2015).
- Gemilerde gerilim seviyesi ve frekans belirli bir kurala bağlı tutulmamaktadır. Kara tesisleri ise ulusal şebeke ve frekansına uyum sağlamak zorundadır.
- Gemi elektrik güç sisteminin çalışma koşullarından (yüksek sıcaklık, titreşim, salınım, eğilim, şok, korozyon, yağ buharı vb.) dolayı kısa devre meydana gelme olasılığı kara tesislerine göre fazladır (Yıldız, 2015).

Kara elektrik sistemlerine göre, gemi elektrik sistemlerinde üretilen gücün tamamı küçük bir alan içerisinde kullanılmaktadır. Bu da gemilerdeki mühendislik zorluklarının nedenini göstermektedir ve

yüksek doğruluk ve güvenilirlik alanlarında hassas analizler gerektirmektedir (Menteş ve Akyıldız, 2019).

2.1. Tahrik Sistemleri

Tahrik sistemleri mekanik tahrik, elektrik tahrik ve hibrid tahrik sistemi olarak ele alınmaktadır. Mekanik tahrikli gemilerde tahrik sistemi genellikle ana makine, devir düşürücü, dişli kutusu, şaft ve pervaneden oluşmaktadır. Gemideki elektrik yükleri için pervaneyi döndüren ana makineden ayrı olan jeneratörler kullanılmaktadır (Yıldız, 2015). Bir gemideki elektrikli tahrik sistemi, jeneratörler tarafından üretilen enerjinin büyük bir kısmını pervaneyi döndüren ana tahrik motorlarına, bir kısmını da servis yüklerine aktaran bir iletim ve dağıtım sistemidir (Yağmur, 2001). Hibrid tahrik sistemi, mekanik tahrik ile elektrikli tahrik sisteminin kombinasyonundan veya enerji depolama (batarya) tahrik ile elektrik tahrik sistem kombinasyonundan oluşabilmektedir. Hibrid tahrik, kullanılan her iki tahrik sisteminin avantajlarından faydalanabilmektedir (Geertsma ve ark., 2017). Mekanik ve elektrik tahrik sistem kombinasyonunda, doğrudan bir mekanik tahrik, yüksek hızlarda yüksek verimlilik için itiş sağlamaktadır. Ek olarak, aynı şafta bir şanzıman vasıtasıyla veya doğrudan pervaneyi tahrik eden şafta bağlanmış olan bir elektrik motoru, düşük hızlar için tahrik sağlamaktadır**.** Bu motor aynı zamanda gemi hizmetleri elektrik şebekesindeki elektrik yükleri için bir jeneratör olarak da kullanılabilmektedir. Ayrıca mekanik tahrik motoru çalışırken, bu sistem ya elektrik jeneratöründen ya da jeneratör setlerinden kapasite üretilmesine izin vermektedir. Enerji depolama ve elektrik tahrik sistem kombinasyonunda, yakıt hücrelerinden elektrokimyasal güç kaynağı veya bataryalar, volanlar veya süper kapasitörler gibi enerji depolama sistemlerinden depolanan güç kaynağı kullanılmaktadır (Geertsma ve ark., 2017). Enerji depolama, gerekli elektrik gücünü sağlayabilmekte ve bir veya daha fazla motorun kısmi yükte verimsiz bir şekilde çalışmamasını sağlamaktadır. Enerji depolamada kullanılan ekipman motor daha düşük SFC ve CO_2 ve NO_x emisyonları olan bir çalışma noktasında çalışırken veya kıyı bağlantısı ile şarj edilmektedir. Böylece yakıt tasarrufu sağlanmakta, emisyonlar ve gürültü azaltılmakta, konfor artırılmaktadır. Tahrik sistemlerin mimarileri Şekil 1' de gösterilmektedir.



Şekil 1. a) mekanik b) elektrik c)mekanik & elektrik d) enerji depolama & elektrik tahrik sistem mimarileri

2.2. Yük Analizi

Gemilerde ana elektrik güç kaynakları geminin tipine, görev kabiliyetine, tasarımına göre belirlenmektedir. Ana elektrik güç kaynaklarının sayısını ve kapasitesini belirlemek için yük analizi yapılmaktadır (Yıldız, 2015). Geminin toplam elektrik ihtiyacı, çalışma durumuna göre değişmektedir. Bu nedenle gemilerde farklı çalışma durumlarına göre yük analiz hesapları da farklılık göstermektedir. Gemilerde genel olarak seyir durumu, limana varış-kalkış, yükleme-boşaltma gibi çalışma durumları vardır (Yıldız, 2015). Bu durumlar geminin görev kabiliyetine göre çeşitlenmektedir.

Elektrik yük analizi için çalışma durumlarındaki yük ihtiyacını belirleyecek bir yük analizi tablosu oluşturulmaktadır. Yük analizi tablosunda her bir yükün gücü talep faktörü ile çarpılarak beklenen güç ihtiyacı hesaplanmaktadır. Tüm yükler tam zamanlı çalışamaz, bazıları çok kısa süreli çalışır ve bazı yükler devredeyken, bazıları devrede olmayacaktır. Böylece seçilecek jeneratör kapasitesi tüm

yüklerin güçlerinin toplamından daha az olmaktadır. Talep faktörü belli periyottaki ortalama bir gücün, ekipmanın maksimum gücüne bölünmesi olarak tanımlanmaktadır. Talep faktörü benzer gemilerdeki benzer yüklerden tecrübe ile belirlenmektedir (Yıldız, 2015).
Dinamik konumlandırma sistemine sahip çok amaçlı SAFWAN adlı geminin yük analizi tablosu örnek olarak Tablo 1'de gösterilmektedir. Gemide iki adet 830 kW'lık ana jeneratör, bir adet 465 kW'lık liman jeneratörü bulunmaktadır.

Tablo 1. SAFWAN adlı geminin yük analizi tablosu

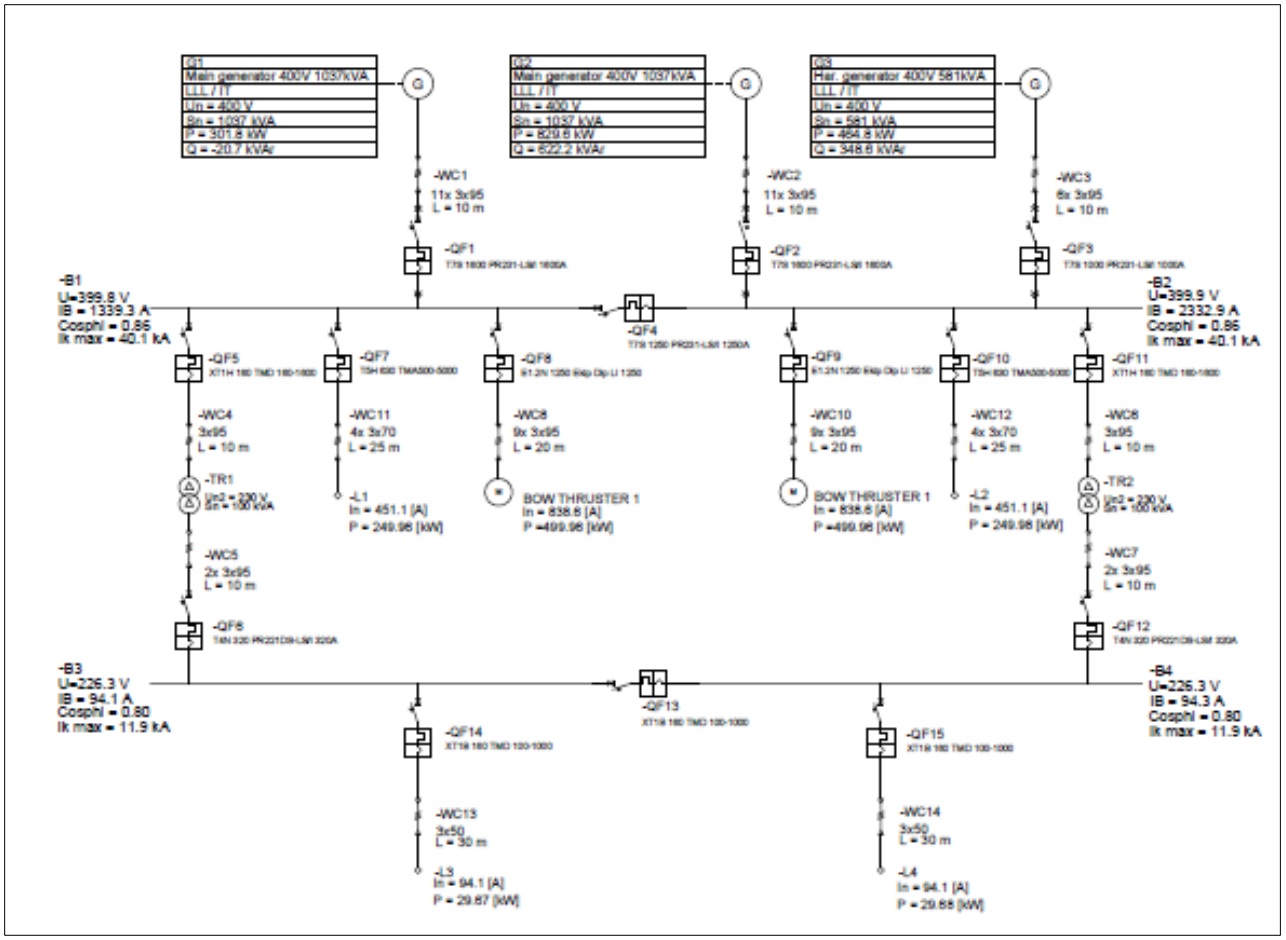
Tüketici	GÜÇ *(kW)*	SEYİR			MANEVRA			DP OPERASYONU			LİMAN	
		Talep Fak.	Portbb	Stbdbb	Talep Fak.	Portbb	Stbdbb	Talep Fak.	Portbb	Stbdbb	Talep Fak.	(kW)
Bow thruster 1	500	0	0	0	0	0	0	0,5	250	0	0	0
Bow thruster 2	500	0	0	0	0	0	0	0,5	0	250	0	0
400V / 230V trafo 1	80	0,63	50,7	0	0,55	44,2	0	0,3	23,4	0	0,57	45,7
400V / 230V trafo 2	80	0	0	0	0	0	-	0,44	0	35,2	0	0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TOPLAM	**2760**		**156**	**126**		**406**	**128**		**386**	**596**		**70**

2.3. Kısa Devre Hesabı ve Koruyucu Devre Elemanı Seçimi

Gemide çalışacak olan personelin can güvenliğinin sağlanması, geminin seyir güvenliği ve koruma elemanlarının uygun şekilde boyutlandırılması açısından gemi elektrik sistemlerinde kısa devre hesaplamalarının yapılması büyük önem taşımaktadır. Gemi elektrik sistemleri için kısa devre akımı genel olarak IEC 61363 standardına göre hesaplanmaktadır. Her zaman tam bilgiye ulaşmak mümkün değildir. Gemi için belirlenen klas kuruluşunun yayınladığı sadeleştirilmiş kısa devre hesapları da kullanılabilmektedir.

Gelişen teknoloji ile birlikte kısa devre hesabı yapılabilen birçok program ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri de ABB e-design programıdır. Bu program ile tek hat diyagramı çizimi, IEC standartlarına uygun kısa devre hesaplamaları, kablo boyutlandırılması ve koruma ekipmanı seçimi yapılabilmektedir.

SAFWAN adlı geminin bu aşamaları ABB e-design programı ile yapılmıştır. Bu örnek çalışma Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. SAFWAN adlı geminin ABB e-design programı ile kısa devre analizi

3. SONUÇ

Bu çalışmada elektrik sistem tasarımının ana başlıkları incelenmiştir. Gemi sektörü, çevresel etkenlerden dolayı büyük oranda hibrid kombinasyonları ile güç üretimine yönelmektedir. Fakat çalışmada görüldüğü gibi geminin tipine, görev kabiliyetine ve faaliyet alanına göre güç sistemi değişiklik göstermekte ve geleneksel güç sistemleri kullanılmaya devam etmektedir. Tasarımın bir sonraki adımında yük analizi tablosu oluşturularak yeterli düzeyde güç kapasitesi belirlenmektedir. Çalışmada verilen örnek tablo ile ana kaynağın kapasitesinin tüm yüklerin toplamından daha az olduğu görülmektedir. Tasarımın son ve en önemli adımı kısa devre hesapları ve koruyucu ekipman seçimidir. Kısa devre hesaplamaları birçok yöntem ile yapılmaktadır. Çalışmada da ABB e-design programı ile de yapıldığı gösterilmektedir.

4. TARTIŞMA

Gemi elektrik sistem tasarımında tahrik sistemi doğru seçilip uygulandığında motorların kısmi yükte verimsiz çalışması engellenecektir. Böylece bakım yükünün azaltılması ve yakıttan tasarruf edilmesi sağlanacaktır. Gemideki ana güç kaynağının kapasitesi yük analizi tablosu ile belirlenmediğinde, yanlış seçim kaçınılmaz olacaktır. Olabileceğinden yüksek kapasiteli seçilen güç kaynağı satın alma maliyetinin artmasına ve gemide yer sorununa neden olacaktır. En kritik durum ise kısa devre akımının doğru hesaplanıp devre elemanlarının doğru boyutlandırılmasıdır. Bu adımdaki herhangi bir hata ciddi hasarlara ve büyük yangınlara neden olarak gemide çalışan personelin can güvenliğini ve geminin seyir güvenliğini tehlikeye sokacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda yardım ve desteklerini esirgemeyen iş yerim CAN MAKİNA ELEKTRİK VE İNŞ. SAN. TİC. A.Ş. ‘e, çalışma arkadaşlarıma ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

GEERTSMA, R. D., NEGENBORN, R. R., VISSER, K., & HOPMAN, J. J. (2017). Design And Control Of Hybrid Power And Propulsion Systems For Smart. *Applied Energy, 194*, 30-54.

MENTEŞ, A., & AKYILDIZ, H. (2019). Hibrid Tahrik Sistemli Gemilerde Risk Değerlendirmesi. *İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Elektronik Dergisi*(17), 33-42.

RITARI, A., HUOTARI, J., HALME, J., & TAMMI, K. (2020). Hybrid Electric Topology For Short Sea Ships With High Auxiliary Power. *Energy, 190*, 116359.

YAĞMUR, E. A. (2001). *Elektrikli Gemi Ve Enerji Sistemi.* Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği, İstanbul. Https://Tez.Yok.Gov.Tr/Ulusaltezmerkezi/ adresinden alındı.

YİĞİT, K. (2019). *Gemiler İçin Yeni Bir Elektrik Enerjisi Yönetim Sisteminin Akilli Şebeke Altyapisina Uygun Olarak Geliştirilmesi.* Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği, İstanbul. Https://Tez.Yok.Gov.Tr/Ulusaltezmerkezi/ adresinden alındı.

YILDIZ, B. (2015). *Ticari Bir Gemide Kısa Devre Akımı Hesaplamaları.* Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği, İstanbul. Https://Tez.Yok.Gov.Tr/Ulusaltezmerkezi/ adresinden alındı.

AFET DURUMLARI İÇİN DRONE DESTEKLİ ERİŞİM NOKTASI

Noyan TANRIVER
Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
noyantanriver@gmail.com

Ali ÇALHAN
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
alicalhan@duzce.edu.tr

Özet
Drone'lar hava gözetimi ve keşif görevlerinin geleceği açısından kritik öneme sahiptir. Tehlikeli olarak görülen görevleri yürütmek için kullanılmalarının yanı sıra; insan hayatı, zaman ve para gibi değerli kaynakları da korumayı sağlar. Bu görevler, geniş bir hizmet ve kullanım yelpazesi sağlamak için bağımsız veya yarı bağımsız olarak gerçekleştirilebilir. Arama-Kurtarma, Orman Yangını İzleme, Alan Gözetimi ve daha pek çok uygulama, sürekli bir görüntü akışı ve diğer verileri gerektirir. Bu durum, hangi iletişim protokolü seçilirse seçilsin, görev süresi boyunca açık bir veri bağlantısı sağlanmasının gerektiği anlamına gelir. Drone'larla iletişim, doğası gereği kablosuz bir yapıya sahiptir ve aralarında fiziksel bir bağlantı olmadan verilerin iki nokta arasında iletilmesine izin verir. Ancak bu iletişim, bağlantı noktasına olan uzaklığa bağlı olarak yavaşlama ve hatta kopma tehlikesi altında olabilir. Dolayısıyla Drone'larla iletişimin kalitesini artırmaya yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Örnek olay yöntemiyle yürütülen bu çalışmanın amacı; drone'a entegre edilmiş Wi-Fi çoğaltıcıyla ortamdaki internet erişim gücünü artırmaktır. Bu kapsamda öncelikle Wi-Fi çoğaltıcı, drone'a entegre edilmiş ve sahaya çıkabilir hale getirilmiştir. Drone, belirlenen ortamda uçurulmadan önce gerekli ölçümler yapılmış ve ortam parametre değerleri elde edilmiştir. Daha sonra Wi-Fi çoğaltıcı entegreli drone uçurulmuş, parametre değerleri yeniden kayıt altına alınmıştır. Her iki parametre değerinin karşılaştırılması neticesinde, drone uçurulduktan sonra bilgisayarda yaklaşık 2 kat, telefonda ise yaklaşık 23 kat sinyal artışı sağlandığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak Wi-Fi çoğaltıcı adaptörün drone ile doğru ve otonom bir şekilde taşınabildiği ve sinyal gücünün istenilen bölgelerde güçlendirilebildiği görülmüştür. Buna bağlı olarak afet durumları gibi hayati olaylarda, böylesi bir sistem kullanılarak, internet erişim gücünün artırılabileceği ve risklerin azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Drone, Hareketli Erişim Noktası, Afet Durumları, Haberleşme.

Abstract
Drones are critical to the future of aerial surveillance and reconnaissance missions. In addition to being used to carry out dangerous tasks; it also protects valuable resources such as human life, time and money. These tasks can be performed independently or semi-independently to provide a wide range of services and uses. Search and Rescue, Forest Fire Monitoring, Area Surveillance and many more applications require a steady stream of images and other data. This means that no matter which communication protocol is chosen, continuous data connection should be provided through the mission. Communication with drones has a wireless structure by nature and allows data to be transmitted between two points without any physical connection between them. However, this communication may be in danger of slowing down or even breaking due to the distance from the port. Therefore, studies are needed to improve the quality of communication with Drones.

The purpose of this study, carried out with the case study method; to increase the internet access power in the environment with the Wi-Fi replicator integrated into the drone. In this context, primarily the Wi-Fi replicator was integrated into the drone and made it on the field. Before flying the drone in the specified environment, necessary measurements were made and ambient parameter values were obtained. Then, the drone with integrated Wi-Fi replicator was blown, parameter values were recorded again. As a result of comparing both parameter values, it was observed that after the drone was blown, a 2 fold increase in the computer and a 23 fold increase in the phone was achieved. As a result, it has

been seen that the Wi-Fi replicator adapter can be carried correctly and autonomously with the drone and the signal strength can be strengthened in the desired areas. Accordingly, it has been concluded that using such a system, internet access power can be increased and risks can be reduced in vital events such as disaster situations.

Key Words: Drone, Moving Access Point, Disaster Situations, Communication**.**

1. GİRİŞ

İnsanların güvenliğinin sağlanmasında, acil durumlarda veya yardım çağrısı olduğunda uygun kablosuz bağlantının bulunmadığı yerlerde, yerelleştirme konusu kritik önem taşımaktadır. Örneğin, doğal afetler veya insan yapımı felaketler sırasında mevcut hücresel altyapı zarar görebilmektedir. İyi görüş sağlayan, kolay konuşlandırılabilen ve havadan taşınabilen özellikleri nedeniyle, drone'lar son yıllarda arama ve kurtarma operasyonları için popüler hale gelmiştir. Drone tabanlı bir arama kurtarma operasyonunda, iyi bir görüş açısı ve arama alanının ayrıklaştırılması, belirli bir bölgede mağdurun yerelleştirilmesi olasılığını arttırmaktadır. Ayrıca drone'lar, belirli bir bölgedeki mağdurları yerelleştirmek için farklı arama stratejileri kullanabilmektedir. Mağdurları bulmak için görüntü işleme tekniği drone'lar tarafından da kullanılmaktadır. Bununla birlikte, acil durumlarda gözlemlenen sınırlı görünürlük ve dağınıklık koşulları göz önüne alındığında, özellikle uzun mesafelerden kablosuz kameralar veya gerçek zamanlı video kullanan bireyleri doğru bir şekilde tespit etmek ve izlemek mümkün olmayabilir. Mağdurların kamera görüşüne dayalı lokalizasyonuna alternatif olarak, mağdurların kablosuz cihazlarından gelen Wi-Fi sinyalleri, drone'lar tarafından bir Drone Wi-Fi cihazında arama yapmak için de kullanılabilmektedir. Bu arama stratejisi drone'lar kullanılarak gıda ve tıbbi paketlerin teslim edilmesine, tahliye sırasında yaya / araç trafiğinin analiz edilmesine veya yangına maruz kalmış insanların mekânlarının belirlenmesine yardımcı olabilir. Bu yardımların tam manasıyla gerçekleşebilmesi için veri bağlantısının güçlü olması gerekmektedir. Ancak afet durumlarında veri bağlantısının yavaşlaması ya da tamamen kesilmesi drone'ların işlerliğini bir hayli zora sokmaktadır.

Günümüzde internet her insanın kolayca erişebileceği bir araç haline gelmiştir. Ancak neredeyse tüm insanların kullandığı internet, yeri geldiğinde erişim sıkıntıları yüzünden kullanılamamaktadır. Bunun temel nedeni kullanıcıların baz istasyonları ya da vericilere uzak noktalarda yaşamaları ya da afetler gibi olumsuz durumlarda bu istasyonların zarar görmeleridir. Bu tür durumlarda devreye Wi-Fi dağıtıcılar girmektedir. Wi-Fi dağıtıcılar sayesinde ortamdaki sinyaller güçlenmekte ve internete erişim artmaktadır.

Bu çalışmada afet durumları gibi olumsuz şartlarda, mağdurların internete erişimlerinin kolaylaştırılması için, Wi-Fi çoğaltıcı eklenmiş drone sayesinde az çeken bir Wi-Fi kaynağının sinyalleri yükseltilerek, internet hizmeti verme testleri yapılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Drone'lar - İnsansız hava araçları (İHA'lar) genellikle "yerleşik pilotu olmayan, havada uçuş için kullanılan veya kullanılması amaçlanan cihaz" olarak tanımlanmaktadır (Quoted from Aviation Safety Unmanned Aircraft Programme Office, 2008). Bu cihazlar programlanan "uçak" olarak da adlandırılır. Uzaktan kontrol edilen bir yer kontrol operatörü ya da uzaktan kumandalı araçlar tarafından uçurulurlar (Bolkcom, 2004). Mevcut drone nesilleri böcek kadar küçük veya charter kadar büyük olabilir (Eick, 2009). Hatta küçük kameraları, sensörleri veya diğer bilgi toplama ekipmanlarını barındıracak kadar büyük tasarlanabilirler (McCormack, 2008). Son zamanlarda drone'lar, insansız uçaklara ek olarak, tam insansız uçak sistemleri, araç kontrol ekipmanı, iletişim sistemleri ve hatta potansiyel olarak fırlatma ve kurtarma platformları gibi birden fazla yardımcı ekipmanları içermektedirler (McBride, 2010).

2.1. Drone'larda Wi-Fi Ağı

Başlangıçta isteğe bağlı olarak görülen ağ bağlantısı, temel bir yardımcı program olarak görülmüştür. Nesnelerin İnterneti (IoT) paradigmasının ortaya çıkmasıyla, akıllı telefonlar, giyilebilir cihazlar, farklı doğa sensörleri gibi sürekli olarak bağlanması gereken cihazlar yüzünden daha da gelişim göstermiştir.

Bunun yanı sıra toplumsal değişiklikler telekomünikasyon alanına yeni zorluklar da getirmiştir. Örneğin, son zamanlarda mültecilerin kamplarına gittiklerinde internet erişimi ihtiyaçları haberlerde gündem olmuştur. Kamplara geldikleri zaman sordukları ilk sorular arasında "Ne zaman internete erişeceğiz?" olmuştur. Bu soru mültecilerin içinde bulundukları zorlu durum şartları düşünüldüğünde anlamsız olmasından ziyade, internetin onların beslenmeleri kadar önemli bir ihtiyaç olduğunu gözler önüne sermektedir (Kane, 2016). Bu nedenle, internete erişimi olan cihazların artması, ağ erişimi veya bağlantı talebinin iki katına çıkmasıyla, yeni bir dünya senaryosu ile karşı karşıyayız. Öte yandan, İHA'lar son zamanlarda araştırmacıların odak noktası haline gelmiştir. Bu cihazların performanslarını iyileştirmek için yapılan minyatürleştirme, enerji verimliliği gibi çabalar nedeniyle İHA, farklı disiplinlerde yaygın olarak kullanılan yararlı bir araç haline gelmiştir. Drone olarak da bilinen bu cihazlar, askeri, lojistik, çevresel izleme veya kurtarma faaliyetleri gibi alanlarda etkin uygulamalar sağlamaktadır (Rumpler, 2016). Örneğin, drone'lar, tehlikeli görevleri yerine getirmek için insanların ihtiyaçlarını ortadan kaldırır ve bu faaliyetlerden bazılarının getirdiği riskler önemli ölçüde azalır. Telekomünikasyon alanında, drone'ların en umut vaat eden uygulamalarından biri, hava iletişim ağının konuşlandırılması yoluyla kablosuz sistemlerin kapasitesini veya kapsamını genişletmeyi amaçlayan destek ekipmanı olarak kullanılmasıdır (Hayat, 2016). Düşük güç tüketimi ve destekledikleri çok sayıda bağlantı öğesi (iletişim çipleri, antenler, vb.), bu ucuz bilgisayarların görevlerini yerine getirmek için sunduğu en önemli özellikler arasındadır. Böylece, bu aygıtlar, sistem mimarisi içinde ağ düğümleri olarak işlev gören ve son kullanıcıların/şeylerin bunlar aracılığıyla bağlantı kurmasına izin veren bir kablosuz ağı dağıtabilir. Wi-Fi, son kullanıcıların kablosuz cihazlarına bağlantı sağlamak için şimdiye kadarki en yaygın erişim ağıdır. Uygulama senaryosuna bağlı olarak altyapı modu ve geçici mod olmak üzere iki farklı çalışma modu sağlarlar. Her iki mod da 2,4 GHz (802.11b / g / n) kullanarak maksimum iletim hızını neredeyse katlanarak artıran Wi-Fi standart ailesinin (IEEE 802.11a / b / g / n / ac) tüm sürümleri tarafından sağlanır. Ancak Wi-Fi erişim noktalarına olan uzaklık, bilhassa afet durumları gibi ciddi durumlarda, bağlantıda yavaşlama ya da kopmalara neden olabileceğinden felaketlere yol açabilir.

3. YÖNTEM

Örnek olay yöntemiyle yürütülen bu araştırma, ortamda bulunan sinyal güçlerinin attırılması amacıyla gerçekleştirilmiş ve belirlenen ortama hareketli bir Wi-Fi çoğaltıcı konumlandırılmasını hedeflemiştir. Bilindiği gibi örnek olay incelemesi özneldir ve araştırmacının kendi yorumları için çok fazla alan sağlar. Örnek olay; "Bir fenomen sınıfının tek bir örneğinin ayrıntılı incelemesi, bir örnek olay, daha geniş sınıf hakkında güvenilir bilgi sağlayamaz, ancak daha büyük bir sistemle test edilebilen hipotezler sağladığı için, bir araştırmanın ön aşamalarında yararlı olabilir (Abercrombie, Hill ve Turner, 1984, s.34)" şeklinde açıklanabilir. Dolayısıyla bu çalışmanın bulguları çalışmada kullanılan cihaz ve testleri bağlamaktadır.

Araştırma kapsamında yapılması planlanan drone bir iskelet üzerine inşa edilmiştir. Bunun için Şekil 1'deki gibi standart 4 eksenli bir gövde kullanılmıştır (F330 gövde). 4 eksenli bu gövde için 4 adet motor seçilmiştir. Şekil 2'de örnek bir fırçasız motor gösterilmektedir. Boyut ve dönüş hızına bağlı olarak ise Şekil 3'deki gibi çift taraflı bir pervane kullanılmıştır. Elektronik hız kontrol kartı sayesinde kontrol kartı ile motorlar arasındaki veri iletişimi sağlanmaktadır. Bataryadan alınan güç, elektronik hız kontrol kartı ile motorlara gönderilmektedir. Şekil 4'de örnek bir ESC gösterilmektedir. Şekil 5'de gösterilen Betaflight kontrol kartı ise tüm sistemi kontrol etmeye yarayan bir karttır. Yapılan programlamalar ve ayarlamalar kontrol kartına aktarılarak tüm sisteme dağıtılır. Ayrıca drone çalıştırıldıktan sonra üretilen bütün verilerin dağıtılmasını GPS sağlar. Bu verici sayesinde kumanda drone ile iletişim kurarak üretilen verilere erişim sağlayabilmektedir. Şekil 6'da drone'da kullanılan örnek bir GPS gösterilmektedir.



F330 gövde.



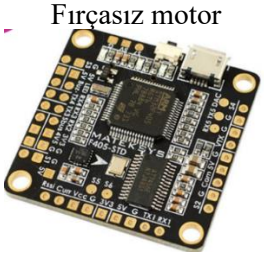
Fırçasız motor



Pervane.



(ESC) Elektronik hız kontrol kartı



Betaflight Kontrol Kartı.



GPS



FPV Anten



Flysky uzaktan kumanda.



Wi-Fİ çoğaltıcı adaptör.



FPV gözlük



Kamera.



Şarj edilebilir bir Lityum-Polimer batarya bloğu.

Şekil 1. Drone Malzemeleri

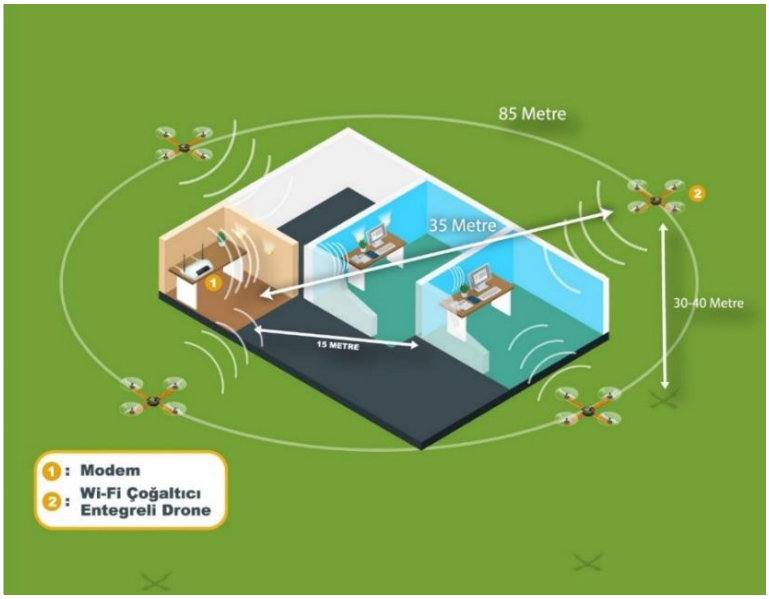
Çalışmada ayrıca kumandadan üretilen verilerin drone'a iletilmesini sağlamak için Şekil 7'deki gibi bir alıcı kullanılmıştır. Bu sayede kumandada yapılan komutlar drone'a iletilerek dengede kalma ve hareket etme gibi imkânlara olanak tanınmıştır. Bunun yanı sıra gerekli hareketleri sağlamak için Şekil 8'deki gibi bir kumanda belirlenmiştir. Seçilen kumanda yapılacak drone ile iletişim kurabilecek tarzdadır. Kaynaktan gelen Wi-Fi sinyallerini çoğaltmak ve geniş bir alana yayılmasını sağlamak için Wi-Fi çoğaltıcı adaptör gerekmektedir. Wi-Fi çoğaltıcı adaptörün temel amacı, kablosuz modemin yetersiz kaldığı durumlarda, bağlantının zayıf olduğu ya da kapsama alanı dışında kalan bölgeler için bir yükseltici görevi görmektir. Şekil 9'da araştırmada da kullanılan örnek bir Wi-Fi çoğaltıcı adaptör gösterilmektedir. Araştırmada ayrıca drone'daki kamera sayesinde etrafı eş zamanlı görüntüleyip izlemeyi sağlayan Şekil 10'daki gibi bir gözlük kullanılmıştır. Bu gözlük uzaktaki kamera ile iletişim kurabilme ve iletişim kurduğu kameradaki görüntüleri alabilme özelliğine sahiptir. Yine çalışmada eş zamanlı görüntü aktarımı sağlamak için Şekil 11'deki gibi bir kameradan faydalanılmıştır. Kameradaki alıcı ve verici aparat sayesinde eş zamanlı görüntü aktarımı sağlanmaktadır. Bu sayede gözlük ile iletişim kurulabildiği için o anki görüntüler gözlüğü takan kişi tarafından gözlemlenmektedir.

Lityum-polimer pillerden drone sistemlerinde oldukça yoğun bir şekilde faydalanılır. Temel çalışma prensibi ve hücrede meydana gelen kimyasal reaksiyonlar lityum-iyon hücrelerdeki ile aynıdır. Li-ion hücrelerde elektrotlardan biri gözenekli karbondan ve ikincisi metal oksitlerden yapılır. Şekil 12'de araştırmada kullanılan örnek bir Lityum-polimer batarya bloğu verilmiştir. Drone'a güç veren lipo pil için özel üretilmiş şarj cihazı da projede yer almaktadır. Lipo pilin enerjisi düşük seviyelere geldiğinde şarj cihazı ile şarj edilebilmektedir.

4. BULGULAR

Wi-Fi çoğaltıcı adaptör bu çalışmada güç ünitesi drone'un bataryası ile beslenme yapılacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Drone üzerine GPS modülü bağlanmış ve bu sayede belirlenen bölgede pilotsuz bir şekilde uçuş yapılarak o bölgedeki sinyal güçleri arttırılabilmiştir. Wi-Fi çoğaltıcı adaptörün aktarım hızı 300 Mbps, çalışma frekansı ise 2.4 GHz'dir. Wi-Fi çoğaltıcı entegresinden sonra yazılımda düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu düzenlemeler sayesinde GPS ile gerçek zamanlı konumlama yapılarak drone otonom şekilde uçurulabilir hale getirilmiştir. Belirlenen rotalara ayarlanan ölçülerde hız uygulanarak otonom uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede belirlenen bölgelerde sinyal seviyelerinde artış sağlanmıştır. Yazılımda gerçekleştirilen düzenlemeler sayesinde GPS bazlı rota belirlenerek yapılan ve insan müdahalesi gerektirmeden uçurulan bir otonom drone elde edilmiştir.

Wi-Fi çoğaltıcı entegreli drone test aşamasında dış ortamda bina etrafında kaynak modeme bağlı olarak uçurulmuştur. Test yapılırken hava şartları güneşli ve açık, hafif rüzgarlıdır. Wi-Fi çoğaltıcı entegreli drone kaynak modem ile bağlanmış ve bina etrafında 20 dk dolaştırılarak test edilmiştir. Drone'un modeme uzaklığı 35 metre, yerden yüksekliği 30-40 metre arasında, dolaşım mesafesi ise 85 metre olarak ölçülmüştür. 35 metre uzaklıkta Wi-Fi çoğaltıcı entegreli drone çalıştırıldıktan sonra ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler drone çalıştırılmadan önceki ölçümler ile karşılaştırıldığında bilgisayarda yaklaşık olarak 2 kat sinyal artışı, telefonda ise yaklaşık olarak 23 kat sinyal artışı sağlandığı görülmüştür. Şekil 2'de test ortamı modellemesi yer almaktadır.



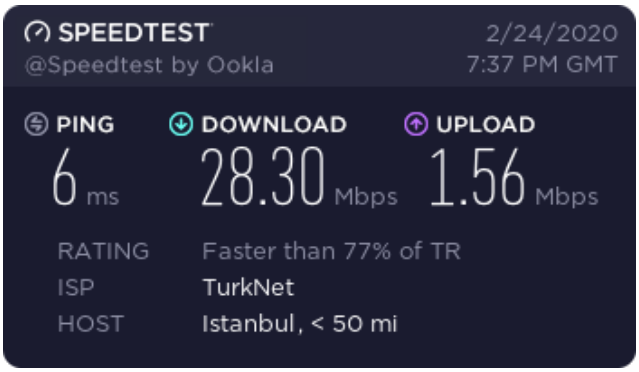
Şekil 2. Wi-Fi çoğaltıcı entegreli drone çalıştırıldıktan sonra ortamdaki sinyal güçlerinin modellemesi

Telefon Wi-Fi'ı üzerinden Wi-Fi Meter uygulamalarından biri indirilmiştir ve bu uygulama ile gerçekleştirilen ölçüm sonuçları aşağıda sırası ile verilmiştir. -72 dBm sinyalin kuvvetini 2417 MHz değeri, Wi-Fi'ın 2.4 GHz bandında yayın yaptığını göstermektedir. Sinyal gücü cihaz etkinleştirilmeden önce -72 dBm cihaz etkinleştirildikten sonra ise -34 dBm olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla cihaz etkinleştirildikten sonra sinyal gücünde artış sağlanmıştır.

Ölçüm telefona indirilen Wi-Fi Meter uygulaması ile ölçülmüştür. İnternet download hızı 1.58 Mbps, upload hızı ise 1.10 Mbps olarak ölçülmüştür. İnternet hızı telefondaki internet tarayıcısı ile speedtest'e bağlanılarak ölçülmüştür. Şekil 3'te çoğaltıcı açık değilken elde edilen hız değerleri yer almaktadır.



Şekil 3. Wi-Fi çoğaltıcı açık değilken ölçülen mobil internet gücü.



Şekil 4. Wi-Fi çoğaltıcı açık değil iken ölçülen bilgisayar internet gücü

Bilgisayarda ölçülen sinyal gücü de yine Wi-Fi Meter uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm grafiği Şekil 4'te yer almaktadır. İnternet download hızı 28.30 Mbps upload hızı ise 1.56 Mbps olarak ölçülmüştür.



Şekil 5. Wi-Fi çoğaltıcı açık iken ölçülen mobil internet gücü.



Şekil 6. Wi-Fi çoğaltıcı açık iken ölçülen bilgisayar internet gücü.

dBm sinyal gücü cihaz etkinleştirildikten sonra mobil sinyal gücü -34 dBm olarak ölçülmüştür. Şekil 5'te görüldüğü gibi internetten download hızı 23.13 Mbps, upload hızı ise 3.63 Mbps'dir. Bilgisayarda Wi-Fi çoğaltıcı açıkken ölçülen internet gücü Şekil 6'da gösterilmiştir. Buna göre internet download hızı 61.81 Mbps upload hızı ise 3.65 Mbps olarak ölçülmüştür.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu araştırmada sonuç olarak afet durumları gibi alarm durumlarında oluşabilecek riskleri azaltmak için, drone destekli erişim noktası çalışması ile drone'nun bulunduğu ortamdaki sinyal gücü güçlendirilmiştir. Sinyal gücünde mobil cihazlarda 23, bilgisayarlarda ise 2 kat artış sağlanmıştır. Yapılan çalışmada Wi-Fi çoğaltıcı adaptörün drone ile otonom bir şekilde taşınabildiği ve sinyal gücünün istenilen bölgelerde güçlendirilebildiği görülmüştür. Çalışmanın sonuçları literatürdeki birçok çalışmayla desteklenmiştir.

İletişime odaklanan drone'lar, farklı eylem alanlarına Wi-Fi ağlarını yerleştirmek için kullanılmıştır ve bu alandaki araştırmalar artmaktadır. (Gupta ve diğ., 2016; Song ve Huang, 2010). Drone'lar genellikle ISM, IEEE-S ve IEEE-L bantlarında çalışır. Bu bantlarda da çalışan kablosuz cihazların çoğalması nedeniyle, Saleem ve diğerleri (2015) spektrum kıtlığı problemini çözmenin bir yolu olarak Bilişsel Radyo teknolojisini drone iletişiminde kullanmayı önermişlerdir. Biomo ve diğerleri ise (2014) araştırmalarında havadan geçici ağlarla yönlendirmeyi ele almışlardır. Yönlendirme önerileri belirlenen ortamda etkili görünmektedir, ancak yazarların da belirttiği gibi, performansı artırmak için iyileştirmelere ihtiyaç vardır. Drone ağları bunların yanı sıra, Gecikmeli Toleranslı Ağlar açısından da ele alınmıştır. Uchida ve diğerleri çalışmalarında, gecikmeye toleranslı bir yönlendirme yaklaşımı kullanarak, kötü ağ koşulları altında, bir konumdan diğerine veri iletmek için, Otonom Uçuş Kablosuz Düğümünü tanıtmışlar ve bu araştırmanın sonuçlarına benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Diğer araştırma odağı ise uçuş planlamasıdır (Bekhti ve diğ., 2016). Örneğin, Ting-Yun ve diğerleri (2012) drone'a bağlanmak için kamu kablosuz iletişim altyapılarından yararlanmayı önermişlerdir. Bunun yanı sıra çalışmalarında geniş bant bağlantısı sağlamak için drone kullanılarak çeşitli girişimleri de sunmuşlardır. Säe ve diğerleri (2016) de erişim noktası olarak drone kullanılarak tasarlanan geçici Wi-Fi ağlarının kapsamını araştırmalarında incelemişlerdir. Yazarlar, kapsama alanını kuramsal olarak değerlendirmek için bilgisayar simülasyonunu kullanarak Dominant Path Tahmin Modeli adı verilen deterministik bir radyo yayılım modeli uygulamışlardır. Ancak Säe ve diğerlerinin (2016) çalışmalarındaki deneysel sonuçların eksikliği, muhtemelen gerçek ölçümlerle eşleşmeyeceği için bir eksikliktir. Benzer şekilde, Hayat ve diğerlerinin (2015) çalışmalarında, Wi-Fi ağlarında IEEE 802.11n ve 802.11ac standartlarının kullanımı hakkında sonuçlar sunulmuştur. Bu protokoller drone ve yer istasyonu arasındaki iletişim için kullanılmıştır. Çalışmada 50 m rakımda uçan drone kullanılmıştır. Çalışmanın test sonuçları, bu araştırmada da olduğu gibi; IEEE802.11n ile karşılaştırıldığında 802.11ac kullanılarak daha yüksek verim elde edilebileceğini ortaya koymuştur. Ancak kullanılan sürücüye bağlı olarak farklı performanslar elde edildiğinden, daha fazla deneysel araştırmaya ihtiyaç vardır. Alanyazına bakıldığında Türkiye'de bu alanda yapılan çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle farklı cihazlarla farklı performans ölçümleri yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Öğrenimimde öncelikle her zaman yanımda olan aileme ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Ali Çalhan'a en içten dileklerimle teşekkür ederim. Bu çalışma Düzce Üniversitesi BAP-2019-07-02-918 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Abercrombie, N., Hill, S., ve Turner, B. S. (1984). *Dictionary of sociology*. Harmondsworth, UK: Penguin.

Bekhti, M. ve diğ. (2016). Path Planning of Unmanned Aerial Vehicles with Terrestrial Wireless Network Planning. *Proc. Wirel. Days*, 1–6.

Biomo, J.D.M.M. ve diğ. (2014). Routing in Unmanned Aerial Ad Hoc Networks: A Recovery Strategy for Greedy Geographic Forwarding Failure. *Proc. IEEE WCNC Mob. Wirel. Networks*. 2236–2241.

Bolkcom, C. (2004). Homeland security: unmanned aerial vehicles and border surveillance. Congressional research service report for Congress; 28 June 2004.

Dunlap, T. (2009). Comment: we've got our eyes on you: when surveillance by unmanned aircraft systems constitutes a Fourth amendment search. *South Texas Law Review Fall*, 51(1): 173-204.

Eick, V. (2009). The droning of the drones: the increasingly advanced technology of surveillance and control. *Statewatch analysis*, 106; 1

FH Joanneum University of Applied Sciences (2009). *Unmanned aircraft systems e towards civil applications.* Graz, Austria.

Gupta, L. Jain, R. ve Vaszkun, G. (2016). Survey of important issues in UAV communication Networks. *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, 18(2); 1123-1152.

Hayat, S. ve diğ. (2015). Experimental Analysis of Multipoint-toPoint UAV Communications with IEEE 802.11n and 802.11ac. *Proc. IEEE 26th Int. Symp. Pers. Indoor Mob. Radio Commun.*, 1991–1996.

Hayat, S. ve diğ. (2016). Survey on unmanned aerial vehicle networks for civil applications: a communications viewpoint, *IEEE Commun. Surv. Tutorials*. In pres.

Kane, M. (2016). Refugees in Greece need internet so badly that they'll stop a riot to let the wifi guys work, *Quartz.*

Nonami, K. (2007). Prospect and recent research and development for civil use autonomous unmanned aircraft as UAV and MAV. *Journal of Systems Design and Dynamics*, 1(2):120-128.

Quoted from Aviation Safety Unmanned Aircraft Programme Office. (2008). In McBride Paul. Beyond Orwell: the application of unmanned aircraft systems in domestic surveillance operations. *Journal of Air Law and Commerce Summer*, 74(3): 627-628.

Rumpler, M. ve diğ. (2016). Evaluations on multi-scale camera networks for precise and geo-accurate reconstructions from aerial and terrestrial images with user guidance. *Comput. Vis. Image Underst*. 1–16.

Sae, J. ve diğ. (2016). Coverage Aspects of Temporary LAP Network. *Proc. 12th Annu. Conf. Wirel. On-demand Netw. Syst. Serv.*, 100–103.

Saleem, Y. ve diğ. (2015). Intregation of Cognitive Radio Technology with unmanned aerial vehicles: issues, opportunities, and future research challenges, *J. Netw. Comput. Appl.*, 50; 15–31.

Song, L. ve Huang, T. (2010). A summary of key technologies of ad hoc networks with UAV node. In International Conference on Intelligent Computing and Integrated Systems, pp. 944–949.

Strategic Comments (2009). The drones of war, 15(4): 1-2.

The Economist (2007). Unmanned aircraft: the fly's a spy. 1 Nov 2007. http://www.economist.com/displaystory.cfm?story_id¼10059596.

Ting-Yun, C. ve diğ. (2012). Civil UAV Path Planning Algorithm for Considering Connection with Cellular Data Network, *Proc. IEEE 12th Int. Conf. Comput. Inf. Technol.*, 327–331.

Uchida, N. ve diğ. (2014). Proposal of Seeking Wireless Station by Flight Drones base don Delay Tolerant Networks. Proc. 9th Int. Confenrece Broadband Wirel. Comput. Commun. Appl., pp. 401–405.

Wilson, J.R. (2003). UAVs: a worldwide roundup. *Aerospace America*.

BELEDIYECILIK SORUNLARININ ÇÖZÜM MASASI VERILERI KULLANILARAK METIN MADENCILIĞI YÖNTEMIYLE SINIFLANDIRILMASI

Mihriban ÖZSOY
Bilişim Sistemleri Mühendisliği Yüksek Lisans Öğrencisi
mihriban.ozsoy34@gmail.com ORCID: 0000-0002-8023-7192

Levent ÇALLI
Bilişim Sistemleri Mühendisliği
lcalli@sakarya.edu.tr ORCID: 0000-0003-2221-1469

Özet
81 il ve 922 ilçeden oluşan Türkiye'de, 30 büyükşehir belediyesi ve bu şehirlere bağlı toplam 519 büyükşehir ilçe belediyesi bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Birimi tarafından yayınlanan "Dünya Kentleşme Beklentileri" 2014 raporuna göre, şu an için nüfusun %54'ünün kentlerde yaşadığını ve 2050 yılında bu oranın %66'ya çıkmasının tahmin edildiği belirtilmektedir. Mevcut durumda, kentlerde yaşayanların oranı henüz beklenen kadar artış göstermediği durumda bile vatandaşların yaşadığı sorunlar bazı dönemlerde içinden çıkılamaz hale gelebilmektedir. Arzu edilmeyen bu sonuç, yönetimin sorun hacmini şişirmekte ve çözüm için harcanan kaynakların gereksiz işgal edilmesine neden olmaktadır. Vatandaşların, maksimum mutluluk oranı ve minimum zorluk ile yaşamak için tek çözüm yolu ortaya çıkan bu sorunların hızlı ve verimli bir şekilde çözüme ulaştırabilmesidir. Çözümlerin hızlı tespiti ve efektif sonuçları ise, ilgili kentte yaşayan vatandaşlardan toplanan verilere bağlıdır. Bu verilerin doğru ve eksiksiz olması, rahatça ayrıştırılabilmesi ve kategorize edilmesi ardından uygulanacak çözüm için gerekli departmanlara aktarılması hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, Sakarya Büyükşehir Belediyesine iletilen şikâyet ve öneri mesajlarının metin madenciliği yöntemiyle analiz edilmesi ve sınıflandırılmasıdır. Yönetim kademelerinin en iyi sonuç ve çözüm için karar vermesinin kolaylaştırılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Belediye, Metin Madenciliği, Yapay Zekâ, Karar Destek Sistemleri

CLASSIFICATION THE PROBLEMS OF MUNICIPAL WITH TEXT MINING METHOD USING SOLUTION DESK DATA (EXAMPLE OF SAKARYA METROPOLITAN MUNICIPALITY)

Abstract
In Turkey, there are 81 provinces and 922 districts. There are 30 metropolitan municipalities and 519 metropolitan district municipalities connected to these cities. According to the "World Urbanization Prospects" 2014 report published by the United Nations Economic and Social Affairs Unit, it is stated that 54% of the population is currently living in the cities and it is estimated that this rate will increase to 66% in 2050. In the current situation, even if the proportion of the people living in the cities has not increased as much as expected, the problems experienced by the citizens may become more complicated in some periods. This undesired result increases the problems that managers must solve and causes a waste of resources. The only solution for citizens to live with maximum happiness rates and minimum difficulty is to solve these problems quickly and efficiently. The determination and conclusion of the solutions depend on the data collected from the citizens. These data must be accurate and complete, easily separated and categorized and transferred to the departments required for the solution to be implemented. This study aims to analyze and classify complaints and suggestion messages obtained from different sources by the text mining method. It is aimed to make it easier for the managers to decide on the best results and solutions.

Keywords: Digital Municipality, Text Mining, Artificial Intelligence, Decision Support Systems

1. GİRİŞ

Vatandaşların, yaşadıkları büyükşehirlerde günlük hayatlarını olumsuz etkileyen, yaşam kalitelerini olumsuz etkileyen hatta yer yer psikolojik ve fiziksel rahatsızlıklara sebep olan birçok sorun yaşanabilmektedir. Belediyelerin henüz görmediği ya da fark edemediği sorunların, vatandaşlar tarafından bildirilmeleri oldukça önemlidir. Vatandaşların şikayet ve önerilerini istedikleri zaman elektronik ortamda belediyelere bildirmesi önemli bir maliyet avantajı ve etkinliği beraberinde getirmektedir (Kano et al., 2019). "Çözüm Masası", Sakarya Büyükşehir Belediyesinin 2007 yılında kurduğu ve vatandaşların istek ve şikayetlerini elektronik ortamda yetkililere aktarabildiği bir hizmettir. Telefon, sosyal medya, web sitesi gibi çeşitli ve kolaylıkla ulaşılabilen "Çözüm Masası" uygulamasında vatandaşlar ikametinde bulundukları bölgelerde yaşadıkları sorunları, gördükleri eksiklikleri veya geliştirme ve iyileştirme önerilerini ilgili yetkililere hızlıca ulaştırabilmektedir. Bu bağlamda, bürokrasiyi rahatlatma, zaman kaybını önleme, aracıların ortadan kaldırılması, halk ile kaynaşma ve kurum içi denetim gibi birçok görevi üstlenerek yerel yönetim – halk kaynaşması pekişmektedir (Sezgin, 2016).

Şehirlerde yoğun olarak kullanılan çözüm hizmetlerinin etkinliği ve vatandaşlardan elde edilen verilerin analiz edilmesi ve aksiyon alınması ise önemli bir süreçtir. Bu bağlamda, bu çalışmada vatandaşların Sakarya Büyükşehir Belediyesi Çözüm Masası hizmetine ilettikleri istek ve şikayetler metin madenciliği ve derin öğrenme yöntemleri kullanılarak analiz edilecektir.

1.1. LİTERATÜR

Veri madenciliğinin spesifik sınıfı olarak ifade edilen metin madenciliğini, veri madenciliği kapsamı altında değerlendirilmektedir. İnsanların geçmişten günümüze elde ettiklerini toplama, biriktirme ve saklama ihtiyacı ile beraberinde ortaya çıkan sorunlarına çözüm arayışı da çok eski tarihlere dayanmaktadır. Günümüzde aynı başlık altında değerlendirilen veri depolama, disk boyutlarında çok yüksek noktalara ulaşmış durumdadır. Moore Yasası ile bu büyüme arasında oluşan boşluk sorunun teknik tanımı olarak görülebilir. Şu an tam bir çözüm bulunamamış bu durum "Veri Mezarı" olarak anılan ve kazanç anlamında kaçırılmış fırsat olarak görülen bu sonucu ortaya çıkarmaktadır (Fayyad & Uthurusamy, 2002). Veri madenciliğinin amacı verilerden yeni bilgiler keşfetmek veya türetmek, veri kalıpları ortaya çıkarmak ve veriyi gürültüden temizlemek olarak düşünülmektedir (Hearst, 1999). Veri madenciliğine en başarılı tanımlardan biri de kuşkusuz "veri açısından zengin, bilgi açısından fakir" ortamda bilgi elde etmeye çalışan bilgi çalışanlarını destekleyen çok disiplinli bir alan olduğu görüşüdür (Han et al., 2012). Finansal şirketlerde kredi puanlaması, dolandırıcılık tespiti, pazarlama ve satış gibi tahmin edilmesi güç olmayan aksiyonlardan, pazar bölümlendirme, market düzeni, kalite kontrol ve hatta iş güvenliği gibi günlük hayatta basitçe fark edemediğimiz birçok alan günümüzde veri madenciliğinin kullanım alanları arasındadır. Sigorta sahtekarlığını tespit etme, hasta verilerini analiz ve tahmin etme, hasta ile ilgili optimum tedaviyi tahmin etme gibi hayati konularda da günümüz gelişmelerine pozitif katkıları mevcuttur (Koh & Tan, 2005).

Metin madenciliği, veri kaynağı olarak metinleri baz alan bir veri madenciliği yöntemidir. Yapısallaştırılmış bir model elde ederek bu modele göre metin içerisinde sınıflama, özetleme, duygusal analiz veya varlık-ilişki modeli gibi çalışmalar hedeflenmektedir. Bu çalışmalar; Hece analizi, kelime frekans dağılımı, etiketleme gibi yöntemlerle ortaya çıkarılmaktadır (ŞEKER, 2015). Bu çalışmalarla, büyük miktardaki dağınık veri setinin içerisinden daha önce keşfedilmemiş, potansiyeli yüksek, yeni çözüm alanları yaratabilecek bilgiler çıkarılmaktadır (ÖZKÖK, 2015). Yeni çözüm yolları sunmasıyla beraber eldeki çözümleri de hızlandıracak esinlenmeler oluşturabilir veya yeni bağlar / bağlantılar kurulabilmektedir. Veri madenciliği ülkemizde yüksek lisans tezi olarak en çok işletme alanında, sınıflandırma işlevine yönelik ve apriori uygulaması ile yapıldığı görülmektedir (Doğan, 2017). Uygulama olarak ise eğitim, ticari, mühendislik, tıp, bankacılık ve borsa gibi birçok alanda teorik ve pratik olmak üzere birçok çalışma mevcuttur. Gelişimi, öneminin kavranmasıyla paralel ilerleyen veri madenciliği yöntemi günümüzde kullandığımız birçok uygulamanın içinde gömülü şekilde hayatımıza kolaylık ve rahatlık sağlamada öncü hale gelmektedir. Günlük hayatta birçok uygulama alanı olan metin madenciliği, kurumsal iş zekası, veri madenciliği, istihbarat, duygu analizi gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır. Özellikle ticari işletmelerde karmaşık yapıdaki büyük

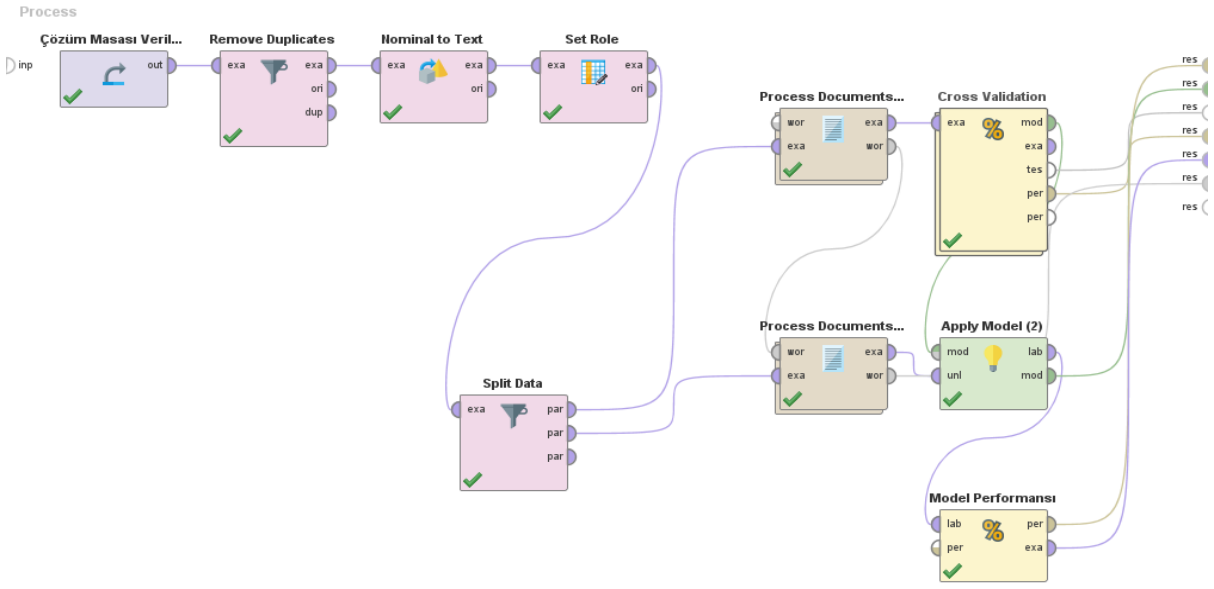
verilerin düzenlenmesi kazanç oranını arttırırken, veriler içinden yeni bağlantılar keşfedebilmek şirketlerde yeni stratejik yöntem haline gelmiştir (Gupta & Lehal, 2009).

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Sakarya Büyükşehir Belediyesi'nin "Çözüm Masası" verileri kullanılmış ve metin madenciliği yöntemiyle vatandaşların aktardığı şikayet ve önerilerin sınıflandırılması sağlanmıştır. Vatandaşların "Web", "Mobil Uygulama", "Semos", "Cumhurbaşkanlık" gibi 14 farklı başvuru yöntemi ile iletişim kurdukları "Çözüm Masası" verileri yedi farklı başlıkta sınıflandırma yapmaktadır. Çalışma dahilinde başvuru metinlerinden seçilen toplam 4702 istek ve şikayet bu ayrımlar dikkate alınmadan Naive Bayes algoritması kullanılarak analiz edilecek ve çıkan sonuçlar mevcut ayrıştırılmış başvuru tipleriyle kıyaslanarak performansı ölçülecektir.

Bu bağlamda, çalışmanın amacı, vatandaşların belirtmek istedikleri konunun birden fazla alana dahil olması, yanlış başlık seçilmesi gibi sorunların giderilmesi ve başlıkların kendi içinde daha spesifik şekilde sınıflandırılarak çözüme daha net şekilde hazırlanmasıdır. Aynı zamanda doğruluk oranı ve performansı yüksek olan bu algoritma ile daha sonra farklı alanlarda da doğru ve efektif sınıflandırmalar sağlanması amaçlanmıştır. Metin madenciliği çalışmalarında ilk adımı ön işlemedir. Bu adımda çalışılacak olan verinin temizlenmesi gerekmektedir. Türkçe karakter dönüşümü hataları, html kodları gibi bozuk veriler genellikle bu aşamada ilgili yapı ile değiştirilir. Boş veriler de elenerek daha temiz bir veri seti elde edilmelidir. Veri setleri genellikle dağınık ve karışık yapıda bulunmaktadır. Üzerinde madencilik çalışması yapılmadan önce bu yapıdaki verilerin işlenmesi ve temizlenmesi gerekmektedir. Bu işlemler 4 başlığa ayrılır: Veri temizleme, veri birleştirme, veri dönüştürme ve veri indirgeme (Oğuzlar, 2003).

Bu çalışmada, veri analizin aşamasında RapidMiner yazılımı kullanılmıştır. Şekil 1'de RapidMiner'da hazırlanan araştırma modeli görülmektedir. Model kapsamında; "Remove Duplicates" ile yinelenen verileri kaldırarak veri temizleme işlemini yapılmıştır. "Nominal to Text" operatörü ile nominal değerleri dize değerlerine dönüştürülmekte ve "Set Role" operatörüyle veri setindeki "Tür" (başlık) sütununu label olarak seçilmektedir. Böylece makine öğrenmesi sırasında temel alınacak sütun belirlenmiş olmaktadır. "Split Data" aşamasında, toplam veri ikiye bölünmektedir. Verinin %60'lık bölümü ilk aşama olan makine öğrenmesinde kullanılacak, %40'lık bölümünden ise model testi için yararlanılacaktır.

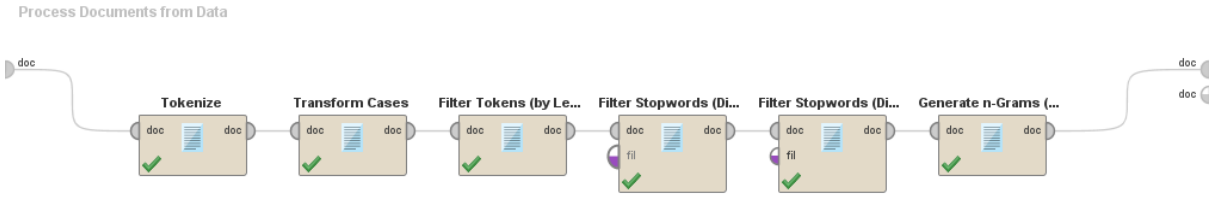


Şekil 1. Araştırma Modeli

Şekil 2'de "Process Document from Data" operatörünün aşamaları görülmektedir. Bu aşamada; araştırma matrisleri oluşturulmaktadır. Her bir metindeki her bir terimin ağırlığı bu aşamada

hesaplanmaktadır. Bu noktada genel olarak TF-IDF yöntemi kullanılır. TF bir terimin ilgili metin yapısında var olma frekansını ifade etmektedir. IDF ise söz konusu terimin diğer metin yapılarındaki var olma frekansını açıklar (Kilinç et al., 2015). Bu adımda ikinci aşama olarak da terim matrisleri oluşturulmasıdır. Üçüncü ve son adım olarak da bu matrisler üzerinde gruplama/sınıflandırma algoritmaları kullanılarak her bir terimi kategorize etme işlemi başlatılmaktadır. Özelliği oluşturulan her terim hangi sınıfa ait olduğu bilgisi bu şekilde elde edilmektedir. İçeriklere göre önceden tanımlanmış sınıflar atanmaktadır. Sınıflandırma, girdi verilerine bağlı olduğu için bu yöntem denetimli öğrenme yöntemine dahil edilir. Terimler bilinen bu örneklere göre sınıflara yerleştirilmektedir (VijayGaikwad et al., 2014).

"Process Document from Data" operatörü içinde yer alan "Transform Cases" operatörü veri setindeki tüm karakterleri küçük karakter haline getirmekte ve bir bütünlük sağlanmaktadır. "Filter Tokens by Length" ile veri setindeki kelimelerin uzunluğunu filtrelenmektedir. Bu çalışmada minimum 3 maksimum 25 karakter seçilmiştir. İstenmeyen kelimeler listesi "Filter Stopwords" operatörü yardımıyla oluşturulan bir txt dosyası temel alınarak elenmektedir. Veri setimizde daha net çözünürlük sağlamak adına filter stopwords operatörü hem "UTF-8" hem de "UTF-16" modunda kullanılmaktadır. "Generate n-Grams" operatörü veri setinin oluşturacağı kelime kombinasyon gruplarını belirlemektedir. Çalışmada maksimum 3 kelime seçilmiştir. Şekil 1'de görülen son aşamada yani makine öğrenmesi aşamasında "Traning" alanına "Naive Bayes" operatörü atanmış, "Mod" ve "Example" portlarını bağlanmıştır. "Testing" alanında ise "Apply Model" operatörü ile Naive Bayes operatöründen gelen çıktı "Performance" operatörüne uyarlanmaktadır. Şekil 3'de bu aşama görülmektedir.

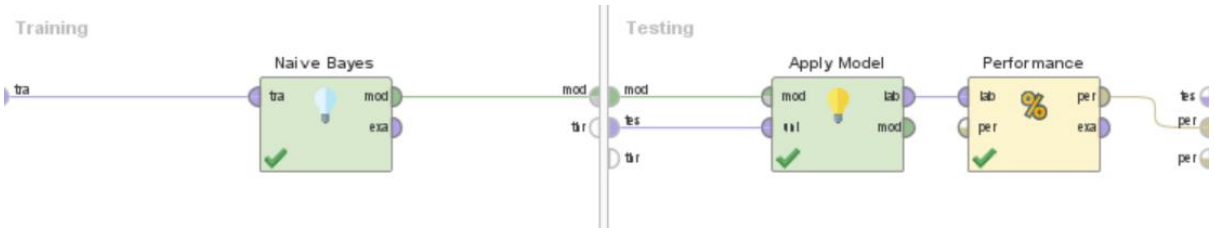


Şekil 2. Process Document from Data

Naive Bayes Algoritması veri madenciliğinde "Sınıflandırıcı Algoritmalar" kategorisinde yer alırken ayrıca makine öğrenmesinde "Öğreticili Öğrenme" kategorisinde de yer almaktadır. Kategorize etme konusunda kısıtlayıcı ancak başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlar. Günümüzde genelde veri madenciliğinde, biyomedikal mühendislikte, tıbbi teşhis ve tanılarda, fizik mühendisliği ürünü cihazlarda vb. birçok alanda kullanımı halihazırda mevcuttur. Genel olarak Naive Bayes Algoritmasında sınıflar ve sınıflanacak veriler olarak iki ana yapı bulunmaktadır. Birbirine bağlanmak istenen iki durumun gerçekleşme olasılığını ilk ve ikinci durumların gerçekleşme olasılıkları ile ilki gerçekleştiği takdirde ikinci durumun gerçekleşme olasılığının bilindiği takdirde ikinci durumun gerçekleşmesi durumunda ilk durumun gerçekleşme olasılığının bulunmasını sağlamaktadır (Nuriyev, 2011).Teorem denklemi şu şekildedir (Arslan, 2018);

$$P(c \mid x) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)}$$

Daha basit şekliyle, Naive Bayes Algoritması verilen bir veri sınıfının bir kümeye ait olup olmadığı sonucunun kararını verebilmektedir.



Şekil 3. Sub Process (Cross Validation)

Araştırma modelinin performansı Tablo 1'de görülmektedir. Oluşturulan modelde şikayetlerin büyük bir doğruluk oranıyla tahmin edilebildiği görülmektedir. Modelin veri seti kapsamında istekleri tahmin yeteneği ise %62.45'dir. Şikâyet kategorisine giren kelime gruplarının daha belirgin ve ayrışmış olması şikâyet tahmin oranının daha yüksek çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. Örneğin; Şikayet mesajlarında yer alan bazı kelimeler ve tekrar sayıları şu şekildedir; şikayetçiyim /13, abone / 7, belediyenize / 6, istemiyoruz / 6, sokağımız / 6, kanun / 5 tekrar. Vatandaşların "Çözüm Masası" hizmetine şikâyet ya da istek aktarırken bazen yanlış kategori seçmesi de araştırma kapsamında istek tahmini değişkeninin görece düşük çıkmasına neden olabilir. Araştırmada makine öğrenmesi için kullanılan veriler araştırmacılar tarafından kodlanmamış ve gerçek seçimlerden yararlanılmıştır. Analiz sonrası yapılan incelemede istek olarak aktarılan bazı mesajların aslında şikâyet içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Araştırma Modeli Performansı

	Şikayet (Gerçek)	**İstek (Gerçek)**	**Hassasiyet**
Şikayet (Tahmin)	516	5	%99.04
İstek (Tahmin)	837	1392	%62.45

Genel Doğruluk: 79.32% +/- 2.43%

3. SONUÇ

Bu çalışmada en güçlü sınıflandırma algoritmalarından biri olan Naive Bayes Algoritması ile Sakarya Büyükşehir Belediyesi "Çözüm Masası" verilerindeki istek ve şikayet başlıklı mesajlarda konularının sınıflandırmasında %79,32 oranında başarı sağladığı görülmektedir. Çalışma kapsamında oluşturulan sınıflandırma sayesinde elde ettiğimiz verilerin metin madenciliğiyle doğrulanabildiği görülmektedir. Belediyelerin ya da farklı kurumların elde ettikleri verileri Naive Bayes yada farklı algoritmalarla sınıflandırabileceği ve böylece dağınık, düzensiz veya kategorisinden emin olunmayan verilerin düzenli hale getirilerek daha etkili kullanılabileceği çalışma kapsamında gösterilmek istenmiştir.

4. TARTIŞMA

Özellikle büyükşehir belediyeleri olmak üzere farklı kamu ve özel kurumlarda bu tarz veri madenciliği yöntemleri kullanılarak sorun çözme süreçlerinde başta zaman olmak üzere maddi kaynaklardan tasarruf sağlanabildiği net olarak ifade edilebilir. Bu çalışma, bilimsel araştırma yöntemleri yüksek lisans dersi kapsamında gerçek verilerin kullanılarak veri madenciliği yöntemlerinin öğrenilmesi ve aşamalarının anlatılması amacıyla hazırlanmıştır. Daha detaylı bir veri temizleme süreci ve farklı yöntemlerin kullanılmasıyla tahmin sonuçlarının daha da geliştirilebileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yaptığım çalışmamın başından sonuna kadar benden desteklerini ve anlayışlarını esirgemeyen başta değerli ailem olmak üzere, saygıdeğer hocam Levent Çallı ve arkadaşlarım Sena Kasım ve Bruno Madeira'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

KAYNAKÇA

Arslan, N. (2018). Özelleştirilmiş Naive Bayes Algoritmasi : Döviz Aliş-Satiş Önerisi Sistemi uygulamasi. *UBMK 2018 - 3rd International Conference on Computer Science and Engineering*. https://doi.org/10.1109/UBMK.2018.8566397

Doğan, O. (2017). Türkiye'de Veri Madenciliği Konusunda Yapılan Lisansüstü Tezler Üzerine Bir Araştırma. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.

Fayyad, U., & Uthurusamy, R. (2002). Evolving data mining into solutions for insights. *Communications of the ACM*. https://doi.org/10.1145/545151.545174

Gupta, V., & Lehal, G. S. (2009). A survey of text mining techniques and applications. In *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*. https://doi.org/10.4304/jetwi.1.1.60-76

Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data Mining: Concepts and Techniques. In *Data Mining: Concepts and Techniques*. https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5

Hearst, M. A. (1999). *Untangling text data mining*. https://doi.org/10.3115/1034678.1034679

Kano, E., Fujita, Y., & Tsuda, K. (2019). A method of extracting and classifying local community problems from citizen-report data using text mining. *Procedia Computer Science*, *159*, 1347–1356. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.305

Kilinç, D., Bozyigit, F., Özçift, A., Yücalar, F., & Borandag, E. (2015). Metin madenciligi kullanarak yazilim kullanimina dair bulgularin elde edilmesi. *CEUR Workshop Proceedings*.

Koh, H. C., & Tan, G. (2005). Data mining applications in healthcare. *Journal of Healthcare Information Management : JHIM*. https://doi.org/10.4314/ijonas.v5i1.49926

Nuriyev, N. (2011). *Perakendecilik Sektöründe Veri Tabanlı Pazarlama Yolu İle Çapraz Satışların Desteklenmesi ve Bir Uygulama*.

Oğuzlar, A. (2003). Veri Ön İşleme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. https://doi.org/10.18070/euiibfd.90046

ÖZKÖK, M. (2015). *METİN MADENCİLİĞİ VE ÜLKEMİZDE ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR HAKKINDA BİR LİTERATÜR TARAMASI*. 1–9.

ŞEKER, S. E. (2015). Metin Madenciliği (Text Mining). *YBS Ansiklopedi*.

Sezgin, M. (2016). Halkla İlişkiler Uygulamalarından Beyaz Masa: Uşak Belediyesi Örneği. *Karabuk University Journal of Institute of Social Sciences*. https://doi.org/10.14230/joiss211

VijayGaikwad, S., Chaugule, A., & Patil, P. (2014). Text Mining Methods and Techniques. *International Journal of Computer Applications*. https://doi.org/10.5120/14937-3507

EKLEMELİ METAL İMALAT TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMA ALANLARI

Ümit Gencay Başcı
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
umit.basci@kocaeli.edu.tr

Rıdvan Yamanoğlu
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
ryamanoglu@kocaeli.edu.tr

Özet
Eklemeli imalat yöntemleri, sahip oldukları avantajlar nedeniyle, son yıllarda büyük ilgi odağı haline gelmiştir. Bu alanda özellikle metal eklemeli imalat teknolojilerinin hızla gelişmesi, otomotiv, havacılık, savunma sanayii, sağlık ve kuyumculuk sektörlerinde kullanımlarını yaygınlaştırmıştır. Yüksek mukavemetli parçaların seri üretime gerek duyulmadan üretimi, farklı tasarım optimizasyonları ile istenen performansa sahip daha hafif parçaların üretimi ve kişiye özel uygulamaların kalıpsız olarak imalatı, eklemeli imalat teknolojilerinin en önemli tercih sebeplerindendir. Özellikle otomotiv ve havacılık sanayinde hafif ve topoloji optimizasyonu yapılmış kompleks tasarımların imalatı ancak bu teknolojilerin kullanımı ile mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, farklı endüstriyel uygulamalara yönelik eklemeli metal imalat teknolojileri hakkında detaylı bir araştırma sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli İmalat, DMLS, SLS, SLM

METAL ADDITIVE MANUFACTURING TENCNOLOGIES AND APPLICATION AREAS

Abstract
Additive manufacturing methods have gained a great interest in recent years due to their many advantages. In this field, especially the rapid development of metal additive manufacturing technologies has expanded their usage in automotive, aerospace, defence industry, health and jewellery sectors. The production of high-strength parts without the need for mass production, the production of lighter parts with the desired performance with different design optimizations and the production of customized applications without mold are among the most important reasons for additive manufacturing technologies. Especially, in the automotive and aerospace industries, the production of lightweight and topology-optimized complex designs is possible only with the use of these technologies. In this study, detailed research on additive manufacturing technologies for different industrial applications is presented.

Keywords: Additive Manufacturing, DMLS, SLS, SLM

1.GİRİŞ
Eklemeli imalat yöntemleri, konvansiyonel imalat yöntemlerine göre sahip oldukları avantajlar nedeniyle son yıllarda ilgi odağı olmaya devam etmektedir. Eklemeli imalat teknolojileri, tasarım da esneklik, gerektiği kadar malzeme kullanımı, tam zamanında üretim, kişiselleştirme, kalıp ve fikstüre ihtiyaç olmaması gibi avantajlara sahiptir (Başcı ve Yamanoğlu, 2019). Kompleks ve az adetli parçaların kalıpsız olarak imal edilebilmesi, havacılık, otomotiv, sağlık ve imalat sanayii gibi alanlarda kullanımının yagınlaşmasını hızla arttırmaktadır. Günümüze kadar prototipleme ve ürün geliştirme amaçlı olarak kullanılmakta olan katmanlı imalat teknolojileri, malzeme ve teknolojilerde elde edilen gelişmeler ile az adetli, uygulama ve kişiye özel parçaların imalatında kullanılabilir hale gelmiştir. Kullanılan malzeme ve teknolojiye göre eklemeli imalat yöntemlerini sınıflandırmak mümkündür. Kullanılan malzemeye göre; metal, plastik, seramik ve mum imalat teknolojileri olarak sınıflandırılırken, imalat teknolojilerine göre; polimerizasyon, bağlayıcılı ve ergitmeli yöntemler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu teknolojilerin çoğunda, üretim teknolojisine uygun olarak geliştirilmiş malzemeler kullanılmaktadır. Plastik teknolojilerinde üretilen parçalar, uygulamaya göre

istenilen fonksiyonel mukavemeti sağlayamadığından, uygulama alanları prototip ve ürün geliştirme alanları ile sınırlı kalmaktadır. Metal ekemeli imalat teknolojilerinde ise, gerçek malzemenin kullanımı, fonksiyonel parça imalatına izin vermektedir (Bermann, 2012). Bu nedenle, eklemeli metal imalat teknolojileri, az adetli parçaların nihai ürün imalatında uygulama alanı bulmuştur. Eklemeli metal imalat teknolojilerin uygulama alanlarına baktığımızda, özellikle benzin ekonomisinin ve çevre emisyonlarının önemli olduğu, hava ve kara taşıtları sanayiinde, yüksek performanslı benzin nozülleri ve topoloji optimizasyonu ile hafifletilmiş yapısal parçaların üretiminde kullanılmaktadır (Lui ve ark., 2017). Eklemeli metal imalat teknolojilerinin diğer bir uygulama alanı; kişeye özel, diş ve vücut protezlerinin imalatıdır. Bu uygulamada, tersine mühendislik yöntemleri ve hastanın röntgen datasının sayısallaştırılması ile elde edilen üç boyutlu datadan, eklemeli metal imalat teknolojileri ile implant parça üretilir ve hasta vücüduna operasyon ile takılır. Bu sayede kişi sağlıklı bir şekilde hayatına devam edebilmektedir (Munsch ve ark., 2019). Kişiye özel az adetli üretimlerde, eklemeli imalat teknolojilerinin kullanıldığı diğer bir alan kuyumculuk sektörüdür. Kişinin beğenisine göre tasarlanmış takılar, sadece kişiye özel olarak, eklemeli metal imalat teknolojileri ile kıymetli metal tozları kullanılarak imal edilebilmektedir (Gebhardt, 2012). Eklemeli metal imalat teknolojileri parça imalatının dışında üretimde aşınmış parçaların tamiratı ve parça üzerine aşınmaya ve korozyona dayanıklı özel malzemelerin kaplanmasında da kullanılmaktadır. Bu sayede tamir masrafları azaltılabilmektedir (Leysen ve Beyer, 2015). Eklemeli metal imalat teknolojilerinin kullanımının hızla artması, bu teknolojilere olan talebi de hızla attırmaktadır. Talebin hızla artması bu alandaki teknoloji ve malzemeler üzerindeki araştırma ve geliştirme çalışmalarını hızlandırmaktadır. Teknoloji ve üretimde kullanılan malzemelerdeki gelişmelerin artması, üretim sınırlarının ortadan kalkması, katmanlı metal imalat teknolojilerinin yakın gelecekte konvansiyonel imalat teknolojilerinin çoğunun yerini alması olasılığını arttırmaktadır (Lui ve ark., 2017).

2. EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMLERİ

Eklemeli imalat, üç boyutlu datadan fiziksel bir obje üretmek amacıyla malzemenin tabaka tabaka eklenerek, fiziksel objenin imal edilmesine dayalı üretim teknolojilerine verilen gelen isimdir (EN ISO/ASTM 52900, 2017). Eklemeli imalat, diğer imalat yöntemlerine göre sahip olduğu avantajlar nedeniyle son yıllarda büyük bir ilgi odağı olmuş ve birçok arge çalışması, bu imalat yöntemleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Eklemeli imalat yöntemlerinin avantajları;

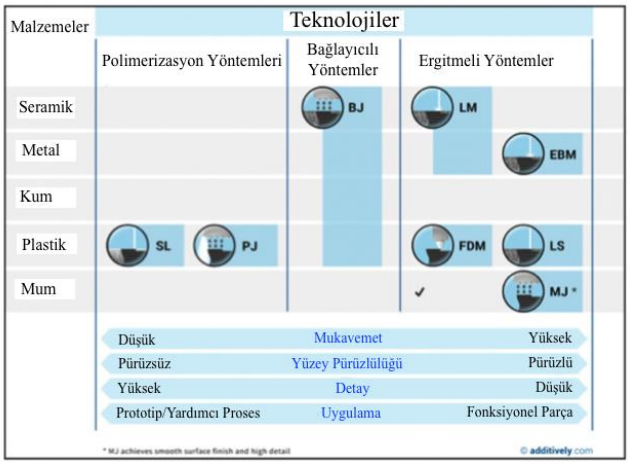
- Konvansiyonel imalat yöntemleri ile imal edilemeyen kompleks parçalar imal edilebilir,
- Konvansiyonel yöntemler ile birden fazla aşama ile imal edilmesi gereken parçalar, eklemeli imalat ile tek parça olarak imal edilebilir,
- İmalat için kalıp, takım ve bağlama aparatlarına ihtiyaç duyulmaz,
- Parça hacmine yakın malzeme kullanılır, malzeme hurdası minimumdur,
- Üretim otomatik olarak yapıldığından otomasyona uygundur,
- Atık hammaddelerin geri dönüşümü ile imalat yapılabilmektedir (Örn. Plastik malzemeler),
- Kişiye özel imalatlar için uygundur (Örn. Protezler ve implantlar),
- Stok riski minimum seviyededir. İmalattan direk müşteriye teslimat yapılabilir (Berman, 2012)

Bütün bu avantajlarının yanısıra teknolojinin hale gelişmekte olması ve yeni malzeme arayışları nedeniyle dezavantajları aşağıda verilmiştir;

- Yüksek hacimli imalatlara göre (Örn. Enjeksiyon kalıplama) yüksek maliyetlidir.
- Sınırlı sayıdaki özel malzemeler ile imalat yapıldığı için, renk, malzeme ve yüzey işlemi seçenekleri sınırlıdır,
- Diğer imalat teknolojilerine göre boyutsal hassasiyeti düşüktür. Üretim sonrası ek işlem gerektirebilir (Örn. Talaşlı imalat, parlatma, boya v.b.) (Berman, 2012).

Eklemeli imalat yöntemleri kullanılan teknolojiye göre polimerizasyon yöntemleri, bağlayıcılı yöntemler ve ergitmeli yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır. Eklemeli imalat yöntemlerinin genel sınıflandırılması, kullanılan malzemeler, yöntemlerin karşılaştırılması Şekil 1’ de verilmiştir (Yılmaz, 2016). SL (Stereolitography), PJ (Polyjet), FDM (Fused Deposition Modelling), LS (Laser Sintering) yöntemlerinde plastik malzemeler, EBM (Electron Beam Melting) ve LM (Laser Melting) yöntemlerinde metal ve seramik malzemeler, BJ (Binder Jet) yönteminde seramik, metal, kum ve

plastik malzemeler, MJ (Material Jetting) mum malzemeler kullanılmaktadır. Şekil 1'de soldan sağa imalat teknolojilerine göre parça mukavemeti yükselmekte, yüzey pürüzlülüğü azalmakta, parça detayı düşmekte ve fonksiyonel parça imalatına doğru geçiş görülmektedir.



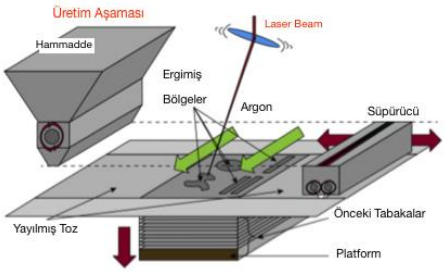
Şekil 1: Eklemeli imalat yöntemlerinin sınıflandırılması (Yılmaz, 2016)

2.1. EKLEMELİ METAL İMALAT YÖNTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Eklemeli metal imalat yöntemleri, belirli özelliklere sahip metal tozlarının tabaka tabaka serilerek 3D datadan imalatın yapıldığı yöntemlerdir. Eklemeli metal imalat yöntemleri kullanmış oldukları teknolojiye göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Yılmaz, 2016).

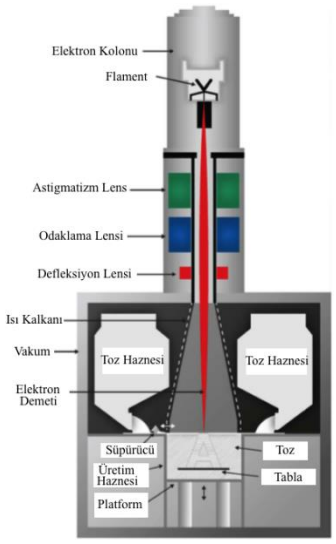
- Toz Yataklı Sistemler (SLS, SLM, EBM)
- Toz Beslemeli Sistemler (LC, DED, LENS)
- Toz Bağlayıcılı Sistemler (BJP)
- Hibrit Yöntemler

Toz yataklı sistemler, metal tozunun üretim hacimi içerisine tabaka tabaka serilmesi ve ardından üretilecek parçanın kesitine göre lazer ile sinterlenmesi esasına dayanmaktadır. Lazer, metal toz katmanını tamamem ergitirse, SLM (Selective Laser Melting), kısmi olarak ergitirse SLS (Selective Laser Sintering) olarak adlandırılmaktadır (Sun ve ark., 2017). Lazer kaynağı olarak genelde CO_2 ve Nd-YAG lazerleri kullanılmaktadır. Üretimde kullanılan metal tozunun bileşimi ve üretim hızına bağlı olarak lazer güçleri, 50W-1000W arasında değişmektedir (Zenou ve Grainger, 2018). SLS ve SLM toz yataklı eklemeli imalat sistemlerinin şematik gösterimi Şekil 2' de verilmiştir.



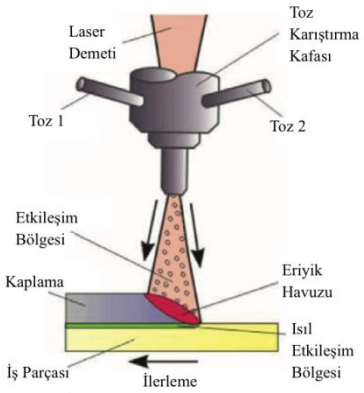
Şekil 2. Toz yataklı sistemlerin şematik gösterimi (Sun ve ark., 2017)

Toz yataklı bir diğer yöntem, EBM (Electron Beam Melting) yöntemidir. Bu yöntemin SLS ve SLM yöntemlerinden farkı; lazer yerine elektron kayağı kullanılmasıdır. Elektron kanağında üretilen elektronlar, çok ince bir demet olarak metal tozu üzerine fokuslanır. Elektron demeti ve toz malzeme arasındaki etkileşim ile malzeme hızla ergitilerek soğuması sonrasında katı metal tabaka elde edilir. EBM yönteminin şematik gösterimi Şekil 3' de verilmiştir.



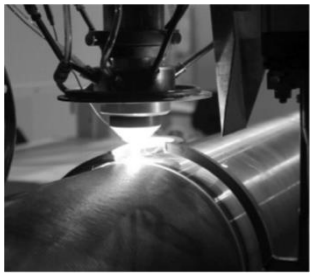
Şekil 3. EBM yönteminin şematik gösterimi (Zenou ve Grainger, 2018)

Toz beslemeli sistemler, metal tozunun bir nozuldan gönderilirken aynı zamanda lazer ışını ile ergitilerek metal bir taban üzerinde fiziksel parçanın tabaka tabaka imal edilmesi yöntemidir. Lazer içeren toz besleme kafası 3 yada 5 eksenli bir CNC yada robot kol ile hareket ettirilerek parçanın imalatı yapılır. Bu yöntem, parça imalatı için kullanılırsa LENS (Laser Engineering Net Shape) ve DED (Direct Energy Deposition) adını almaktadır. Toz beslemeli imalat yöntemi fiziksel paraçaların tamiratında kullanırsa LC (Laser Cladding) adını almaktadır. Toz beslemeli yöntemlerin şematik gösterimi Şekil 4' de verilmiştir (Leyens ve Beyer, 2015).



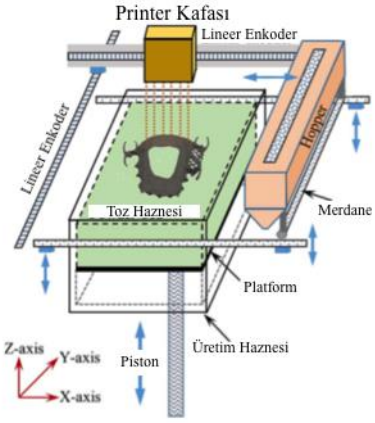
Şekil 4. LC yönteminin şematik göstermi (Leyens ve Beyer, 2015)

Toz beslemeli sistemler, parçaların fiziksel olarak kaplanmasında da kullanılmaktadır. Bu sayede parçanın korozyon ve aşınmaya karşı dayanımı arttırılabilmektedir. Şekil 5' de silindirik bir numunenin LC yöntemi ile aşınmaya karşı dayanıklı Stellite 20 alaşımı ile kaplanması gösterilmektedir. Setallite 20 alaşımı CoCr bileşimine sahip, 60 HRC sertliğinde ve aşınma dayanımı yüksek olan bir alaşımdır (Leyens ve Beyer, 2015).



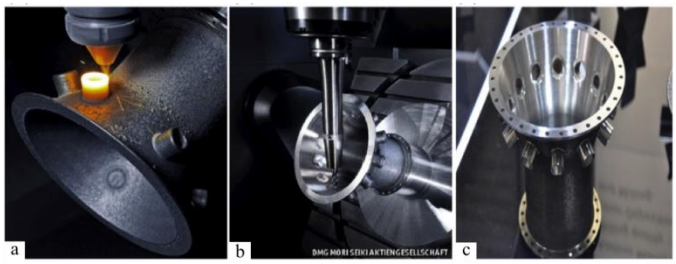
Şekil 5. Silindirik parçanın LC yöntemi ile Stellite 20 alaşımı ile kaplanması (Leyens ve Beyer, 2015)

Toz bağlayıcılı sistemler, BJP (Binder Jet Printing), metal tozu yada kum malzemenin, üretim haznesine serilmesi sonrasında, bağlayıcı polimerin toz malzeme yüzeyine, 3D data kesitine bağlı olarak püskürtülmesi yöntemi ile fiziksel parçanın tabaka tabaka imal edilmesidir. Üretim sonrasında makineden alınan parça, tam mukavemete sahip değildir. Mukavemetin arttırılması için malzeme ergime sıcaklığının altındaki bir sıcaklıkta kürlenir. Sorasında ikinci bir işlem olarak yoğunluğun ve mukavemetin arttırılması için parçaya ya sıvı metal emdirilir yada sinterlenir. Şekil 6'da toz bağlayıcılı sistemlerin şematik gösterimi verilmiştir (Mostafaei ve ark., 2018).



Şekil 6. Toz bağlayıcılı sistemlerin şematik gösterimi (Mostafaei ve ark., 2018)

Eklemeli toz imalat yöntemlerinin yüzey pürüzlülükleri ve kullanım yerlerine göre parça toleransları bazen yeterli olmamaktadır. Özellikle kompleks makine parçalarının birbirleri ile çalışabilmeleri için belirli bir boyutsal toleransa ve yüzey pürüzlülüğüne sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler eklemeli imalat teknolojileri ile sağlanamamaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmak için, hibrit imalat yöntemleri geliştirilmiştir. Hibrit imalat yöntemlerinde iki farklı CNC kafası kullanılmaktadır. Makine ilk önce eklemeli imalat kafası ile tabaka tabaka fiziksel parçayı metal tozundan imal ettikden sonra, işleme kafası ile üretilen parçayı boyutsal toleranslara göre işlemektedir. Bu sayede tolesansları yüksek, yüzey pürüzlülüğü düşük, nihai kompleks parçalar imal edilebilmektedir [Lui R. ve ark., 2017]. Şekil 7'de hibrit yöntem ile imal edilmiş kompleks bir metal parçanın imalat basamakları gösterilmiştir (Lui R. ve ark., 2017).



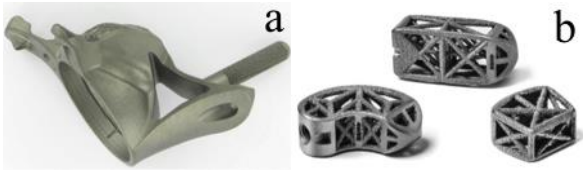
Şekil 7. DMG 65 3D hibrit ile kompleks bir parçanın imalatı **a.** Eklemeli imalat **b.** İşleme **c.** Bitmiş parça (Lui ve ark., 2017)

Son yıllarda eklemeli metal imalat yöntemlerinin imalat sektörüne getirmiş olduğu avantajlar nedeniyle kullanım alanları hızla artmaktadır. Sektör bazında kullanım alanları;

- Havacılık ve otomotiv, düşük ağırlığa, yüksek dayanıma sahip kompleks parçalar (Lui ve ark., 2017),
- Sağlık, kişiye özel protezler (Munsch ve Ark., 2019)
- Makine imalat, kompleks fikstür ve tutucular (Lui ve ark., 2017)
- Hediyelik eşya, kıymetli madenlerden takılar (Gebhardt, 2012)

Özellikle sağlık sektöründe tedaviler için kişiye özel implantların üretiminde eklemeli imalat teknolojileri yaygın uygulama alanı bulmuştur. Deformasyona uğramış kemik bölgesinin röntgen

datasının özel yazılımlar ile 3 boyutlu CAD dataya çevrilmesi sonrasında eklemeli imalat yöntemleri ile kişiye özel implantlar üretilebilmektedir. Şekil 8.a ve b'de titanyum malzemeden üretilmiş kalça ve omirilik protezleri gösterilmektedir.



Şekil 8. a. Ti malzemeden imal edilmiş kalça protezi (Munsch ve ark., 2019)
b. Ti alaşımından imal edilmiş omirilik protezi (D'alessio ve Christensen, 2019)

Kişiselleştirme ve özelleştirmenin bir trend olduğu günümüzde, kişiye özel üretimlerin yapılmasında eklemeli metal imalat yöntemleri büyük avantajlar sağlamaktadır. Kişiye özel yapılan tasarım kalıp gerektirmeksizin eklemeli metal imalat teknolojileri ile istenilen kıymetli metal alaşımı kullanılarak üretilebilmektedir. Konu ile ilgili olarak eklemeli metal imalat ile Realizer GmbH firması tarafından üretilmiş altın takı örnekleri Şekil 9'da gösterilmektedir (Gebhardt, 2012).



Şekil 9. Eklemeli imalat ile üretilmiş altın takı örnekleri (Gebhardt, 2012)

Otomotiv, havacılık gibi yakıt kullanımı ve emisyonların azaltılmasının önem kazandığı sektörlerde, aynı mukavemet ve dayanıma sahip fakat daha hafif parçalar tercih edilmektedir. Bu parçaların imalatı ancak topoloji optimizasyonu yapılarak, hafifletilmiş kompleks yapılı parçaların imalatı ile mümkün olmaktadır. Örneğin GE' nin havacılık alanında geliştirmiş olduğu Turbo Leap motoru benzin nozülü, bu uygulamaya güzel bir örnektir. Turbo Leap benzin nozülü 19 parçadan oluşmakta ve içerisinde çok ince benzin püskürtme ve soğutma kanalları bulunmaktadır. Eklemeli metal imalat teknolojileri sayesinde GE, bu nozülü, tek parça imal ederek % 25 hafiflik sağlamış, yakıt sarfiyatını azaltmış ve aynı zamanda servise uğramadan parça kullanım süresini 5 kat arttırmıştır. Turbo Leap motoru benzin nozülü Şekil 10'da verilmiştir (Lui ve ark., 2017).



Şekil 10. Turbo Leap motoru benzin nozülü (GE) (Lui ve ark., 2017).

Eklemeli metal imalat teknolojilerinin havacılık sektöründe diğer bir uygulama örneği Şekil 11' de verilmiştir. Sıcak iş takım çeliğinden eklemeli imalat ile üretilmiş 298mmx120mm boyutlarında kompleks parça, üretim sonrası direkt uçak motorunda kullanılmaktadır (Gebhardt, 2012).



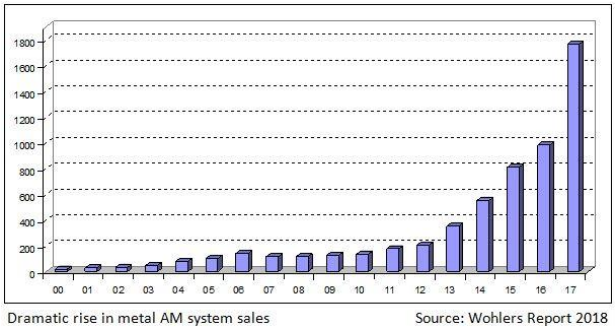
Şekil 11. Eklemeli imalat ile üretilmiş uçak motor parçası (Gebhardt, 2012).

Topoloji optimizasyonu ve eklemeli imalatın kullanımı ile parçaların hafifletilmesi ile ilgili, havacılıkta sektöründe yakıt ve emisyon azaltma uygulama örneği Şekil 12' de verilmiştir. Concept Laser firması, alümünyumdan döküm ve CNC işleme ile üretilen parçayı, eklemeli imalat ile topoloji optimizasyonu sonrasında titanyum malzemeden üreterek, üretim zamanından %75, ağırlıktan ise %30 kazanç sağlamıştır (Lui ve ark., 2017).



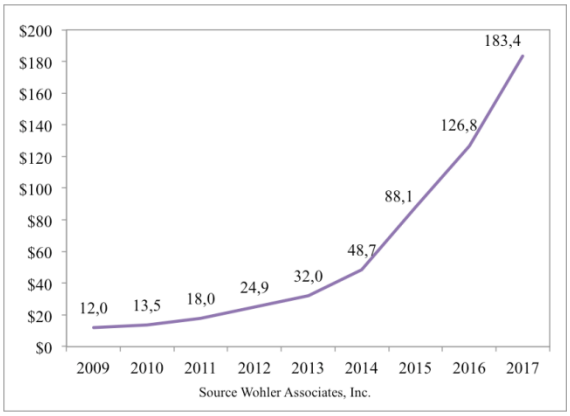
Şekil 12. Airbus A350 XWB titanyum bağlantı parçası (Lui ve ark., 2017).

Eklemeli imalatın, az adetli ve kişiselleştirilmiş uygulamalarda kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Teknolojinin kullanımının hızlı bir şekilde artması, makine ve hammadde pazar büyüklüğünü arttırmaktadır. Şekil 13'de yıllara göre metal eklemeli imalat makine satış rakamları verilmiştir. Wohler 2018 rapor verilerine göre metal eklemeli imalat makine şatış adedi 2016 senesinde 983 adet, 2017 senesinde 1768 adet olarak gerçekleşmiştir. Yıllık artış oranı %80 dir.



Şekil 13. Yıllara göre makine satış adetleri (Wohler Report, 2018).

Metal eklemeli imalat makinelerinin satış oranlarının artmasına paralel olarak, metal toz hammadde satışları da artmaktadır. Şekil 14'de Wohler 2018 rapor'dan alınmış senelik metal tozu satış miktarları verilmiştir. Wohler rapora göre 2017 senesinde metal toz şatış gelirleri 183,4 milyon $, 2016 senesinde 126,8 milyon $ ve 2015 senesinde 88,1 milyon $ dır. 2016 senesindeki büyüme %43,9, 2015 senesindeki büyüme ise %80,9 dur. Pazar verileri eklemeli metal imalat sektörünün hızla büyüdüğünü ve bu sektördeki metal toz ihtiyacının da arttığını göstermektedir (Wohler Report, 2018).



Şekil 14. Yıllara göre toz metal malzeme satışları (Milyon $) (Wohler Report, 2018)..

3. SONUÇLAR

Eklemeli imalat teknolojileri, konvansiyonel yöntemler ile imal edilemeyecek kompleks tasarımların kalıpsız olarak imal edilebilmesi ve sahip oldukları avantajlar nedeniyle tercih edilen imalat yöntemleridir. Eklemeli metal imalat yöntemleri, gerçek malzemenin kullanılabilmesi nedeniyle diğer eklemeli imalat yöntemlerine göre daha yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Eklemeli imalat yöntemlerinin 3D datadan direk imalata izin vermesi, kalıp, fikstür gibi üretim ekipmanlarına ihtiyaç duymaması, çok parçalı imalatların, tek parça olarak imal edilebilmesi, hammadde ve yarı mamul stoklamaya ihtiyaç duyulmaması ve tam zamanında üretime izin vermesi imalat maliyetlerini minimuma indirmektedir. Özellikle az adetli kişiye özel kompleks parçaların imalatı bu teknolojilerin kullanımı ile mümkün olmaktadır. Havacılık, savunma ve otomotiv sanayiinde ihtiyaç duyulan hafif ve yüksek performanslı kompleks parçaların üretimi de yine bu teknolojilerin kullanımı ile mümkün olamktadır. Eklemeli imalat teknolojilerinin endüstri 4.0 uygulamalarına uygun olması, geleceğin fabrika otomasyonunda vazgeçilmez üretim teknolojisi olacağı anlamına gelmektedir. Teknolojilerin ve kullanılan malzemelerin gelişmesi uygulama alanlarının artması ve hatta masa üstü 3D printer ların evlerimize girecek kadar ucuzlaması, açık kaynak kodlu yazılım ve kendin yap tarzı 3D printer'ların geliştirilmesi yakın gelecekte bu teknolojilerin konvansiyonel imalat eknolojilerin yerini alacağının bir göstergesidir. Günümüze kadar prototipleme ve ürün geliştirme amaçlı kullanılan bu teknolojilerin, az sayıda parçanın seri imalata gerek kalmadan üretiminin yapılabilmesi, bu teknlojilerin daha da yaygınlaşacağını göstermektedir. Yapay zeka, otomasyon ve yazılım alanında kat edilen gelişmeler yakın gelecekte bu teknolojilerin emek yoğun konvansiyonel imalat teknolojilerinin yerine kullanılacağını göstermektedir. Piyasa makine ve hammadde satış verileri ve bu verilere göre yapılan trend analizleri de bu teknolojilerin kullanımlarının ve dolayısı ile pazar paylarının artacağını göstemektedir. Teknolojinin gelişmesi, makine hızlarının artması ve hammaddelerin ucuzlaması ile yakın gelecekte bu teknolojiler günümüzün imalat teknolojileri haline gelmesini sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP koordinasyon birimi tarafından desteklenmiştir.

4. REFERANSLAR

Başcı Ü. G., Yamanoğlu R. (2019), Eklemeli Metal İmalat Teknolojileri İçin Metal Tozu Üretim Yöntemleri, *Uluslararası Marmara Fen Ve Sosyal Bilimler Kongresi (Güz) 2019 Bildiriler Kitabı (Fen Bilimleri),* 1, 219-227.

Berman B., (2012), 3-D printing : The New Industrial Revolution, *Kelly School of Business*, 55, 155-162.

D'alessio J., Christensen B.S., (2019), 3D Printing for Commercial Orthopedic Applications: Advances and Challenges, içinde *3D Printing in Orthopaedic Surgery,* (s.65-83), Buffalo, NY, United States.

Gebhardt A., (2012), Additive Manufacturing Design and Strategies, içinde *Understanding Additive Manufacturing*, (s.103-128), Germany.

Irısh Standart I.S. EN ISO/ASTM 52900, (2017), Additive Manufacturing-General principles- Terminology, 1-19.

Leyens C., Beyer E., (2015), Innovations in Laser Cladding and Direct Laser Metal Deposition, içinde *Laser Surface Engineering*, (s.181-192), Germany.

Lui R., Wang Z., Sparks T., Liou F., Newkirk J., (2017), Aerospace Applications of Laser Additive Manufacturing, içinde *Laser Additive Manufacturing*, (s.351-371), Missouri, United States.

Mostafaei A. Erica L., Ference J. J., Schmidt E. D., Chmielus M., (2018), "Binder Jetting of a Complex-Shaped Metal Partial Denture Framework", *Additive Manufacturing*, 21, 63-68.

Munsch M., (2017), "Laser Additive Manufacturing of Customized Prosthetics and Implants for Biomedical Applications", içinde *Laser Additive Manufacturing*, (s.399-420), Buxtehude, Germany.

Sun S., Brandt M., Easton M., (2017), Powder Bed Fusion Processes: an overview, içinde *Laser Additive Manufacturing*, (s.55-77), Melbourne, VIC, Australia.

Yılmaz D., (2016), Katmanlı İmalat Teknolojileri ve Havacılık Uygulamaları, STM Sektör Değerlendirme Raporu, 1-21.

Wohler Report, (2018), 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report.

Zenou M., Grainger L., (2018), Additive Manufacturing of Metallic Materials, içinde *Additive Manufacturing*, (s.53-103), United Kingdom.

GSM OPERATÖRLERİNE YÖNELİK ATILAN TÜRKÇE TWEETLERİN DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİYLE DUYGU ANALİZİ

Birol EMEKLİ
Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitisü, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
birol.emekli@hotmail.com / 0000-0003-4757-9542

İhsan Hakan SELVİ
Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar Ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
ihselvi@sakarya.edu.tr

Özet
Teknolojinin hızla gelişmesinden dolayı işlemlerin birçoğu internet üzerinden gerçekleştirilmeye başlanmış ve büyük boyutlarda veri kaynağı ortaya çıkmıştır. Birçok kişi deneyimlerini sosyal medya üzerinden paylaşarak duygularını belirtmek, diğer kişilerle etkileşim kurmak, aynı sorunları başkalarının da yaşamasının önüne geçmek, hizmet aldığı firma ile iletişime geçmek amacıyla etkin bir şekilde kullanmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'nin önde gelen GSM operatörlerine yönelik atılan Türkçe tweetlerin olumlu ve olumsuz olarak sınıflandırılması hedeflenmektedir. Bu çalışmada tweetlerin sınıflandırılması için derin öğrenme yöntemleri önerilmektedir. Atılan tweetler ilk önce Doğal Dil İşleme yöntemleri ile hazırlandıktan sonra derin öğrenme yöntemlerinden Evrişimli Sinir Ağları, Tekrarlayan Sinir Ağları ve Uzun Kısa Süreli Bellek modelleri ile sınıflandırılarak karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Duygu Analizi, Derin Öğrenme, Evrişimli Sinir Ağları, Tekrarlayan Sinir Ağları, Uzun Kısa Süreli Bellek, Kelime Temsili

SENTIMENT ANALYSIS WITH DEEP LEARNING METHODS OF PUBLISHED TURKİSH TWEETS FOR GSM OPERATORS

Abstract
Rapid developments in technology of due to, many of the transactions are being made from the internet and a large data source has emerged. People express their feelings by sharing their experiences on social media, interact more with other people, prevent someone else from experiencing the same problems, effectively uses it to communicate with the company from which it provides services. This work, the published Turkish tweets for GSM operator in Turkey aims to classification as positive and negative. This work, deep learning methods are suggested for classification of tweets. The tweets that were discarded were firstly prepared by Natural Language Processing (NLP) methods, and then they were compared with deep learning methods by Convolutional Neural Networks (CNN), Recurrent Neural Networks (RNN) and Long Short Term Memory (LTSM) models.

Keywords: Sentiment Analysis, Deep Learning, Convolutional Neural Networks, Recurrent Neural Networks, Long Short Term Memory, Word Embedding

1. GİRİŞ

Her geçen gün gelişmekte olan teknoloji, internet ortamına erişebilmek için farklı alanların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu alanlarda kullanıcıların en çok ilgisini çeken sosyal medya platformları olmuştur. Kullanıcılar fikir ve düşüncelerini rahatlıkla kelimelerle ifade ederek, Twitter, Facebook, Linkedin gibi sosyal medya platformların paylaşabilmektedirler. (GO ve ark., 2009) Sosyal medya üzerindeki etkileşim artışını gören rekabet halindeki birçok firma, daha fazla öne çıkmak ve herkese ulaşabilmek adına platformlar üzerinden analizler yaparak, toplum üzerindeki olumlu olumsuz etkileri, rakip firmaları öne çıkaran özellikleri, reklamların pazarlama stratejisindeki önemi gibi çok fazla bilgiye ulaşabilmektedirler. Bu alanda bilgi elde edebilmek için veri madenciliği yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Sosyal medya platformları içerisinde farklı bir tarzı bulunan twitter, araştırmacıların en çok uğrak noktası olmuştur. Bilindiği üzere twitter, 280 karakterle bilgi ve düşüncelerinizi paylaşabileceğiniz, istenilirse bir kelimenin önüne # karakteri koyarak bir başlığın etiketlenebilmesine ya da @ karakteri ile birisini ekleme imkânı veren bir sosyal platformdur. (MERAL & DIRI, 2014)

Sosyal medya platformlarında kullanıcılar istediği herhangi bir konuda duygu ve düşüncelerini belirtebilmektedirler. (MOORE ve ark., 2011) Bu yüzden çalışmalarda kullanılacak verilere daha hızlı erişebilmek için bazı yöntem ve filtrelerden yararlanmanız gerekmektedir. Bu çalışmadaki veri seti GSM operatörlerine yönelik atılan Türkçe tweetleri içermektedir. Bu tweetlerin toplanması aşamasında Python ve Twitter API kullanılarak bir veri toplama modülü geliştirilmiştir. Daha sonra oluşturulan veri seti, ön işleme ve Doğal Dil İşleme yöntemlerinden geçirilerek daha anlamlı bir hale getirilmiştir. Toplanan bu veriler etiketlenirken daha doğru bir karar vermek için bir den fazla kişi tarafından etiketlenmesi yapılmıştır. (MERAL & DIRI, 2014)

Daha önceki çalışmalar incelendiğinde gerek Türkçe gerekse diğer dillerde birçok çalışma yapılmıştır. (AYATA ve ark., 2017; Demirci ve ark., 2019; GO ve ark., 2009; MERAL & DIRI, 2014; MOORE ve ark., 2011; OZYER ve ark., 2015; YELMEN ve ark., 2018) Çalışmalar kapsamında makine öğrenmesi temelli yaklaşımlarla bulunmaktadır. Bu bildiri çalışmasında ise derin öğrenme yöntemleri kullanarak, duygu sınıflandırmasının yapılabilmesi için özellikleri modelin kendisinin ayırt etmesini sağlamak ve duygu sınıflandırmasında daha başarılı bir sonuç elde etmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde literatür çalışmalarının incelenmesi, veri setinin elde edilmesi ve ön işlemlerden geçirilmesi, kullanılan derin öğrenme modellerinin geliştirilmesi, eğitilmesi ve elde edilen çıktılar, son olarak ise sonuç bölümü ile çalışma değerlendirilerek yapılabilecek çalışmalardan bahsedilmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Günümüzde araştırmacıların birçoğu twitter üzerindeki verilerden faydalanarak çalışmalar yapmaktadırlar. Bu bölümde farklı yöntemler kullanarak duygu analizi yapılan çalışmalara değinilecektir. 2009 yılında Go, Huang ve Bhayani tarafından yapılan twitter duygu analizi çalışmasında makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak başarım oranlarına bakılmıştır. Bu çalışmada sadece olumlu ve olumsuz tweetler üzerinden bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Olumlu ve olumsuz tweet ayrımı yaparken duygusal ifadeleri dikkate alarak ‘:)‘ ve ‘:(’ veri seti oluşturmuşlardır. Bu çalışmalarında Naive Bayes ve Destek Vektör Makinelerini kullanmışlardır. Naive Bayes %80 civarında bir başarım elde ederken, Destek Vektör Makineleri ile sonuç %70 civarında bir başarım elde etmişlerdir. Ayrıca topladıkları tweetler içerisinden bir bölümünü, herhangi bir duygu içermiyor diye etiketleyip modeli eğittiklerinde ise %40 civarında bir doğruluk oranı elde etmişlerdir. (GO ve ark., 2009)

2011 yılında Kouloumpis, Wilson ve Moore tarafından yapılan bir başka çalışmada ise duygu içeren etiketler ve duygu ifade eden karakterler ile veri setini elde etmişlerdir. Bu elde ettikleri veri seti üzerinde Doğal Dil İşleme yöntemleri ile ön işlem gerçekleştirmişlerdir. Bu işlemler sonucunda elde ettikleri veri setlerini, etiket içerikli ve duygu karakteri içerenleri ayrı ayrı modellediklerinde düşük başarım elde ederken, her iki veri setini birlikte modellediklerinde daha yüksek bir başarım elde etmişlerdir. (MOORE ve ark., 2011)

2015 yılında Akgül, Ertano ve Diri tarafından yapılan Türkçe tweetler üzerindeki duygu analizi çalışmasında ise belirli etiketlerle topladıkları tweetler üzerinde ön işlemler uygulamışlardır. Bu ön işlem aşamasında tweetler içerisinde, çalışmalarında herhangi bir fayda sağlamayacağı karakter ve kelimelerin temizlenmesini gerçekleştirmişlerdir. Sonuçların başarımını ölçmek için F-Ölçüm metriği kullanmışlardır. Uyguladıkları n-gram yöntemleri ile %70 civarı bir başarım elde etmişlerdir. (AKGUL ve ark., 2015)

2016 yılında Kaynar, Yıldız, Görmez ve Albayrak tarafından yapılan çalışmada ise film yorumları üzerinden duygu analizi çalışması gerçekleştirmişlerdir. Kullandıkları makine öğrenmesi yöntemleri ile başarımı ölçmeyi hedefleyen çalışmada, Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makinelerinde yüksek başarım elde etmişlerdir. (KAYNAR ve ark., 2016)

2017 yılında Ayata, Saraçlar ve Özgür tarafından yapılan çalışmalarında ise dört farklı sektör ve konulardaki Türkçe tweetler üzerinde bir duygu analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında Karar Destek Makinesi ve Rastgele Orman sınıflandırıcı makine öğrenmesi algoritmalarını kullanmışlardır. Çalışma sonunda Karar Destek Makinesinin daha başarılı sonuç verdiğini ortaya koymuşlardır. (AYATA ve ark., 2017)

2017 yılında Wehrmann, Becker, Cagnini ve Barros tarafından yapılan çalışma ise daha önceki çalışmalardan farklı bir yöntem geliştirmişlerdir. Daha önceki çalışmaların makine öğrenmesi temelli ve tek dil bazlı olmasını eleştirmişlerdir. Bu soruna istinaden çalışmalarında derin öğrenme yöntemlerinden faydalanarak dört farklı dilde model eğitimi gerçekleştirmişlerdir. Kullandıkları Conv-Char-S derin öğrenme yöntemi ile %72 doğruluk oranı, %75 F-ölçümü elde etmişlerdir. (WEHRMANN ve ark., 2017)

2018 yılında Yelmen, Zontul, Kaynar ve Sonmez tarafından yapılan çalışmada üç farklı özellik seçim ve makine öğrenmesi algoritmasının, hibrit şekilde kullanılarak GSM operatörlerine yönelik atılan Türkçe tweetlerin sınıflandırılmasındaki başarımlarını ölçmüşlerdir. Bu aşamada veri seti oluşturma aşamasında Doğal Dil İşleme yöntemlerinden faydalanarak, tweet içeriği temizlemişler, kelime düzeltme işleminden sonra kelime köklerini bulmuşlar, tekrarlanan kelimeleri ve cümleler veri setinden temizlemişlerdir. Makine öğrenmesi temelli bir model gerçekleştirdikleri için özellik seçiminde farklı algoritmalar kullanarak 200 ayırt edici özellik seçimi yapmışlardır. Özellik seçiminde Genetik Algoritma ve sınıflandırmada Destek Vektör Makinelerinin hibrit şekilde kullanımında yüksek başarım elde etmişlerdir. (YELMEN ve ark., 2018)

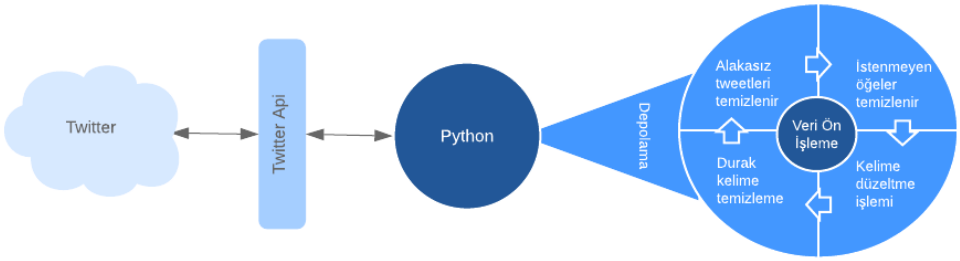
2019 yılında Alharbi ve Doncker tarafından yapılan çalışma kapsamında ise derin öğrenme modellerine değinilmiştir. Bu çalışma sadece tweetlere değil, kullanıcı davranışlarını da dikkate alan bir Evrişimli Sinir Ağı kullanılmış ve başarımı gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda yaklaşık %88'lik başarım elde etmişlerdir. Gelecek çalışmalarda ise Uzun Kısa Süreli Bellek ile ilgili çalışmalar önermişlerdir. (Alharbi & de Doncker, 2019)

2019 yılında Tokat, Shehu, Sharif ve Uyaver tarafından yapılan bir başka çalışmada ise Türkçe tweetler üzerinde duygu analizi için Destek Vektör Makinesi ve Rastgele Orman algoritmalarını kullanmışlardır. Veri seti üzerinde Zemberek kütüphanesini kullanarak veri ön işleme aşamasından geçirmişledir. Çalışma sonucunda %88.5'lik bir başarım oranı ile Rasgele Orman algoritması ile daha başarılı bir sonuç elde etmişlerdir. (SHEHU et al., 2019)

2020 yılında Salur ve Aydın derin öğrenme yöntemleriyle GSM operatörlerine yönelik atılan tweetlerin olumlu, olumsuz ve nötr olmak üzere duygu sınıflandırmasını yapmışlardır. Çalışmalarında veri seti üzerinde Doğal Dil İşleme yöntemleri ile veri içeriğini temizlemişlerdir. Dört farklı derin öğrenme modelini ve hibrit yaklaşım modelini eğiterek başarım oranlarını karşılaştırmışlardır. En yüksek başarım oranını Evrişimli Sinir Ağları ve Çift Yönlü Uzun Kısa Süreli Bellek hibrit modeli ile yaklaşık %82'lik başarım oranı elde etmişlerdir. (SALUR & AYDIN, 2020)

3. VERİ SETİ

Twitter, Mart 2006 tarihinde Jack Dorsey tarafından kurulan bir sosyal paylaşım platformudur. Kullanıcılar 280 karakter ile paylaşımlarını yaptığı, isterlerse diyez (#) karakteri ile belli bir konuda etiketleme yapabildikleri gibi et (@) işareti ile twitter içerisinde bulunan bir kullanıcıyı paylaşımlarına ekleyebildikleri büyük bir platform haline gelmiştir. Twitter, koruduğu bu sadelik ile birlikte 2013 yılında en çok ziyaret edilen sitelerden birisi olmuştur. 2020 yılı itibariyle 340 milyon aktif kullanıcıya ulaşan twitter'da her dakika yaklaşık 98 bin paylaşım yapılmaktadır. (Wikipedia) Bu çalışmada kullanılacak olan veri seti işlemleri Şekil 1'deki aşamaları içermektedir.



Şekil 1. Veri Toplama ve Ön İşlem Aşaması

3.1. Veri Setinin Elde Edilmesi

Çalışma kapsamında veri seti oluşturabilmek için Twitter API'den yararlanılmış ve Python Tweepy kütüphanesi ile bir modül geliştirilmiştir. API ile sadece 7 günlük tweetlere ulaşılabilmektedir. Bu modül ile GSM operatörlerine yönelik atılan 13-03-2020 ile 19-03-2020 ve 15-04-2020 ile 21-04-2020 tarihleri arasında tweetler toplanmıştır. Daha net ve çalışmaya uygun veri seti elde etmek için retweet içermeyen, Türkçe içerikli toplam 32 bin tweet toplanmıştır.

3.2. Veri Ön İşleme Aşamaları

Ham hali ile toplanmış tweetler içerisinde birçok anlamsız paylaşımlar bulunmaktadır. Çalışmada sadece GSM operatörlerine yönelik bir çalışma yapılacağından, operatörlere yönelik olmayan ve duygu içermeyen tweetleri veri içerisinden temizlemek gerekmektedir. Bu aşamada veri belli başlı bazı işlemlerden geçirilmiştir. İlk olarak tüm veri seti küçük haflere çevrilmiş ve paylaşımlar içerisinde çokça bulunan fakat çalışmamızda fayda sağlamayacak bazı kelimeler (ör: stad, maç, arena vb.) belirlenerek, yine Python aracılığıyla bu kelimeleri içeren tweetler silinmiştir.

Tweetler incelendiğinde içerisinde rakamlar, et (@) işareti ile bir başkasının etiketlenmesi, noktalama işaretleri, url adresleri gibi öğeler bulunmaktadır. Veri içerisinden bu gereksiz görülen öğelerden kurtulmak gerekmektedir. Burada veri seti içerisinde tek tek uğraşmak yerine düzenli ifadeler kullanılmıştır. Düzenli ifadeler algoritması, bir metin içerisinde belirtilen kurallara uygun kelime veya kelime öbeklerini bulmayı sağlamaktadır. (Thompson, 1968) Burada Python tabanlı düzenli ifadeler kullanarak, Tablo 1'deki öğeler veri seti içerisinden temizlenmiştir.

Tablo 1. Temizlenen Öğeler

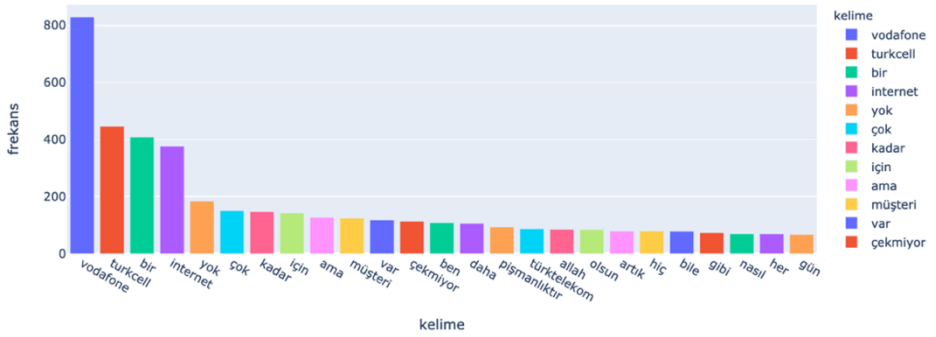
@kullanıcıadı	Tweet içerisinde birisini etiketlemek için
https://url.web	Tweet içerisinde bir sayfa adresi paylaşımı
0 – 9	Rakamlar
ve, vb	3 karakterden kısa olan kelimeler
. , ( ) ! #	Her türlü noktalama işareti

Bu işlemlerden geçirildikten sonra veri seti tekrar incelenmiştir. Twitter'ın verdiği karakter sınırına takılmadan tweet paylaşımı yapabilmek için bazı kısaltmaların veri içerisinde varlığı dikkatlerden kaçmamıştır. Bu aşamada modelimiz daha sağlıklı sonuç verebilmesi için kelimelerin anlamlı hale getirilmesi gerekmektedir. Bu işlemde Python programlama dili içerisinde, Java tabanlı Türkçe Doğal Dil İşleme kütüphanesi olan Zemberek kullanılarak, kelimeler üzerinde düzeltme işlemi uygulanmıştır. (Zemberek)

Ör: çekmiyo → çekmiyor
brbat → berbat

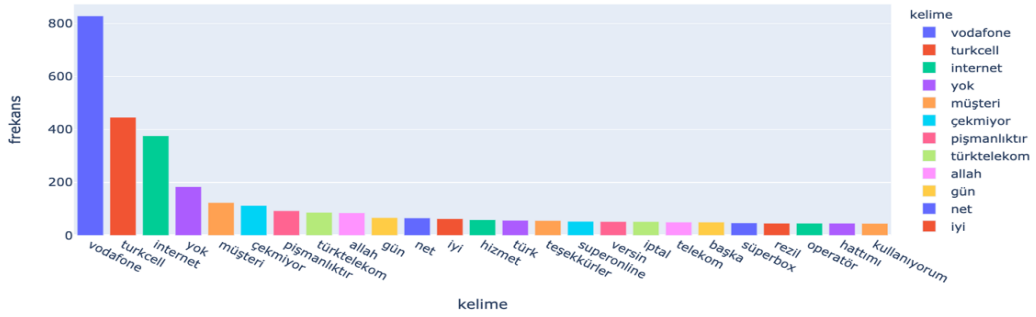
Bu işlemlerden sonra zemberek kütüphanesi yardımıyla veri seti içerisinde bir çok kelime düzeltme işlemine tabi tutulmuştur. Düzeltme işleminden sonra veri setinde bulunan ama herhangi bir anlam ifade etmeyen durak kelimelerin mevcut olduğu gözükmektedir. Her dilde sık olarak kullanılan fakat

cümleye herhangi bir anlam katmayan durak kelimeler veri setinden temizlemek için Python da Türkçe durak kelimeleri içeren NLTK kütüphanesinden yararlanılmıştır. NLTK kütüphanesi içerisindeki durak kelimelere ilaveler yapılarak, veri seti içerisinden bu kelimelerin temizlenmesi sağlanmıştır. (Durak Kelimeler)



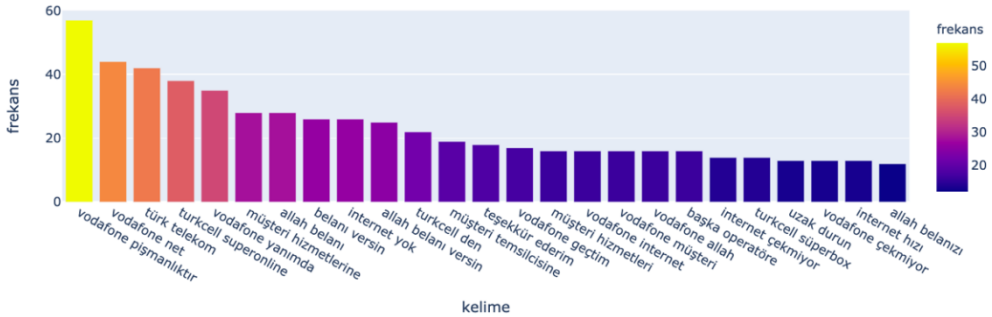
Şekil 2. Durak Kelimeler Silinmeden Kelime Sıklığı

Şekil 2'de durak kelimeler tüm veri setince mevcut olduğu gözükmektedir. (kadar, için, ama vb.) Veri setini bu durak kelimelerden temizlendikten sonra Şekil 3'deki gibi bir kelime sıklığına sahip olunmuştur.



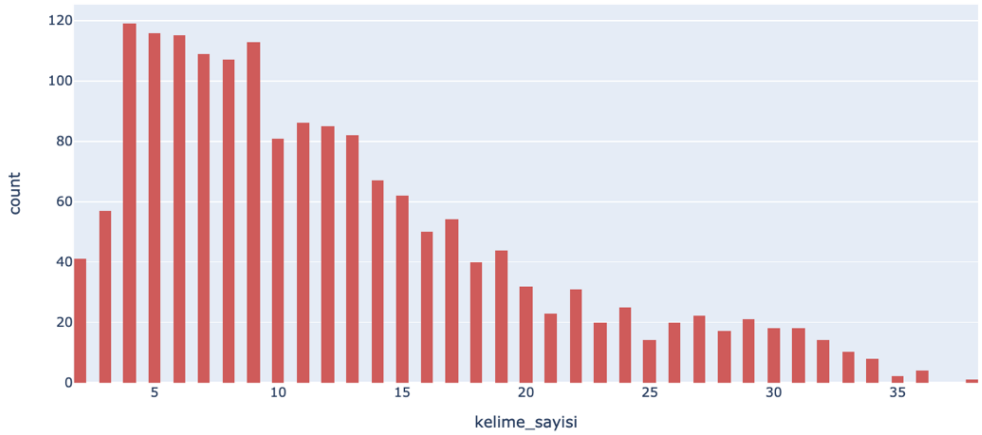
Şekil 3. Durak Kelimeler Silindikten Sonra Kelime Sıklığı

Veri ön işleme aşamalarını tamamlandıktan sonra tüm veri setinde en çok birlikte kullanılan iki kelimeyi Şekil 4'deki gibi analiz ederek görebilmekteyiz.



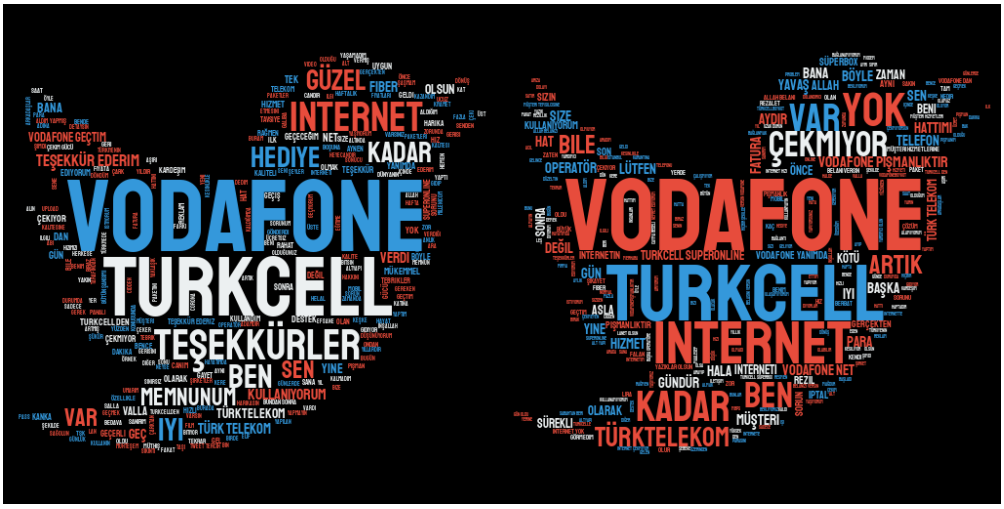
Şekil 4. Birlikte Kullanılan En Çok Kelimeler

Bu çalışma kapsamında, duygu analizi sınıflandırması derin öğrenme yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir ve bu aşamada kelime temsili uygulanmıştır. Burada kullanılan kelime temsili işleminde tweet uzunlukları standart bir uzunluğa getirilmiştir. Burada tüm veri seti tweet uzunlukları kelime sayısı Şekil 5'deki gibi bir dağılıma sahiptir.



Şekil 5. Tweet Kelime Sayıları

Tüm bu aşamalardan geçirilen veri seti Şekil 6'daki gibi olumlu ve olumsuz kelime bulutuna sahip olmuştur.



Şekil 6. Olumlu ve Olumsuz Tweet Kelime Bulutu

Çalışma için bu aşamalardan geçirilen ham veri Tablo 2'deki gibi duygu içeren, anlamlı ve modellenebilir hale getirilmiş 1675 adet farklı tweeti içermektedir.

Tablo 2. Veri Seti

Operatör	Olumlu	Olumsuz	Toplam
Türkcell	102	515	617
Vodafone	112	665	777
Türk Telekom	41	240	281
			1675

4. DERİN ÖĞRENME MODELİ

Bu çalışma kapsamında kelime vektör temsili kullanarak üç farklı derin öğrenme modeli ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Veri seti eğitim ve test olarak iki parçaya ayrılmıştır. Test için ayrılan veri seti öğrenme modeline hiç dahil edilmemiştir. Modelin oluşturulması aşamasında Python Keras kütüphanesi kullanılmıştır. Tüm derin öğrenme modelleri aynı katman, hücre sayısı ve veri seti üzerinde eğitilmiş ve test edilmiştir. Veri seti dağılımı Tablo 3'de gözüktüğü gibi ayrılmıştır.

Tablo 3. Veri Seti Dağılımı

	Eğitim	**Test**
Vodafone	730	47
Türkcell	579	38
Türk Telekom	238	43

4.1. Kelime Vektör Temsili

Kelimeleri vektörel formata çevirmek için Keras Tokenizer kütüphanesinden faydalanılmıştır. (Tokenizer) Bu kütüphane aracılığıyla veri seti içerisindeki tüm benzersiz kelimeler numaralandırılarak kelime vektör uzayı oluşturulmuştur. Kelimeler anlamsal olarak vektörel formata dönüştürüldükten sonra anlam kazanmaktadır.

4.2. Evrişimli Sinir Ağları

İleri beslemeli bir ağ olan Evrişimli Sinir Ağları görüntü işleme, ses analizi, Doğal Dil İşleme gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. (Zhang ve ark., 2018) Görüntü işleme gibi iki boyutlu düzlemde çalışan Evrişimli Sinir Ağları, tek boyutlu veri dizilerine de uygulanabilmektedir. Evrişimli Sinir Ağları 1D, verilen tek boyutlu dizi içerisinden özellikleri çıkartarak başarılı sonuçlar elde etmektedir.

4.3. Tekrarlayan Sinir Ağları

Geleneksel sinir ağlarında girdi ve çıktılar tamamen birbirinden bağımsız olarak model tarafından işlenmektedir. Tekrarlayan Sinir Ağları ise, önceki çıktıyı tekrar girdi olarak kullanmaya izin veren, geri beslemeli bir yapıya sahiptir. Önceki çıktıyı yeni girdi ile tekrar kullanabilmek için Tekrarlayan Sinir Ağlarının bir belleğe sahip olduğunu söyleyebiliriz.

4.4. Uzun Kısa Süreli Bellek

Geri beslemeli bir ağ olan Uzun Kısa Süreli Bellek, Tekrarlayan Sinir Ağlarının geliştirilerek elde edilmiş özel bir türüdür. (Hochreiter & Schmidhuber, 1997) Uzun süreli bellek hafızası, önceki durumları taşıma katmanını kullanarak sürekli eğitimde etkisini sürdürmeyi amaçlamıştır. Uzun süreli bellek hafızası nedeniyle zaman serisi, anomali tespiti, konuşma tanıma, Doğal Dil İşleme gibi konularda Tekrarlayan Sinir Ağlarına göre daha başarılı sonuç ortaya koymaktadır.

4.5. Derin Öğrenme Model Tasarımı

Model tasarımı gerçekleştirilirken, algoritmaların performanslarını ölçebilmek için üç farklı algoritma tasarımı da aynı şekilde modellenmiştir. Tablo 4'de tasarlanan model kullanılacak derin öğrenme modelleri için sabit tutulmuştur.

Tablo 4. Model Tasarımı Katman Bilgisi

Tip	**Hücre**
Embedding	15
CNN,RNN,LSTM	32
Dropout	0.2
CNN,RNN,LSTM	16
Dropout	0.2
CNN,RNN,LSTM	8
Dense	1

5. UYGULAMA

Veri setinin işlenebilir hale getirilmesinden ve derin öğrenme modellerinin tasarlamasından sonra duygu analizi sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Öğrenme sırasında gizli katmanlarda aktivasyon fonksiyonu (activation function) olarak relu, çıkış katman fonksiyonu sigmoid, kayıp fonksiyonu (loss

function) olarak binary crossentropy, optimizasyon fonksiyonu (optimizer) olarak rmsprop, öğrenme oranı (learning rate) 0.001, parametrelerin güncellenmesi için batch size 8, overfitting önlemek için regularization, doğrulama (validation split) için 0.01 oranında veri seti kullanılmıştır. Her GSM operatörü için farklı olarak ve tüm veri setinin birlikte eğitilmiş model sonuçları Tablo 5,6,7,8'de değişken epoch değerleri için ölçülmüştür.

Tablo 5. Vodafone Eğitim Sonuç Değerleri

Vodafone	Evrişimli Sinir Ağları		Tekrarlayan Sinir Ağları		Uzun Kısa Süreli Bellek	
Epoch	6	9	6	9	6	9
Doğruluk %	85.87	85.87	94.24	96.84	95.06	**97.81**
Test %	80.85	80.85	80.36	85.11	91.49	**87.23**

Tablo 6. Türkcell Eğitim Sonuç Değerleri

Türkcell	Evrişimli Sinir Ağları		Tekrarlayan Sinir Ağları		Uzun Kısa Süreli Bellek	
Epoch	6	9	6	9	6	9
Doğruluk %	83.91	83.91	90.66	96.54	93.77	**98.64**
Test %	76.32	76.32	84.21	89.47	84.21	**94.74**

Tablo 7. Türk Telekom Eğitim Sonuç Değerleri

Türk Telekom	Evrişimli Sinir Ağları		Tekrarlayan Sinir Ağları		Uzun Kısa Süreli Bellek	
Epoch	6	9	6	9	6	9
Doğruluk %	85.66	85.66	92.03	**98.80**	85.66	90.44
Test %	82.76	82.76	79.31	**89.66**	82.76	86.21

Tablo 8. Tüm Veri Seti Eğitim Sonuç Değerleri

Tüm Veri Seti	Evrişimli Sinir Ağları		Tekrarlayan Sinir Ağları		Uzun Kısa Süreli Bellek	
Epoch	6	9	6	9	6	9
Doğruluk %	85.28	90.01	92.53	94.75	92.09	**96.08**
Test %	82.74	86.31	81.55	83.93	84.52	**85.71**

Derin öğrenme modelleri sonuçlarına göre, Evrişimli Sinir Ağları küçük veri setleri üzerinde 9 epoch değerine kadar başarımı artıramamıştır. Uzun Kısa Süreli Bellek ise Vodafone, Türkcell ve tüm veri setinde diğer yöntemlere göre daha başarılı bir sonuç elde etmiştir. Bu başarımı elde etmesindeki temel sebep, yapısında bulunan taşıma katmanı vasıtasıyla çıktıların sürekli eğitimde kullanılarak özellik çıkarımında daha başarılı sonuçlar vermesinden kaynaklanmaktadır. Türk Telekom veri setinde ise Tekrarlayan Sinir Ağları daha yüksek başarım elde etmiştir. Burada veri setinin daha küçük olması, Tekrarlayan Sinir Ağlarında daha hızlı öğrenerek başarımı artırdığı gözlemlenmiştir.

6. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışma, twitter üzerinde GSM operatörlerine yönelik atılan tweetlerin derin öğrenme yöntemleriyle duygu analizi sınıflandırma çalışmasını içermektedir. Veri seti elde etmek için Python Tweepy kütüphanesi ve Twitter API kullanılmıştır. Daha sonra veri seti, ön işleme ve Doğal Dil İşleme yöntemleri ile daha anlamlı getirilmiştir. Bu aşamalardan sonra Python Keras kütüphanesi kullanılarak üç farklı derin öğrenme modeli ile duygu sınıflandırma çalışması gerçekleştirilmiştir. Tüm

veri setine ve tasarlanan modelin kodlarına https://github.com/birolemekli/gsm-tweet-sentiment-analysis adresinden ulaşılabilmektedir. Daha önceki Türkçe dilinde duygu sınıflandırılması üzerine yapılan makine öğrenmesi temelli yaklaşımlarda, özellik temelli sınıflandırma yaklaşımları benimsenmiştir. Bu çalışma ise derin öğrenme temelli bir yaklaşımla, sınıflandırmada kullanılacak özelliklerin, modelin kendisinin ayırt etmesi sağlanmıştır. Derin öğrenme modeli prensibine göre özelliklerinin model tarafından ayırt edilmesi, aslında özellik olarak görülmeyen bir değişkenin değer katabilmesini sağlamaktadır. Bu fark ise veri setinde bulunmayan bir tweetin, duygu sınıflandırılmasını yaparken daha fazla parametreye bakarak karar vermesini sağlamaktadır. Bu çalışma ile derin öğrenme modellerinden; Uzun Kısa Süreli Bellek modelinin, Evrişimli Sinir Ağları ve Tekrarlayan Sinir Ağlarından daha başarılı sonuç elde ettiği gözlemlenmiştir. Derin öğrenme algoritmaları ile özellik bağımlı duygu sınıflanmasından kurtularak, farklı formatlardaki tweetlerin duygu sınıflandırılmasının yapılabilmesi hedeflenmiştir. Gelecek çalışmalarda ise doğal afet anında, bayramlarda, kampanyalarda atılan olumlu ve olumsuz tweetlerin modele dahil edilerek, başarımın artırılması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

AKGUL, E. S., ERTANO, C., & DIRI, B. (2015). *Twitter Verile ile Duygu Analizi*. *13*(3), 331. https://doi.org/10.18907/jjsre.13.3_331_1

Alharbi, A. S. M., & de Doncker, E. (2019). Twitter sentiment analysis with a deep neural network: An enhanced approach using user behavioral information. In *Cognitive Systems Research* (Vol. 54, pp. 50–61). https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2018.10.001

AYATA, D., Murat, S., & ÖZGÜR, A. (2017). *Makine Öğrenmesi ve Kelime Vektör Temsili ile Türkçe Tweet Sentiment Analizi*. *0*, 6–9.

Demirci, G. M., Keskin, S. R., & Dogan, G. (2019). Sentiment Analysis in Turkish with Deep Learning. In *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2019* (pp. 2215–2221). https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9006066

Durak Kelimeler https://github.com/ncarkaci/tr-preprocessing

GO, A., HUANG, L., & BHAYANI, R. (2009). *Twitter Sentiment Analysis*. *73*.

Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). LSTM can solve hard long time lag problems. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 473–479).

KAYNAR, O., Yıldız, M., Görmez, Y., & Albayrak, A. (2016). *Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Duygu Analizi*. *2345*, 5–12. https://scholar.google.com.tr/scholar?as_ylo=2018&q=duygu+analizi&hl=tr&as_sdt=0,5

MERAL, M., & DIRI, B. (2014). *Twitter Üzerinden Duygu Analizi*. *9*, 1939.

MOORE, J., KOULOUMPIS, E., & WILSON, T. (2011). *Twitter Sentiment Analysis*.

OZYER, B., ÇOBAN, Ö., & TUMUKLU OZYER, G. (2015). *Türkçe Twitter Mesajlarının Duygu Analiz*.

SALUR, M. U., & AYDIN, İ. (2020). *A Novel Hybrid Deep Learning Model for Sentiment Classification*.

SHEHU, H. A., TOKAT, S., SHARIF, M. H., & UYAVER, Ş. (2019). *Sentiment analysis of Turkish Twitter data*. *9*, 1–5.

Thompson, K. (1968). Regular expression search algorithm. In *Comm. ACM* (Vol. 11, Issue 6, pp. 419–422). https://doi.org/10.1145/363347.363387

Tokenizer https://keras.io/api/preprocessing/text/

WEHRMANN, J., BECKER, W., CAGNINI, H., & BARROS, R. (2017). *A Character-based Convolutional Neural Networkfor Language-Agnostic Twitter Sentiment Analysis*.

Wikipedia https://tr.wikipedia.org/wiki/Twitter

YELMEN, I., ZONTUL, M., KAYNAR, O., & SONMEZ, F. (2018). A novel hybrid approach for sentiment classification of TURKISH tweets for GSM operators. *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, *12*, 637–645.

Zemberek https://github.com/ahmetaa/zemberek-nlp

Zhang, L., Wang, S., & Liu, B. (2018). Deep learning for sentiment analysis: A survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, *8*(4), 1–25. https://doi.org/10.1002/widm.1253

NEWLY DEVELOPED DEGRADABLE METALLIC IMPLANT MATERIALS

Aslı GÜNAY BULUTSUZ
Yildiz Technical University, Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department
gunay@yildiz.edu.tr , orcid: 0000-0001-5841-4829

Abstract
In today's biomedical market, one can find different kinds of permanent metal implants that are manufactured with advanced manufacturing technologies. Besides permanent metal implants, there are also biodegradable metallic and polymeric implants for the patients who need implants only for a period. For degradable metal implants, there are magnesium, iron, and zinc-based alloys that have been studied. There are some needed properties with permanent metallic implants such as biological compatibility, non-toxic behaviour, and adequate mechanical properties. However, when degradation involved in this concept, there are needs for additional properties such as uniform and adequate corrosion behaviour, showing enough mechanical strength during degradation. This study presents new researchs in metallic degradable biomaterials and the challenges about their properties. Furthermore, the new generation manufacturing technologies, future trends, and the challenges for these implant materials are discussed in detail.

Keywords: Biodegradable, powder, implants, corrosion, microstructure, mechanical behaviour

1. INTRODUCTION

A degradable biomaterial is inserted in the body for treatment purposes and after completing their missions they disappear without giving any harm in the cell inference and body metabolism. Degradable materials can be used as vascular and bone-implant materials due to their combination of degradability behaviour and biocompatibility. Especially in some medical cases, the implanted material is not needed for a lifetime. Before degradable materials, the permanent implants are removed with a second operation after completing their task. For orthopaedic implants up to %30 removed from the body after completing their work [Acklin Y.P. et. al. (2016), Han H.S et. al. (2019)]. A second surgery means an additional health risk, a prolonged healing period and increased medical expenses. Thus, day by day the need and interest for biodegradable implants are increasing. These implant types can be used as a vascular stent, augmentations, screws and orthopaedic implants. The degradation rates and, mechanical properties of biodegradable implant materials are varied according to its usage area. For a vascular stent especially the degradation is needed to start, after the first 6 months, allowing restoration of the vessel. According to previous studies these stents need to degrade in 6-12 months [Schömig et. al. (1994)]. Besides in the degradation period, the corrosion rate is also important. The body needs to tolerate the amount of degraded material to prevent poisoning. According to previous studies for vascular stents, the degradation rate is <0.02 mm/year [Bowen et. al. (1994), Bowen et. al.(2016)]. The treatment of a bone implant is different from vascular stents. The healing period contains three steps: inflammation, repair of the fracture and bone, cells augmentation which means remodelling step [T.P. Rüedi, (2000), Y.F.Zheng et. al. (2014)]. Especially until the repair step, the minimum mechanical properties are needed, however with the start of the corrosion the implant loses its mechanical strength. The corrosion is needed for remodelling step. Thus a proper, homogenous degradation rate is crucial for a lower limit of mechanical strength and remodelling of the new cells (Figure 1). The lower mechanical strength limit of the degradable implant should be at least 12-24 months [F. Zheng et. al. (2014)].

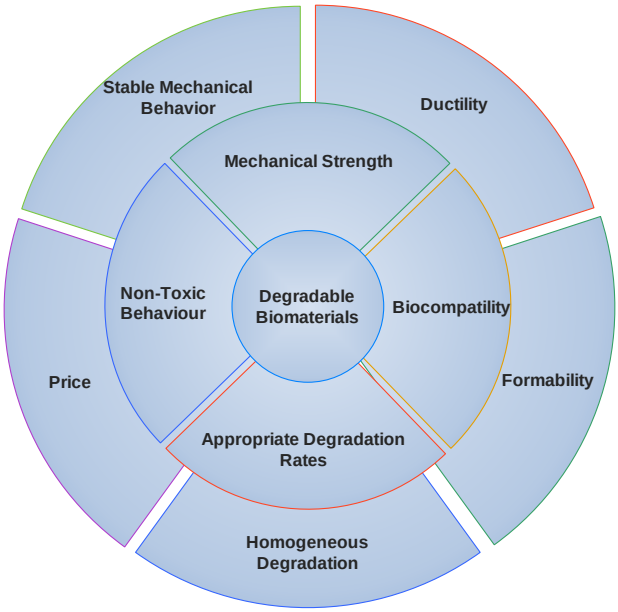


Figure 1. Expected properties from degradable implants

The needs are changeable according to their usage area. The major needed properties are shown in Figure 1. Various pure materials, alloys, and composites are being searched as a candidate of degradable biomaterial. Generally, the limitation of biodegradable materials is non-toxic behaviour and degradation rate. Besides, based on the usage area of the implant other mechanical properties need to be optimized. It is possible to optimize biodegradable materials properties with alloying elements, surface modifications, and post thermo-mechanical treatments. Moreover, it is possible to improve the biocompatibility and other biomaterial properties. For example, addition of silver into the alloy systems improved the antibacterial behaviour of biodegradable implant [Kraśniewska, K et. Al. 2020].

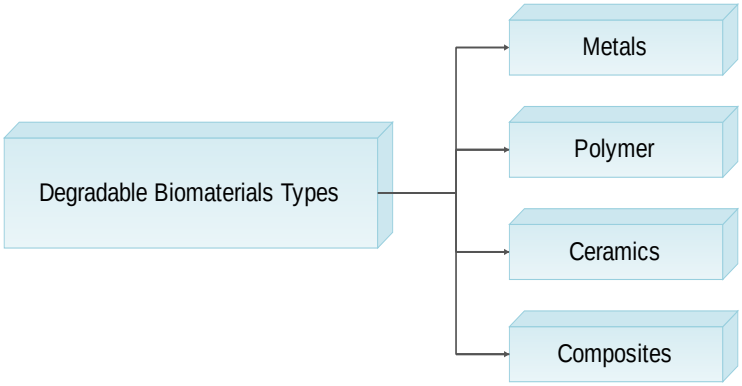


Figure 2. Degradable Biomaterial types

The fundamental aim of biodegradable implant material is obtaining the minimum mechanical strength with a homogenous degradation and non-toxic behaviour in the body (Figure 1). As highlighted above, depending on the usage area of the implant these properties are changing. To meet different requirements of the implant, new type of materials need to be investigated. Besides these properties the material price and deformability determines attainability of final product by the consumer (Figure 1). In this study, the latest biodegradable implant materials are discussed with their advantages and disadvantages. Especially Mg, Fe, Zn metal and their alloys, composites were focused on (Figure 2).

2. Biodegradable Metals

2.1 Mg Based Materials

Up to date Mg and its alloys have been widely used as a lightweight material in transportation, and defense industries. In literature, there is lots of research paper about Mg and its alloys for degradable implant material usage. The first human clinical study of biodegradable Mg is made in 2007 [Erbel R et. Al. (2007)]. The concern for Mg material is its degradation rate, hydrogen gas evolution negative effect on cell attachments [Noviana D. et. al. 2016]. However in previous studies Mg ions found to increase activity of bone growth cells [L. Y. He et. Al. (2016), Kim K.J., et. Al. (2017)]

Besides pure Mg its alloys with Zn, Al, Sn and etc. searched before [Meng X. et. al. (2020), Brar HS, (2012), Liu X. et. al. (2016), Xie G. (2016)]. The drawback of Mg implants is their low mechanical properties and high corrosion rates. New studies are focusing on improvements of these properties with additional alloying elements. Previously Mg–2Zn-0.5Sr, Mg–4Zn-0.5Sr alloys were studied and resulted in promising results [Brar et al. 2012]. Meng X. et al. (2020), Sr added to Mg-Zn-Ca composition to improve its properties. The addition of Sr produces second phases along the grain boundaries and interdendritic interstices. With the change of Sr amount in the system the hardness and corrosion behaviour modulated. Besides good material properties, in research, additional post mechanical treatments and surface modifications found to be beneficial for improving mechanical properties of final product [Meng X. et al. (2020)]. In another study, Pulido-González, N. et. al. (2020) studied Mg–1Zn–1Ca system with casting method. According to their microstructural investigations, Ca and Zn elements produced new phases with Mg and changes mechanical, corrosion properties of the alloy system. In their microstructural results, especially at grain boundaries, Mg2Ca and Ca2Mg6Zn3 precipitates were found. These intermetallic compounds act as obstacles and prevent corrosion progress through the α-Mg, thus material corrosion rate decreased [Pulido-González N. et. al., 2020].

2.2 Iron Based Systems

Iron and its alloys are have been searched as a good candidate of degradable implants. The daily upper limit for Fe is nearly ~45 mg for adults. This element is very vital for our metabolism and directly can be taken and digest by our system. The positive side of these Fe group material is their high strength during the corrosion. This behaviour is crucial, especially for bone implants. The drawback for this material group is low degradation rate. Iron degrades slower than tissue healing and can remain in the body after completing their mission. Thus degradation optimization of these group material is crucial. Wegener B. et al. (2020) tried phosphate to control corrosion behaviour of Fe [Wegener B. *et al.*,(2020)]. The researchers used Fe_3P and pure Fe with powder metallurgy and sintering method to manufacture sponge structures. The mechanical strength found relatively low for a bone implant (compressive strengths of 13.1MPa and 22.8MPa) besides the degradation rates were too slow for a healing period of tissue [Wegener B. et al.(2020)]. In another study, Paim T.C. et. al. (2020) investigated pure Fe at two different purity level (99.95 and 99.5%). The manufactured materials implanted into the subcutaneous of rats and the researcher did not observe any toxic behaviour. Moreover, the material did not corrode before 6 month which is the determined limit for stent applications [Paim T.C. et. al. (2020)]. Another important point for Fe is the hydroxyl radical releases during the degradation. In a recent study, by Scarcello et. al. (2020), pure Fe wire samples were investigated to observe its corrosion behaviour and biological activity. In their in vivo experiments, an aortic vessel, and mimic endothelium contact simulated with Fe. According to their results, during the corrosion of Fe, HO release showed a deleterious impact on endothelium cells and decreased some enzymatic activity. It might be possible to decrease ion releases with additional elements and improving new Fe alloying system. There is still a need for further studies especially for Fe alloys systems.

Zn Based Systems

Similar to Mg and Fe, Zn is an essential element for our organisms. The daily upper limit for Zn is between 15-40 mg^{-1} according to the recommended dietary allowance [Fosmire et. al. (1990)]. Besides Mg, and Fe, Zn is a relatively newer element in literature for biodegradable material usage. Zn corrosion rate is between Mg and Fe. The biggest concern for Zn is their low mechanical properties.

Pure Zinc has a strength, σ_{UTS} ~30 MPa and plasticity, $\varepsilon < 0.25\%$ [G. K. Levy et. Al., 2017]. Besides Mg, and Fe, Zn is a relatively newer element in literature for biodegradable material usage. Zn corrosion rate is between Mg and Fe. However, in some studies, Zn's degradation rate found to be too slow. Low corrosion rates can slow down the remodelling of new cells and also may cause fibrous encapsulation [Bakhsheshi-Rad H.R. et. al. (2016), Guillory, R.J (2016)]. Bakhsheshi-Rad et. al. (2017), investigated mechanical, corrosion and biocompatibility of Zn-0.5Al and ternary Zn-0.5Al-xMg alloys. According to their result, Mg addition to the binary Zn-Al alloy improved the mechanical strength and corrosion resistance. The Mg contents varied between 0.1-0.5%. With the increase of the Mg amount in the system, corrosion rate also increased. However, Zn-0.5Al-0.5Mg resulted in better antibacterial behaviour and MC3T3-E1 cell viability. Liu et. al. (2016), studied Zn–1Mg–0.1Mn, Zn–1.5Mg–0.1Mn, alloys and pure Zn mechanical properties, mechanical, corrosion properties and hemocompatibility. Mg and Mn alloys showed higher mechanical properties, on the other hand, they resulted in lower ductility and higher degradation rates than pure Zn. All of these studied alloys showed acceptable blood compatibility.

H. Yang et al. (2020), made a comprehensive study to improve a new Zn alloy. Mg, Ca, Sr, Li, Mn, Fe, Cu, and Ag elements were used to observe their effect on Zn alloy strengthening mechanism, corrosion and other biomedical properties. Li element showed the highest positive effect on strengthening mechanism. Fe, Cu and Ag other elements showed a positive effect on biomedical properties such as osteogenesis, and osseointegration, cytocompatibility. The newly developed Zn-0.8Li-0.8Mn binary alloy showed very competitive mechanical properties with conventional pure titanium implants.

5. CONCLUSION

Increased medical imaging technologies and treatment methods create new need in material and manufacturing science. There is a high potential for degradable biomaterials to meet the needs for short term implants. According to this current study Mg, Fe and Zn alloys are the most common elements and frequently used in alloy systems. Besides the promising results, there are still some drawback about their usage in the body form the biological compatibility and mechanical behavior side. Each material has its own advantages and disadvantages Pure Mg has a very high corrosion rates on the other hand Fe has a low corrosion rate. Zn has a moderate corrosion rate between Fe and Mg. Besides low corrosion rate Fe has a better mechanical strength and Zn has a good formability. There is still need to make further alloys system studies with possible thermos mechanical deformations to optimize mechanical, corrosion and biological compatibility properties of these potential properties.

REFERENCES

Bowen P.K., Shearier E.R., Zhao S., Guillory R.J., Zhao F., Goldman J., Drelich, J.W. (2016)Biodegradable metals for cardiovascular stents: from clinical concerns to recent Zn-alloys, *Adv. Healthc. Mater.* 5 1121–1140, https://doi.org/10.1002/adhm.201501019.

Wegener B. *et al.*,(2020) Development of a novel biodegradable porous iron-based implant for bone replacement," *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10.

Bakhsheshi-Rad H. R., Hamzah E., Low H. T., Kasiri-Asgarani M., Farahany S., Akbari E., and Cho M. H., (2017) Fabrication of biodegradable Zn-Al-Mg alloy: Mechanical properties, corrosion behavior, cytotoxicity and antibacterial activities *Materials Science and Engineering C* **73**, 215.

Bakhsheshi-Rad H.R., Hamzah E. Low H.T., Kasiri-Asgarani M., Farahany S., Akbari E., Cho M.H., (2017) Fabrication of biodegradable Zn-AlMg alloy: mechanical properties, corrosion behavior, cytotoxicity and antibacterial activities. *Mater Sci Eng C.*, 73, 215.

Bowen P.K., Drelich J., Goldman J., (2013) Zinc exhibits ideal physiological corrosion behavior for bioabsorbable stents, *Adv. Mater.* 25 2577–2582, https:// doi.org/10.1002/adma.201300226.

Brar HS, Wong J, Manuel MV., Investigation of the mechanical and degradation properties of Mg-Sr and Mg-Zn-Sr alloys for use as potential biodegradable implant materials (2012). Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 7:87-95.

Erbel R., Di Mario C., Bartunek J, Bonnier J, de Bruyne B, Erbeli FR, Erne P, Haude M, Heublein B, Horrigan M, Ilsley C, Bose D, Koolen J, Luscher TF, Weissman N, Waksman R. (2017) Temporary scaffolding of coronary arteries with bioabsorbable magnesium stents: a prospective, non-randomized multicentre trial. Lancet. 369, pp. 1869–75.

Guillory R.J., Bowen P.K., Hopkins S.P., Shearier E.R., Earley E.J., Gillette A.A., Aghion E., Bocks M. Drelich

J.W., Goldman, J., (2016) Corrosion Characteristics Dictate the Long-Term Inflammatory Profile of Degradable Zinc Arterial Implants. ACS *Biomater. Sci. Eng.*, 2, pp 2355–2364

He L. Y., Zhan X. M., Liu B., Tian Y., and Ma W. H., (2016) Effect of magnesium ion on human osteoblast activity, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 49, 7, pp. 1–6.

Kim K.J., Choi S., Sang Cho Y., Yang S.J., Cho Y.S., Kim K.K. (2017) Magnesium ions enhance infiltration of osteoblasts in scaffolds via increasing cell motility. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, *28*, 2–9, doi:10.1007/s10856-017-5908-5.

Kraśniewska K., Galus S., Gniewosz M. (2020) Biopolymers-based materials containing silver nanoparticles as active packaging for food applications–A review. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*, doi:10.3390/ijms21030698.

Levy G. K., Goldman J., and Aghion E., (2017) The prospects of zinc as a structural material for biodegradable implants—a review paper, *Metals*, 7- 10, pp. 1–18,

Liu X., Sun J., Zhou F., Yang Y., Chang R., Qiu K., Pu Z., Li L., Zheng Y., (2016) Micro-alloying with Mn in Zn-Mg alloy for future biodegradable metals application, *Materials and Design*. 94 95–104. doi:10.1016/j.matdes.2015.12.128.

Meng X., Jiang Z., Zhu S., andGuan S.,(2020) Effects of Sr addition on microstructure, mechanical and corrosion properties of biodegradable Mg–Zn–Ca alloy, *Journal of Alloys and Compounds*, 838, 155611, 2020.

Noviana D., Paramitha, D., Ulum, M.F., Hermawan, H., (2016) The effect of hydrogen gas evolution of magnesium implant on the postimplantation mortality of rats. *Journal of Orthopaedic Translation*, *5*, 9–15, doi:10.1016/j.jot.2015.08.003.

Rüedi T.P. and Murphy W.M., (1st ed.), (2020) AO Principles of Fracture Management, Thieme, New York.

Schömig A., Kastrati A., Mudra H., Blasini R., Schühlen H., Klauss V., Richardt G., Neumann F.J., (1994) Four-year experience with Palmaz-Schatz stenting in coronary angioplasty complicated by dissection with threatened or present vessel closure, Circulation 90 2716–2724.

Xie G., Takada H., Kanetaka H. (2016) Development of high performance MgFe alloy as potential biodegradable materials. *Materials Science and Engineering A*, 671, 48–53, doi:10.1016/j.msea.2016.06.051.

Yang H., (2020) Alloying design of biodegradable zinc as promising bone implants for load-bearing applications, *Nature Communications*, 11-1, pp. 1–16.

Zheng Y.F., Gu X.N., Witte F., (2014) Biodegradable metals, *Materials Science and Engineering: R*: Reports Volume 77, pp 1-34.

ADLİ BİLİŞİM DELİL İNCELEMELERİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME

Hasan Ali AKYÜREK
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Adli Bilişim Mühendisliği Bölümü, hakyurek@erbakan.edu.tr

Volkan KÜÇÜKÖNER
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, volkan.kner@gmail.com

Özet
Görüntü işleme, çeşitli amaçlar için adli bilimin önemli bir parçası haline gelmiştir. Bunlar, bir olay mahallinde toplanan veya laboratuvarda ya da tıbbi görüntüleme tesisinde geliştirilen kanıtların kaydedilmesi ve belgelenmesi kadar çeşitli hedefleri ve kanıtların mahkeme salonunda sunulmasını içerir. Görüntüler, örneğin, eşleşen mermi işaretlerini, toprak parçacıklarını, boya talaşlarını ve benzeri gibi kanıt analizi sürecinin bir parçası olarak da önemlidir. Gözetim görüntüleri, kişilerin veya araçların hareketinin ölçülmesinin yanı sıra bireylerin tanımlanması için de yararlı olabilir. Bir görüntüyü anlamlı bir ölçüm kümesine azaltmak, kanıtları yorumlamak için önemli bir adım olabilir ve bu genellikle görüntünün biraz işlenmesini gerektirir. Bu çalışmanın konusu olan görüntü işleme, adli prosedürlerde önemli ayrıntıları koruyan esaslardan biridir ve uygulanan adımların belgelenmesi, orijinalin korunmasıyla birlikte mutlak bir gerekliliktir.

Anahtar Sözcükler: Adli Bilişim, Delil İnceleme, Görüntü İşleme.

IMAGE PROCESSING IN FORENSIC INFORMATION EVIDENCE ANALYSIS

Abstract
Image processing has become an important part of forensic science for various purposes. These include the presentation of various objectives and evidence in the courtroom, as well as the recording and documentation of evidence collected at an incident scene or developed in the laboratory or medical imaging facility. Images are also important as part of the evidence analysis process, such as matching bullet marks, ground particles, paint chips and the like. Surveillance images can be useful for measuring individuals or vehicles as well as for measuring individuals. Reducing an image to a meaningful set of measurements can be an important step in interpreting the evidence, which usually requires some processing of the image. Image processing, which is the subject of this study, is one of the principles that preserves important details in forensic procedures, and documentation of the steps implemented is an absolute necessity, with the preservation of the original.

Keywords: Forensic Information, Evidence Analysis, Image Processing.

1. GİRİŞ

Halihazırda farklı uygulama alanlarında elde edilen ve kullanılan büyük hacimli ve çeşitli dijital görüntüler, görüntü analizi gereksinimini doğurmuştur. Görüntüler gazetecilik, reklamcılık, tıp, hava tahmini, video izleme, harita üretimi, uzaktan algılama, bilgisayar destekli tasarımlar gibi birçok uygulama alanında kullanılabilmektedir. Özellikle adli tıpta görüntü analizinin geliştirilmesine artan bir ihtiyaç vardır. Her uygulamanın diğerlerinden benzersiz gereksinimleri olsa da, hepsi daha hızlı, daha ucuz ve daha doğru sonuç elde etmeye odaklanmaktadır. Görüntülerin oluşturulabileceği kolaylık, fikirleri ya da parasal kazanımları etkilemek için manipüle edilebilir; kişi, özellikle mahkeme salonlarında "görmenin" her zaman "inanmak" anlamına gelmediğinin farkında olmalıdır. Ayrıca insan görsel sistemi, zaman zaman fotoğraf temperlemesinden kaynaklanabilecek basit geometrik tutarsızlıkları tespit etmede kayda değer derecede beceriksizdir. Hatta bazen, insanların görsel sistemleri tarafından basit farklılıklar tanımlanamayabilir. Bilginin çıkarılması için görüntülerin analizi yakın geçmişte ilgi çekici bir alan haline gelmiştir.

Adli imge analizi, imgenin kendisini yasal konularda yorumlamak için imge bilimi ve alan uzmanlığının uygulanmasıdır. Ne olursa olsun, yapılan görüntü analizi türünde, adli tıp uzmanlarının günümüzdeki etkinliklerde görüntü yorumlama, görüntü inceleme ve teknik hazırlık gibi görevleri yerine getirmeleri gerekmektedir. Bu çalışma, adli bilişimde görüntü işleme alanında kullanılan yöntemleri, literatür taraması yaparak birarada göstermeyi ve incelemeyi amaçlamıştır.

2. DİJİTAL FOTOĞRAF VE VİDEO KAMERALAR

Dijital görüntüler dijital kameralarla başlar ve bu nedenle bu cihazların performans özelliklerini, avantajlarını, olasılıklarını ve sınırlamalarını anlamak önemlidir. Dijital kamera dönemi sadece geleneksel film kamerasının veya analog gözetim TV kamerasının dijital versiyonu değildir.

Dijital kameralar, görüntülerin adli kullanımını etkileyen çeşitli şekillerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanımlarının bir nedeni, daha önce olay yeri ve kanıt fotoğrafları için kullanılan film kameralarından daha küçük, genellikle daha sağlam ve genellikle daha ucuz olmalarıdır. Görüntüleri geliştirmek için karanlık oda ve işleme gerektirmezler ve birçok model görüntüleri internet üzerinden doğrudan gönderebilir. Dijital tek lens refleks modelleri gibi profesyonel kameralar, görüntü kalitesi (ve maliyeti), film kullanılan benzer tasarımlarla karşılaştırılabilir, ancak cep kameralarına her devriye arabasına (burada kullanıcı, uygun olay mahallinin veya kaza fotoğraflarının nasıl çekileceği konusunda herhangi bir eğitime sahip olmayabilir) veya daha da kötüsü, akıllı telefonlarda her yerde bulunan kameralara güvenebilir. Mevcut cep veya akıllı telefon dijital kameralarının çoğu video görüntülerini ve hareketsiz görüntüleri kaydedebilir; odak, pozlama, renk dengesi vb. üzerinde herhangi bir kullanıcı denetimi varsa, görüntüleri belleğe kaydetmek için kayıplı sıkıştırma kullanılabilir. Sürekli kayıt yapan giyilebilir kameralar, optik ve depolama kalitesi için daha büyük sınırlamalar getirir.

Benzer şekilde, video kameralar için dijital tasarımlar, düşük güç gereksinimleri, küçük boyutları ve düşük maliyetleri nedeniyle, gözetim için kullanılan tüp tipi analog kameraların yerini almıştır. Bazı durumlarda ek bir avantaj, olası bir bilgisayar korsanlığı sorunlarını gündeme getiren bir ağa kablosuz olarak bağlanabilmeleridir. Gözetleme görüntüleri elde etmek için dijital kameraların kullanımıyla birlikte, dijital kayıt analog video kasetin yerini aldı. Başlangıçta dijital veriler kasete (DVR formatı) kaydedildi, ancak şimdi neredeyse tüm kayıtlar ya yerel bellekte ya da bir ağda ya da hatta "bulutta" dijital olarak barınmakta. Dijital görüntü yakalamanın ve kaydetmenin bir avantajı, görüntüleri hemen inceleme ve gerekirse daha iyi görüntü alma özelliğidir. Sarf filmleri, baskıları ve kimyasalları ile film kameralarının aksine, görüntüleri kaydetmek neredeyse ücretsizdir ve bu, daha sonra gerçekten yararlı olanları bulmak için sıralanması gereken çok sayıda görüntü çekmeyi teşvik eder. Çok sayıda fotoğraf çekmek bazen (ne yazık ki) dikkatlice birkaç, düzgün hizalanmış, kalibre edilmiş ve pozlanmış bir fotoğraf çekmek için alternatif bir yaklaşım olarak görülmektedir.

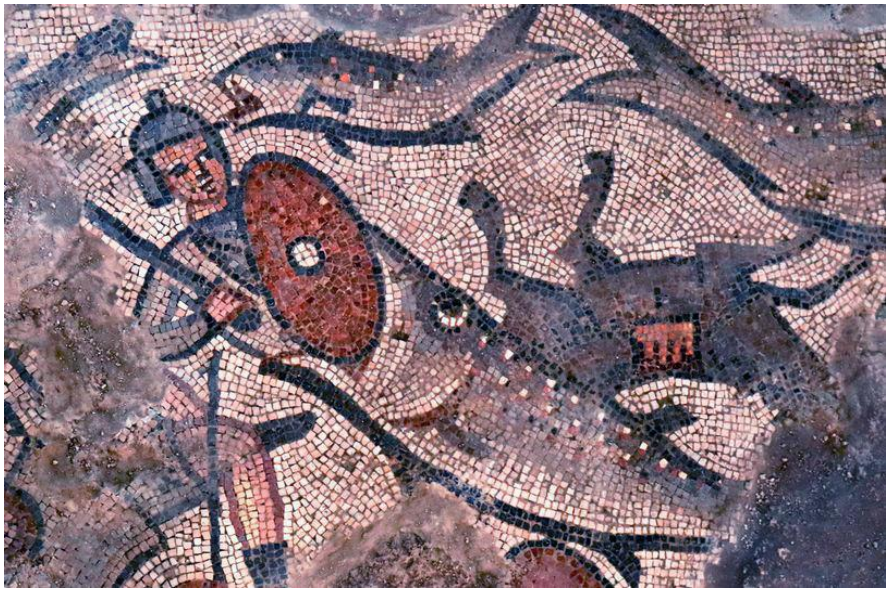
2.1 Piksel

Kamera üreticileri piksel sayısını bildirir, ancak bu, kameraların ayrıntıları çözme yeteneğini yansıtmaz. Pikseller de modern bir buluş değildir: 2000 yaşından büyük mozaikler, renk ve parlaklık gölgesiyle çok gerçekçi görsel görüntüler üreten küçük cam, taş ve seramik parçalarından oluşturulmuştur.

Dijital kameralarda renk kaydı için birkaç temel tasarım vardır. Laboratuvar veya stüdyo kullanımı için, bir renk tekerleği kamerası, daha sonra tek bir renk görüntüsünde birleştirilen kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) filtreler aracılığıyla üç ardışık görüntü yakalayabilir. Bunun avantajları, her renk kanalı için detektör dizisinin tam çözünürlüğünün kullanılabilmesi ve hassasiyetlerin dengelenmesi için her filtre için pozlama süresinin değiştirilebilmesidir. Ancak değişmeyen bir manzara gerektirir ve bu nedenle çoğu amaç için uygun değildir.

Üç çipli kamera, gelen görüntüyü kırmızı, yeşil ve mavi dalga boyu aralıklarına bölmek ve her birini ayrı ayrı kaydetmek için bir prizma ve filtre dizisi kullanır. Ayrı ayrı dedektör dizilerinden alınan veriler daha sonra tek renkli bir görüntüde birleştirilir. Avantaj, yine her bir dedektör dizisinin tam çözünürlüğünü kullanmaktır, ancak bunun bir bedeli vardır. Bu bedel, sadece donanımın daha

karmaşık ve pahalı olması değil, aynı zamanda optikte ışık yoğunluğunun bir kısmının da kaybolmasıdır. Ayrıca, normalde yalnızca oldukça uzun odak uzaklığına sahip lensler kullanılabilir, çünkü geniş açılı lenslerle prizma dizisine farklı açılardan giren ışık görüntüler arasında renk gölgeleri üretir. Bu tasarım, yongaların çözünürlük gereksinimlerinin mütevazı olduğu ancak nadiren hareketsiz bir kamerada olduğu bazı üst düzey video kameralarda da kullanılır. Bununla birlikte, bir akıllı telefon için renk kanalı ayrımını katlanmış optikler, bir zoom lens düzeneği ve aktif görüntü sabitleme ile birleştiren yenilikçi bir tasarım oluşturulmuştur.



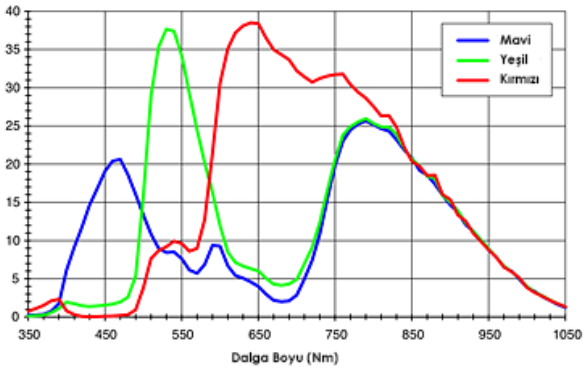
Şekil 1. Mısır'da eski çağlardan kalma, mozaiklerden oluşan bir resim. Mozaikler de tıpkı pikseller gibi biraraya gelerek görüntüyü oluşturmakta.

2.2 Spektral Cevap

İnsan görüşü renkleri algılar, çünkü insan gözündeki üç koni biraz farklı dalga boylarındaki ışığı emer. Bu, konilerin çalışmadığı düşük ışık koşullarında kullanılan çubukların ürettiği skotopik görüşten ayrılan fotopik görüştür. Scotopik görme yeşil ve mavi ışığa duyarlıdır ve kırmızı ışığa duyarsızdır, ancak insan retinasının merkezindeki fovea neredeyse tamamen koni hücreleri içerir. Bu nedenle, odak konusunun fovea'nın yanına düşmesi için odak merkezinin kaydırıldığı ön görme, loş ışıkta yararlı bir tekniktir. Görme keskinliği düşük ışık seviyelerinde azalır.

Tipik bir kamera CFA'sında kullanılan renk filtreleri, göreceli verimlilik veya dalga boyu kapsamı içinde insan gözündeki konilerin spektral yanıtıyla eşleşmez. Kamera içi işleme, sensörler tarafından kaydedilen göreceli yoğunlukları demosaising işleminin bir parçası olarak ayarlar, böylece rengin görsel izlenimi korunur. Bununla birlikte, doğru renkleri üretmek için, görüntüyü yakalamak için kullanılan aydınlatma hakkında bir şeyler bilmek (veya varsaymak) gerekir.

Profesyonel kalitede kameralar genellikle fotoğrafçının renk bileşenlerini dengelemek için kullanılan nötr gri bir kartın görüntüsünü alarak renk tepkisini karakterize etmesini ve ayarlamasını sağlar. Bu kameralar ayrıca tipik olarak her renk kanalından "ham" düzeltilmemiş yoğunluk verilerini depolar, böylece genellikle aydınlatmanın renk sıcaklığı olarak ifade edilen daha sonra düzeltmeler yapılabilir ve bu görüntülerdeki renkleri, özellikle cilt tonunu eşleştirmek için kritik olabilir . Akkor ampul tipik olarak yaklaşık 2900K'dır (daha sıcak, daha kırmızı) ve bulutlu bir gökyüzü 8000K (daha soğuk, daha mavi) kadar yüksek olabilir. Ucuz cep ve cep telefonu kameraları bir renk sıcaklığında tahmin etmeye çalışabilir veya ortalama olarak tüm sahnenin net renge sahip olmaması gerektiğini varsayabilir, ancak bunlar genellikle yanlış renk yorumlamaları üretir.



Şekil 2. Spektral yanıtın dalga boyu ve hassasiyet değerlerinin görüntülendiği bir grafik.

2.3 Spectrophotometerlar

Renkli dijital kamera bir spektrofotometre değildir. CFA filtreleri tarafından iletilen geniş dalga boyu aralıkları, dalga boyları ve yoğunluklarının çok farklı kombinasyonları için dedektörden aynı çıktıyı ve sonuç olarak aynı görüntü ve görsel gösterimleri üretir. Harici filtrelerin kullanımı, belirli dalga boyu aralıklarını izole edebilir. UV ışığı ile aydınlatma , doğal olarak mevcut olan veya bir sahneye eklenen spesifik kimyasalların floresan olmasına ve kaydedilebilen görünür veya IR bir görüntü üretmesine neden olabilir (Bramble 1993; Lin 2007). Bu genellikle kan veya diğer vücut sıvılarını vurgulamak ve gizli parmak izlerini görüntülemek için yapılır. UV aydınlatması, sıyrıklar, laserasyonlar ve ısırık izleri dahil olmak üzere cilt yaralarının görüntülenmesinde de yararlıdır (Barsley, 1990).

Bir mikroskopa bir mikrospektrofotometre takılması, çeşitli farklı kaynaklardan 263 mavi polyester elyaf örneğinden yansıyan ışık spektrumunun ölçülmesine dahi izin verebilir ve bu verilerin çap ve kesit ile birlikte elyafları kromatografi için ekstre boyalardan ayırt etmek zorunda kalınmadığını göstermiştir (Grieve, 2005). Tungol (1993), çeşitli üreticilerin suni liflerinde farklılık gösteren karbonil ve nitril gruplarını yüzde birkaç hassasiyetle karakterize etmek üzere pik absorpsiyon oranlarını ölçmek için IR mikroskopisini kullandı. Bu çok önemli, çünkü bu yolla kıyafetlerden, halılardan vb. Alınan lif kanıtları kaynağına güvenle eşleştirilebilir. Houck (2003), 2000'den fazla fibere dayanan başka bir karşılaştırma sunmaktadır. Bununla birlikte, bu başvuruda geleneksel görüntülemenin tek kullanımı, mikroskoptaki elyafların konumlandırılmasıdır.



Şekil 3. UV ışığıyla görüntülenen parmak izleri.

2.4 Video

Gözetim için kullanılan video kameralar, sabit kamera devrelerinde kullanılan dedektör çipi ile aynı tiptedir. Bunlar genellikle CCD çiplerinden daha düşük maliyet ve güç gereksinimlerine sahip olan ancak biraz daha fazla gürültüye ve diğer eserlere sahip olan CMOS tasarımlarıdır. Ayrıca, fotoğraf makinelerinde kullanılan megapiksel tasarımlarından çok daha az dedektöre sahiptirler ve akıllı telefonlar da dahil olmak üzere birçok fotoğraf makinesi video kaydedebilirken, bunu fotoğraflarda kullanılandan daha az çözünürlükle (daha az depolanmış piksel) yaparlar. Bu kameralardaki genel

strateji, her düşük çözünürlüklü görüntü için depolanan değerleri üretmek üzere dedektör sinyallerinin bloklarını ortalamaktır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, en yaygın kullanılan gözetim video formatını tanımlayan televizyon yayını, tam bir görüntü için 525 satırdan ve tüm görüntüyü elde etmek için iki adet 1/60 s alandan oluşur. Hızla hareket eden nesneler için veya fotoğraf makinesi kaydırılıyorsa, taramalı aralık ofset alanlarıyla sonuçlanır. Ancak, yüksek tanımlı TV ve en güncel dijital kameralarda kullanılan aşamalı tarama, tüm görüntüyü tek bir sırayla okur ve hareketli nesnelerin bozulmasına neden olabilir.

2.5 Mikroskop Görüntüleri

İz kanıt analizi genellikle mikroskop kullanımını gerektirir ve ışık mikro-kapsamlarından gelen görüntüler rutin olarak dijital kameralar tarafından yakalanır ve bilgisayar işleme ve analizine tabi tutulur (Russ, 1990). Diğer birçok enstrüman türü, genellikle görüntü olarak adlandırılan ve görüntü olarak kabul edilen veri dizileri oluşturur. Görüntüleri büyütmede genellikle mikroskoptan faydalanılır, ancak basit bir ışık mikroskobuna çok az benzerlik gösterebilir.

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) gibi bazı görüntüler tanıdık bir görünüme sahiptir ve görsel olarak yorumlanabilecek bir şey gibi görünmektedir, ancak bu her zaman böyle değildir. SEM görüntüleri, her seferinde bir nokta veya piksel üretilen raster tarama görüntüsünün bir örneğidir. Odaklanmış bir elektron ışını aşamalı bir tarama tarama deseninde örnek boyunca hareket eder ve geri saçılmış ve ikincil elektrik-tronsları ve görünür ışık ya da X-ışınlarının fotonları gibi çeşitli sinyaller üretilir ve tespit edilir. Taramanın zamanlaması, sinyalin büyüklüğünün depolandığı pikselin konumunu tanımlar.

SEM, ışık mikroskobundan çok daha yüksek çözünürlüğe sahiptir ve bu nedenle daha yüksek büyütmede daha ince detaylar ortaya çıkarabilir. Daha da önemlisi, çok geniş bir alan derinliğine sahiptir ve oldukça pürüzlü yüzeyleri görüntüleyebilir. Bu onu son derece yararlı kılar ve artan adli vakalar genellikle servis bürolarından ve yerel üniversite laboratuvarlarından edinilen SEM görüntülerini içerir. SEM kullanımına bir örnek, başarısızlığın nedenini belirlemek için metal kırıklarının incelenmesidir.

3. TEMEL GÖRÜNTÜ İŞLEME VE GELİŞTİRME

3.1 Boyutu Kalibre Etme

Görüntü işleme ve geliştirme, görüntünün kalitesini artırmak için yapılır. Bunun anlamı, görüntüden ne öğrenmek ya da bir başkasına göstermek istediğimize bağlıdır. İşleme bazen görüntünün insan vizyonuna tasvir ettiği sahneyi veya kanıtları doğru bir şekilde ortaya koyması için gereklidir. Örnekler, renklerin ve çarpıklıkların düzeltilmesini, düzensiz aydınlatmayı veya ince kenarlar ve nesne kenarları gibi belirsiz ayrıntıları içerir. Diğer durumlarda, işlem, mevcut nesnelerin yeri, boyutu, şekli veya rengi ölçümlerini almayı kolaylaştırır. Ölçümler daha sonra nesne tanıma, kantitatif karşılaştırma, üç dimen oluşturma için kullanılabilir sahnenin sional (3B) modelleri vb. İşleme algoritmaları görüntünün içinde yer alan verileri ve muhtemelen görüntü dosyasında bulunan ve pozlama koşulları gibi ek bilgileri kullanır. Orijinal görüntüye hiçbir şey eklemezler, bunun yerine görüntüde yakalanan mevcut bilgileri daha kolay görülebilir ve ölçülebilir hale getirir.
Bir suç veya kaza mahallinde kaydedilen veya laboratuarda alınan kanıt görüntülerinin kalibre edilmesi gerekir. Kalibrasyon, genellikle piksel aralığı başına uzunluk boyutu olarak yapılır. Örneğin, düz yataklı tarayıcı görüntüleri inç başına 1200 piksel (piksel başına 0.02117 mm) kaydedebilir. Çoğu ışık mikro-kapsamı, sabit büyütmeli görüntüler üreten cam optiklere sahiptir ve bir sahne mikrometresinin görüntülerini ölçerek, aynı lenslerle çekilen diğer görüntüler için kalibrasyon yapılabilir.



Şekil 4. Bir kalibrasyon ölçeği ile ayak izi görselinin ölçümünün yapılması.

3.2 Renk Uzayları

Çoğu durumda, bir görüntüye gerçek renklerin kaydedilmesinin doğruluğu çok az öneme sahiptir. Renklerin varlığı öncelikle mevcut çeşitli nesneleri veya yapıları ayırt etmeye yarar ve eğer yeşillikler biraz fazla mavi veya kırmızı bir ayarda yıkanmışsa, fotoğrafın kullanışlılığını etkilemez. Gerçekten de, onu incelerken bile çoğu zaman fark edilmez. Gerçek renklerin önemli olduğu ve kalibrasyonun gerekli olduğu başka durumlar da vardır. Görüntüdeki renkleri düzeltmek, renkleri doğru bir kayıt olarak kullanmak, gerçek görünümü belgelemek ve renklerin anlamı ve yorumlanması hakkında tanıklık sağlamak için gereklidir.

Renk düzeltmeyi anlamak için, önce renk uzaylarını dikkate almak yararlı olacaktır. Görsel renkleri tanımlamanın ve çizmenin, hepsi üç boyut gerektiren birden fazla olası yolu vardır. Bu gereklilik, insan vizyonunun üç çeşit renk reseptör konisine bağlı olmasıdır . Bazı hayvanlar, özellikle bazı kuşlar, üçten fazla türe sahiptir ve sonuç olarak daha fazla renk ayrımcılığına ve ayrıca insan görüşünün ötesinde hassasiyete sahiptir. Bir güvercin için tasarlanmış bir bilgisayar monitörü beş çeşit renk filtresi veya fosfor gerektirebilir ve sütun veya boşluk gösterimi beş boyutlu (ve grafik olarak gösterilmesi daha zor) olabilir.

3.3 Görüntü Düzenleme

Olay yeri ve kanıt fotoğraflarının kaydedilmesi için en iyi uygulam , öznenin yüzeye dik olarak izlenmesini belirtir. Bu, boyutların herhangi bir yönde ölçülebildiği ve mesafelerde veya şekillerde bozulma olmayan görüntüler üretir. Bununla birlikte, özellikle fotoğraflar eğitimli teknisyenler tarafından çekilmediğinde veya diğer gözlemcilerden toplandığında veya bir gözetim kamerasının sabit konumundan geldiğinde prosedür her zaman izlenmez. Ayrıca, fotoğraflanan yüzey düz olmayabilir. Bu tür görüntüler potansiyel olarak önemli ayrıntıların tek kaydı olabilir, ancak doğrudan ölçümler için uygun değildir.

Kameranın yeri (örneğin, monte edilmiş bir gözetim kamerası) belirlenebilirse, bu, boyutları belirlemek için kullanılabilir . İşaretlenmiş herhangi bir mesafe , trigonometri kullanılarak veya grafik olarak kamera konumundan belirlenebilir. Fotoğraf makinesi hareket ettirilmemişse, ters projeksiyon kullanılabilir. Ancak ölçümün elde edilmesi görüntüyü düzeltmez.



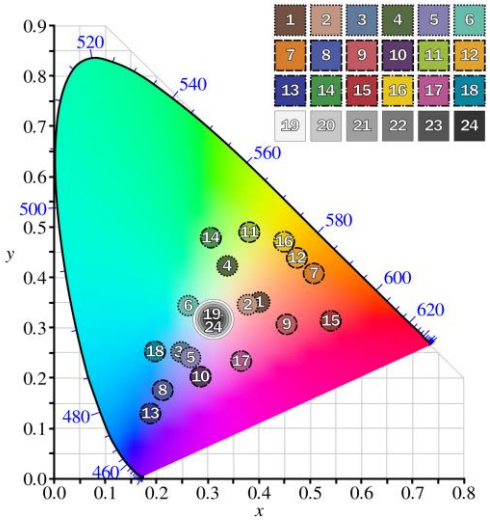
Şekil 5. Bir binanın ön yüz görünümünün düzeltilmesi. Diğer nesnelerde az da olsa açı ve şekil bozulması gözlemlenebilir.

3.4 Renk Düzenlemesi

Görüntüdeki renklerin orijinal sahneyle eşleşmesi için genellikle görüntüye sokulan veya aynı aydınlatma koşulları kullanılarak fotoğraflanan bir standart gerekir. Bu yapılmazsa, bazı bilgi veya varsayımlara dayalı düzeltmeler yapmak gerekebilmektedir.

ColorChecker orijinal olarak modellerin, giysilerin ve benzerlerinin stüdyo fotoğraflarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır (McCamy, 1976). Halen iki boyutta üretilmektedir, bunlardan biri cep boyutundadır ve küçük öğelerin yakın görüntüleri için uygun olarak kullanılır ve diğeri (büyük boy) genellikle stüdyo fotoğrafçılığında kullanılır. Orijinal kullanım yönteminin amacı, grafiğin (film üzerinde) fotoğrafını kullanılacak aydınlatma düzeneği ile kaydetmektir. Bu, aynı aydınlatma ile çekilen sonraki fotoğraf serilerinin düzeltilmesini sağlamaktır, böylece basılı katalogların vb. Renkleri orijinal nesnelerle renk eşleşebilmektedir.

Dijital görüntülerle birlikte kullanıldığında, saklanan renk değerleri görüntüleme veya yazdırma için renklerin görsel olarak eşleşeceği şekilde ayarlanabilir. ColorChecker grafiğindeki renkler, çoğu yazıcı ve bilgisayar ekranının üretebileceği kısmı CIE renk grafiğinin kapsamını kapsayacak şekilde seçilmiştir. Eşleştirme, her çıktı aygıtı için Uluslararası Renk Konsorsiyumu (ICC) ön dosya eğrileriyle yapılır; bu eğriler, ColorChecker ile birlikte verilen yazılım tarafından üretilir. Prosedür, kullanılacak renkli fotoğraf makinesinin fotoğraf makinesiyle veya tarayıcıyla kaydedilmesini gerektirir. Görüntülenen veya basılan görüntüdeki karşılık gelen renkleri ölçmek için bir spektrofotometre kullanılır. Standarttaki her bir yama için gerçek renk değerleri bilindiğinden, çıktıları eşleşecek şekilde ayarlayan profiller hesaplanabilir. Farklı aydınlatma veya kameralar kullanıldığında prosedürün tekrarlanması gerekir, ancak yazılım otomatik olarak çalışır.



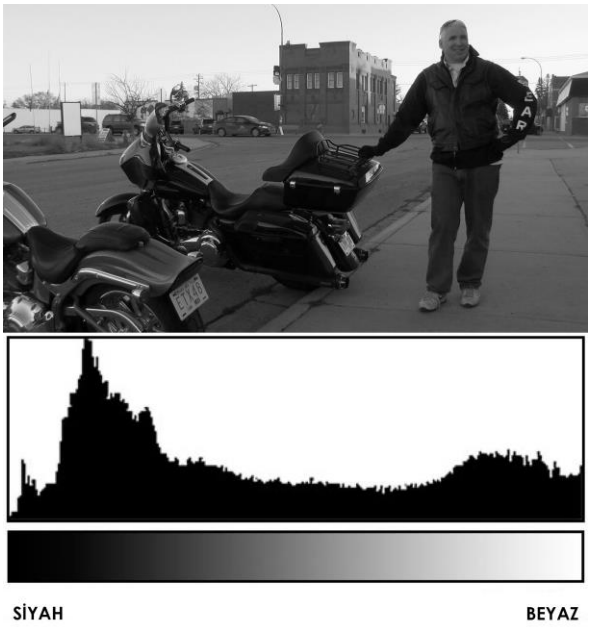
Şekil 6. CIE renklilik diyagramında çizilen ColorChecker grafik renkleri

3.5 Kontrast ve Parlaklığı Ayarlama

Üst düzey profesyonel modeller, cep kompaktları veya cep telefonu sürümleri olsun, çoğu kamera, basit gündüz, dış mekan sahneleri için otomatik kontrast ve parlaklık ayarında oldukça iyi bir iş çıkarır. Amaç, sayısallaştırıcı aralığını aşan kırpma değerleri olmaksızın, rajın siyahtan beyaza yayılan piksel değerlerini kaydetmektir. Histogram, olası her parlaklık değerine sahip piksel sayısını (veya görüntü alanının fraksiyonunu) çizen görüntüleri incelemek ve işlemek için çok önemli bir araçtır.
Birçok kamera için bu, basit sahneler için yeterli olan ve aynı zamanda modern bilgisayar mimarilerine de iyi uyan 8 bitlik bir aralıktır (0-255). İnsan görüşü 256 değerin tümünü ayırt edemediğinden (ve mürekkep püskürtmeli ve lazer yazıcılar da bunları kaydedemez), bu yeterli gibi görünmektedir. Ancak, durum genellikle böyle değildir.

Sahne çok çeşitli parlaklık içeriyorsa sorunlar ortaya çıkar. Parlak ışıklara ve derin gölgelere sahip gece sahneleri genellikle sorun yaratır ve güneşli bir alanın yanında derin gölgeli açık sahneler veya plajda veya kayak pistlerinde bir gün, 8 bit görüntü sayısallaştırıcısının pratik aralığını aşabilir.

Düşük kontrastla kayıt yaparak kırpma önlenirse, görüntü kontrastında sonradan ayarlama yapmak uygun olabilir. Histogramın gerilmesi ve bununla birlikte görüntü kontrastının artırılması, en parlak pikselleri beyaza, en koyu pikselleri siyaha kadar çeker ve ara değerleri bu sınırlar arasında doğrusal olarak yayar. Bu, ekran donanımında, depolanan piksel değerlerini değiştirmeden veya bellekteki değerleri yeniden yazarak yapılabilir. Artan kontrast, önceden kolayca göremediğimiz ayrıntıları daha iyi gösterebilir.



Şekil 7. Bir dış mekan görüntüsü ve histogramı.

3.6 Yüksek Bit Derinlikli Görüntüler

Histogramdaki gerdirme, gama, vb. Ayarlama sırasında ortaya çıkan boşluklar , sınırlı dinamik aralık ve orijinal görüntüde bulunan az sayıda ayrık parlaklık değeri nedeniyle ortaya çıkar . 256 parlaklık değerine sahip sekiz bitlik görüntüler, büyük ayarlamalar yapılmasına izin vermek için yeterli değildir ve orijinal görüntü tam aralığı tam olarak dolduran bir pozlama ile kırmızı alınmadıkça , elde edilen ayarlanmış görüntü daha az ayrı piksel değerine sahip olacaktır.

Bilgisayar belleğinin organizasyonu nedeniyle, kanal başına piksel başına 8 bitten fazla veriye sahip görüntüler genellikle bilgilerini 8 bitlik iki kelimede saklar ve 16 bit görüntüler olarak adlandırılır. Yüzey tarama cihazları gibi bazı toplama cihazları 16 bitlik aralığı aşar ve daha yüksek bit derinlikleri kullanır, verileri çift hassasiyetli kayan noktalı sayı dizisi olarak saklar. Genellikle, yüksek

dinamik aralıklı bir görüntü alındığında gürültü seviyesi yaklaşık olarak aynı kalır, böylece sinyalin gürültüye oranı artar.

4. SONUÇ

Dijital görüntülere, değiştirilme veya manipüle edilme kolaylığı nedeniyle adli amaçlardaki kullanımda hep şüphe ile yaklaşılmıştır. Ancak aynı olasılıklar (belki de daha büyük zorluklarla veya daha fazla beceri gerektiren) film fotoğrafları ve diğer belgeler için de mevcuttur. Sayısal görüntülerin mahkeme işlemlerinde kabul edilebilirliği ve bunların hem laboratuvarda hem de sahada kanıt analizinde kullanılması artık genel olarak güvence altına alınmıştır. Bu, elbette, görüntülerden elde edilen bilgilerin ve bunun gerçekleştirilme yöntemlerinin sorgulanamayacağı anlamına gelmez.

Bir görüntüyü kanıt olarak kabul etme şartı temel olarak görüntünün tanıklığa dayalı olarak belirlendiği gibi konunun adil ve doğru bir şekilde temsil edilip edilmediği kadar iyi işlenip işlenmediği ile de alakalıdır. Tabi bu da görüntü işleme yöntemlerini hem teorik hem de teknik olarak iyi bilmeye ve uygulama dayanmaktadır. Çalışmada da görüldüğü üzere bahsi geçen görüntü işleme yöntemleri manipüle edilmeden düzgün bir şekilde uygulanır ise fotoğraflar, videolar, ve mikroskobik imgeler gibi birçok çeşitteki görüntüler işlevselliğini korur ve mahkemelerde kanıt olarak kullanılabilir.

5. KAYNAKÇA

BARSLEY, R. (1990). *Forensic photography: Ultraviolet imaging of wounds on skin.* American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 108-110.

BRAMBLE. (1993). *Ultraviolet luminescence from latent fingerprints.* Forensic Science International, 213-217.

GRIEVE, M. (2005). *The individuality of fibres used to provide forensic evidence—not all blue polyesters.* Science and Justice, 86-92.

HOUCK, M. (2003). Inter-comparison of unrelated fiber evidence. *Forensic Science International*, 146-149.

LIN, A. (2007). *Forensic applications of infrared imaging for the detection and recording of latent evidence.* Journal of Forensic Sciences, 293-297.

McCAMY, C. (1976). A color-rendition chart. *Journal of Applied Photographic Engineering*, 95-99.

RUSS, J. (1990). *Computer Assisted Microscopy.* New York: Plenum Press, 66-68.

TUNGOL, M. (1993). *Forensic analysis of acrylic copolymer fibers by infrared microscopy.* Applied Spectroscopy, 187-193.

ADLİ BİLİŞİM DELİL İNCELEMELERİNDE İŞLENEN GÖRÜNTÜLERİN KARŞILAŞTIRILMASI VE ÖLÇÜMLERİNİN YAPILMASI

Hasan Ali AKYÜREK
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Adli Bilişim Mühendisliği Bölümü, hakyurek@erbakan.edu.tr

Volkan KÜÇÜKÖNER
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, volkan.kner@gmail.com

Özet
Görüntü işlemenin ve görüntülemenin en yaygın adli kullanımlarından biri, bir nesneyi veya yapıyı diğeriyle karşılaştırmaktır. İki merminin, iki lifin, iki parmak izinin ve hatta iki yüzün yan yana görüntüleri genellikle benzerlikleri göstermek ve izleyiciyi aynı kişinin veya şeyin veya aynı türden resimlerin olduğu sonucuna varmaya yönlendirir. Görüntüler arasındaki potansiyel olarak kafa karıştırıcı alakasız farklılıkları gidermek için, en iyi aynı aydınlatma ve renkler, aynı yönelim vb. mermi kovanlarındaki ateşleme pimi ve ejektör işaretleri dahil olmak üzere takım işaretlerinin eşleştirilmesi gibi birtakım işlemlerin, delillerin hukuki amaçla kullanılabilmesi için karşılaştırılmaya ve ölçümlendirilmeye tabi tutulması gerekmektedir. Bu çalışmanın odak noktası da yapılan bu tür karşılaştırma ve ölçeklendirme işlemlerinin neler olduğunu, literatür taraması vesilesi ile özet bilgi niteliğinde açıklığa kavuşturmaktır.

Anahtar Sözcükler: Adli Bilişim, Delil İnceleme, Görüntü İşleme, Karşılaştırma, Ölçümleme.

COMPARING AND MEASURING THE IMAGES PROCESSED IN FORENSIC INFORMATION EVIDENCE INVESTIGATIONS

Abstract
One of the most common forensic uses of image processing and display is to compare one object or structure with another. Side-by-side images of two bullets, two fibers, two fingerprints, and even two faces often invite the viewer to conclude that the same person or thing or pictures of the same type are present. To eliminate potentially confusing irrelevant differences between images, the best is the same lighting and colors, the same orientation, etc. A number of operations, such as the matching of team marks, including the firing pin and ejector marks on the bullet casings, must be compared and measured so that the evidence can be used for legal purposes. The focus of this article is to clarify what kind of comparison and scaling processes are done, as a summary information on the basis of the literature review.

Keywords: Forensic Information, Evidence Analysis, Image Processing, Comparising, Measuring.

1. GİRİŞ

Ateşli silah tanımlamasında görüntülemenin bilinen en eski kullanımı, 1835'te Londra'da bir cinayette kullanılan ateşli bir top üzerinde bir kalıp işaretinin algılanmasıydı. Yapılan incelemeye göre, 1863'te General Stonewall Jackson'ı yanlışlıkla öldüren merminin benzer bir örneği, bunun sadece kendi adamlarından birinden gelebilecek olan mermilere ait kalibre ve şekle sahipti.

Mermi üzerinde namludaki tüfekle bırakılan işaretlerin ölçümü ilk olarak Hall (1900) tarafından tanımlanmıştır. Tabii ki, bu o zamandan beri tanımlama için standart bir teknik haline getirildi. Bilimsel Çalışma Gruplarından biri - SWGGUN (http://www.swggun.org) - yöntemlerin incelenmesi ve belgelenmesi için kılavuzlar sağlamak üzere kurulmuştur. Mermi ve mermi kovanlarındaki işaretler, ortaya çıkan yüzey işaretlemelerinin tek karşılaştırması değildir (Gerules vd., 2013). Tüm araçlar, eşleştirme ve tanımlama için yararlı olabilecek kişiselleştirilmiş izler bırakır ve niceliksel karşılaştırmalar, mermi çizgileri için olduğu gibi yapılabilir. Görüldüğü üzere bir olay mahalindeki

delillerin arkasında yatan gerçekleri çözebilmenin en etkili ve yaygın yolları arasında bu çalışmanın da konusu olan "karşılaştırma ve ölçümleme" yer almaktadır.

2. İşlenen Görüntülerin Karşılaştırılması ve Ölçümlerinin Yapılması

2.1 Eşleşen Özellikler veya Boyutlar

Ghani ve diğ. (2010), ateşleme pimi gösterimlerinin tanımlanması için şekil tanımlayıcısı olarak geometrik moment ölçümlerini kullanmıştır. Görüntülerin yan yana karşılaştırmasını yaparken amaç ve sınırlamaları anlamak önemlidir. İki görüntü hiçbir zaman tam olarak aynı değildir. Bir eşleşmeyi onaylamak için kaç eşleme özelliği gereklidir? Bu kısmen, eşleşmenin sınıf veya bireysel kanıt göstermeye yönelik olup olmadığına bağlıdır. Sınıf kanıtları, örneğin, bir elyafın pamuk veya sentetik yerine yün olduğunu doğrulayabilirken, bireysel kanıtlar (kanıtlanması çok daha zor), elyafın muhtemelen alışılmadık bir boya renkleri desenine dayanan belirli bir giysiden geldiğini gösterecektir. Böyle bir eşleşmenin istatistiksel kesinliğini belirlemek zordur, çünkü böyle bir paternin küresel frekansı bilinmemektedir (Houck, 2003). Saç gibi olay yeri kanıtlarının incelenmesi sıklıkla yapılır, ancak saç folikülünden bağlı hücreler DNA eşleşmesi için kullanılamadığı sürece genellikle bireysel eşleştirme üretemez. Mikroskobik saç analizinin temel zorluğu, tek bir bireyin saçlarında bulunan mikroskopik özelliklerin biyolojik varyasyonudur. Bu, tek bir saçın şaftı boyunca bile varyasyonun mevcut olması gerçeğiyle daha da karmaşıklaşır (Gaudette, 1999). Genel olarak adli bilim camiasında kılların olumlu bir tanımlama aracı olmadığı kabul edilir, ancak bireyler arasındaki saçtaki farklılıklar nedeniyle araştırmalarda önemli bilgiler sağlayabilirler. Ayrıca, sorgulanan bir saç ve bilinen bir numune önemli ölçüde farklıysa, ortak bir kaynaktan (ırksal özdeşleşmedeki farklılıklar gibi) gelmiş gibi pozitif olarak dışlanabilirler.

Sorgulanan bir saç, bilinen bir numune ile ilişkilendirildiğinde, bilinen iki numune arasında benzer olması gereken kabul edilmiş sayıda karakteristik özellik yoktur. Daha ziyade, birleşme sonucunu desteklemek için delil kılının sergilediği tüm özelliklerin bilinen saç örneğindeki kıllarla temsil edilmesi gerektiği genel olarak kabul edilir. Bu metodoloji insan saçı ile sınırlı değildir. Robson (1997), saç incelemesine göre hayvan türlerinin eşleştiğini veya tanımlandığını bildirmektedir.



Şekil 1. İki farklı mermi arasında karşılaştırma yaparak benzerlik ve farklılıkların ortaya konması.

2.2 Yüz tanıma

Yüz tanıma, poz varyasyonu, ifadeler ve aydınlatma nedeniyle saç, makyaj, gözlük vb. değişikliklerden bahsetmemek için çok zor bir sorundur (Torres 1999; Zhao 2003;). Yüz tanıma (ve diğer biyometrik belirteçlerin kullanımı) iki temel uygulamaya ayrılabilir: doğrulama ve tanımlama. Doğrulama kimlik tespiti yapmayı gerektirir; Bu kişi olduğunu iddia ettiği kişi mi? Güvenli tesislere ve hatta parmak izi sensörleri şeklinde bir iPhone'a erişimi kontrol etmek için kullanılır. Tanımlama ise; N eşleştirme sorunudur; burada N, potansiyel bir eşleşme için aranacak veritabanının boyutudur. Bu, birçok nedenden dolayı çok daha zor bir sorundur, bunlardan biri, ele alınan görüntülerin

genellikle aydınlatma ve poz açısından doğrulama için olanlardan daha az kontrol edilmesidir. N'nin boyutu biraz kısıtlandığında, bu, bir kontrol noktasından geçen herkesin (örneğin bir havaalanı tarama tesisinde veya pasaport kontrol noktasında) görüntüsünü bilinen birkaç kişiye karşı test eden bir "izleme listesi" uygulaması olarak tanımlanabilir.

Eşleşme ve tanımlama vakaları arasındaki bir fark, saklanan görüntünün yüksek kalitesi ve doğrulama işlemi için test görüntüsüdür, çünkü her ikisi de konunun işbirliği ile elde edilir, çünkü genellikle tanımlama durumunda görüntüler. Diğer bir fark ise, kabul edilen yanlış pozitif ve negatif sonuç oranlarıdır. Eşleşme kriterleri çok sıkı olabilir ve bir eşleşme sağlanamaması genellikle süreci yeni bir girdi ile tekrarlamak için başka bir fırsat sunar. Tanımlama durumunda, neredeyse evrensel yaklaşım potansiyel eşleşmeleri sıralamak, birçok yanlış olası eşleşmenin olasılığını kabul etmek ve görsel karşılaştırma için bir insana en yüksek olasılıkla (tipik olarak 10 veya daha fazla) az sayıda insan sunmak ve yargıya varmaktır.



Şekil 2. Aynı kişiye ait olduğu düşünülen iki farklı görselin, bazı karakteristik cizgiler göz önünde bulundurularak karşılaştırılması.

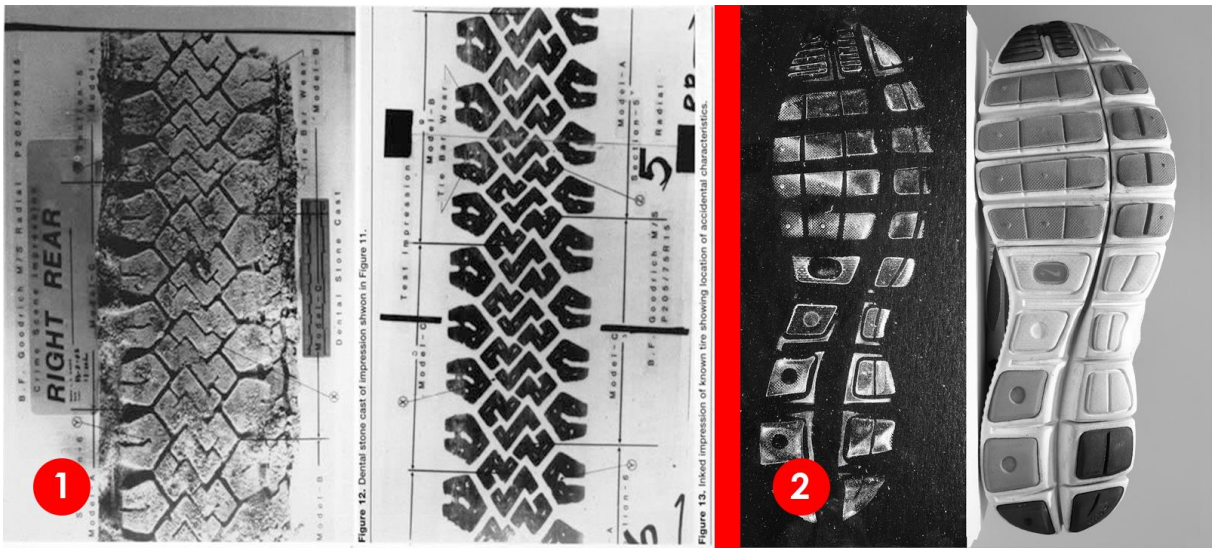
2.3 Biyometrik Ölçümler

Bertillon'un biyometrik belirteçlere orijinal yaklaşımı (1890), suçlunun kafalarının şekli ile ilgili ölçümler toplamak, tanımlama ve suçluların kafalarının şeklinin suçlu olmayanlardan farklı olacağı teorisini desteklemekti. Sonuçlar kesin değildi ve veriler, ölçümleri yapan kişiye bağlı olarak çok değişkendir. İnsanların tanınması için kaşlar en önemli özelliklerden biridir ve insanların düşük çözünürlüklü görüntülere bile aşina oldukları yüzleri tanıyabileceklerini göstermektedir (Sinha, 2006). Burton (1999), gözetim videosundan görüntüler kullanan insanların insan olarak tanınmasının çok başarılı olmadığını ve insan gözetimindeki yorgunluk faktörü nedeniyle bilgisayar eşleştirmesinin çok önemli olduğunu ve bu da performansın çok kısa bir süre içinde dramatik bir şekilde düşmesine neden olduğunu belirtmektedir (onlarca dakika). Kupa çekimlerini insan gözlemcileri tarafından gözetleme görüntüleri ile eşleştirmek tipik olarak birkaç benzer işarete (kulaklar, dövmeler) ve küçük yön farklılıklarını telafi etmeye çalışan boyutların oranlarına dayanan bilgisayar ölçümüne dayanır.

2.4 Ayak ve Lastik İzleri

Çok az ölçüm içeren ve öncelikle görsel ve karşılaştırmalı olan oldukça yaygın bir adli görüntüleme uygulaması, belirli bir ayakkabıyı ayakkabı baskısıyla eşleştirme girişimidir. Nadiren kritik baskılar ayakkabının mükemmel kopyalarıdır. Bunun yerine, eksik, yumuşak ve sert yüzeylerde farklı, substrat dokusu ile karıştırılırlar, yabancı maddeler içerirler ve genellikle zayıf veya yetersiz aydınlatma ile fotoğraflanırlar. Bu eksikliklerle bile, Alexandre (1996) İsviçre'de marka ve modele göre bir ayakkabı baskısı veritabanının parmak izlerinin dört katı kadar hırsız tespit ettiğini bildirmiştir. Spor ayakkabılarda kullanılan kalıplı ayakkabı tabanlarının tasarımları çok çeşitlidir ve tasarımların sayısı çok fazladır. Tang (2012), 5000'den fazla tasarımın sekiz kategoride gruplanmasıyla sonuçlanan geometrik şekilleri tespit ederek tanımlama sürecini basitleştirmeye çalışmıştır. Daha sonra her

kategori içinde, benzerlik ölçütleri baskıyı desene uygun hale getirmek için gereken çarpıklıklar ile tanımlanır. Eşleştirme örüntülerine başka yaklaşımlar da rapor edilir, ancak genellikle daha küçük veri kümeleriyle birlikte rapor edilir. Bununla birlikte, markanın ve modelin bir veritabanından tanımlanması (Ashley, 1996) belirli bir ayakkabıyı eşleştirmekten çok farklı bir görevdir. Ayakkabının bir fotoğrafı çekildiğinde, ayakkabı baskısı ile tam olarak aynı ölçekte değildir, bu nedenle görüntü boyutunu buna göre ayarlamak gerekir. Bu, her görüntüye bir ölçek eklemenin kritik önem taşıdığı anlamına gelir. Bu yapıldıktan sonra, ayakkabının alt kısmının görüntüsü baş aşağı çevrilmeli, baskı resminin üzerine yerleştirilmeli ve hizalanmalıdır. Karşılaştırma, üst katmanın saydamlığını ayarlayarak veya görüntülere bir türev operatör uygulayarak veya iki resmi farklı renk kanallarına yerleştirerek kolaylaştırılabilir. Bununla birlikte, yürüyüş sırasında ayakkabının esnemesi, fotoğraflandıkça düz ayakkabının mükemmel bir kopyası olmayan bir izlenim yaratır.



Şekil 3. 1. Görselde olay mahalinde çekilmiş bir tekerlek izi görseli ile veritabanında var olan bir tekerlek tipi karşılaştırmasının yapılması. 2. Görselde ise elde edilen bir ayakkabı izi ile, ayakkabı modeli karşılaştırılarak eşlenmenin sağlanmaya çalışılması.

2.5 Fotogrametri

Fotogrametri ve özellikle hava veya uydu fotogrametrisinin aksine kısa menzilli fotogrametri, adli uygulamalarda, kaza rekonstrüksiyonunda ve benzer uygulamalarda sıklıkla uygulanmaktadır. Sahneler hakkında 3D geometrik bilgi elde etmek için bir veya daha fazla 2D görüntü üzerinde ölçümler kullanılmalıdır. Birçok durumda, orijinal sahnenin bir modelini yeniden yapılandırmak ve belki de bu modeli zaman içinde canlandırmak için mevcut tüm mekansal ilişkiler hakkında bilgi edinmek istenir. Bazen, yalnızca tek bir bakış açısı mevcuttur ve mevcut tek araç kamera optiği hakkında bilgi sahibi olabilir. Diğer durumlarda, birden fazla bakış açısı, ölçümler için geometrik ve trigonometrik olarak kullanılabilen çok daha zengin bilgi kaynakları sağlar. Hesaplama ve model oluşturma süreci ile ilgilenen birtakım metinler vardır. Ancak hepsi 2B görüntülerdeki ölçümlerle başlar. İlgilenilen noktaları, köşeleri ve kenarları tanımlamak ve bulmak ve bu noktaları işaretlemek için gereken insan muhakemesini ve çabasını en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için görüntü işlemenin doğru kullanımı sıklıkla gereklidir. 3D model oluşturmanın tek yolu ise bu değildir. Yapısal ışık (saçak çıkıntısı), mesafelerin haritalarının oluşturulması ve modellerin oluşturulması için kullanılabilir. Klasik ölçüm veya tarama interferometreleri de kullanılabilir ve görüntülere güvenmez.

2.6 Nesne Ölçümleri

Bir insanın fare kullanarak noktaları seçtiği ve bilgisayarın mesafeleri bildirdiği görüntülerdeki manuel ölçümler dışında, görüntü ölçümlerinin çoğu eşik veya bölümlemeden sonra ilgili nesneleri, yapıları veya diğer ilgili özellikleri tanımlamak için yapılır. Boya pigment partiküllerinin SEM görüntüsü, karanlık bir arka plan üzerinde iyi dağılmış parlak nesneleri gösterir. Her bir parçacığın izole edilmesi, boyut ve şeklin ölçülmesini sağlar. Birkaç yüz parçacığın ölçümü, parçacıkları karakterize etmek ve genellikle kaynağı tanımlamak için kullanılabilecek veriler üretir.

Ayakkabılardan alınan toprak parçacıklarının boyut dağılımı ve mineralojisi bazen bir suç mahalline uyarlanabilir. Toprak rengi de önemli bir göstergedir (Sugita ve Marumo, 1996). Ne yazık ki, renk nem içeriğinden ve kullanılan aydınlatmadan etkilenir. Görüntü renklerini düzeltmek için standart grafiklerin kullanılması esastır. Locard değişim prensibine göre mineralleri tanımlamak ve boyut dağılımlarını ölçmek için toprak parçacıklarının görüntülerinin her iki yönde de kullanılması gerekir. Ayakkabılardan veya lastiklerden elde edilen malzeme, failin daha önce nerede bulunduğunu gösteren bir olay mahallinde bırakılabilir ve toprak parçacıklarına ek olarak kıllar, tohumlar, polen, lifler, vb. içerebilir (Bull, 2006). Toprak parçacıklarının incelenmesi, büyük ölçüde 1975 Murray ve Tedrow kitabından gelen ve aynı zamanda kimya gibi diğer birçok imgeleme tekniğini içeren adli jeobilimin sadece bir yönüdür (Murray, 2012). Toprak karmaşık bir matristir ve her zaman belirli bir uzamsal heterojenite vardır, böylece aynı eşleşmeler beklenmez. Birçok durumda, toprakların incelenmesi sadece zayıf kanıtlar sağlayabilir.

2.7 Eşik

Çok sayıda nesnenin manuel ölçümü sıkıcıdır ve ayrıca tekrar üretilemezlik ve beklentinin veya arzunun olası etkisi nedeniyle genellikle şüphelenilir. Aynı nedenden dolayı, manuel eşik, sıklıkla kullanılsa da, tercih edilen bir yaklaşım değildir. Eşikleme, ilgilenilen özelliklere ait olarak bazı tanımlayıcı özelliklere dayanarak pikselleri seçer. Tüm eşikleme türlerinin en basiti görüntünün parlaklık histogramına dayanır. Histogramdaki bir tepe noktası, birçok pikselin benzer parlaklığa sahip olduğunu gösterir, bu da aynı tür yapıyı temsil ettiklerini gösterebilir. Tepe noktaları arasında eşikler yerleştirmek mevcut ilginin özelliklerini ayırt edebilir. Her olası eşik ayarının üstündeki ve altındaki piksellerin değerlerini karşılaştırır ve iki grubun en farklı ve ayırt edilebilir olduğunu belirten pikseli seçmek gerekir (Otsu, 1979). Bununla birlikte, temeldeki istatistiksel test (Student'in t-testi), iki popülasyonun Gauss dağılımlarına sahip olduğunu zımni varsaymaktadır ki bu nadiren durumdur. Entropi, değerlerin bulanık ağırlığını ve diğer araçları kullanan ve histograma dayalı olarak biraz farklı eşik ayarları üreten çeşitli diğer istatistiksel testler vardır.

2.8 Eşiklenen Görüntüleri İşleme

Her görüntünün eşleştirilmesi veya bölümlenmesi sonucu genellikle ikili gösterim olarak adlandırılır, çünkü her piksel ölçülecek bir nesnenin veya yapının bir parçası veya arka planın bir parçasıdır ve 0 veya 1 olarak temsil edilebilir. Bu görüntüler, eşiklemeden kaynaklanan yanlışlıkları düzeltmek için genellikle daha fazla işlem gerektirir. Örneğin, orijinal gri tonlamalı veya renkli görüntüdeki parazit piksel değerlerinde farklılıklar oluşturur ve eşikleme, bazı piksellerin yanlışlıkla nesnelere veya arka plana atanmasına neden olabilir. Morfolojik bir açıklığın uygulanması başıboş pikselleri kaldırabilir. Erozyon ve dilatasyon işlemleri (ve açılış ve kapanış olarak kombinasyonları) gri tonlamalı ve renkli görüntülerle kullanılanlara benzer, ancak pikselleri değere göre sıralamak yerine genellikle daha basittir, sadece gereklidir her bir pikselin etrafındaki değere sahip komşuların sayısını saymak veya belirli bir paternle eşleşmesi gerekir (Haralick, 1987). Çoğu gerçek durumda, doğru prosedürü seçmek için konu veya görüntüleme süreci hakkında yeterli bilgi vardır. Morfolojik bir boşluk, başıboş pikselleri kaldırır, ön plan bölgeleri arasındaki boşlukları açar ve daha yumuşak bir sınır oluşturur. Benzer şekilde, morfolojik bir kapanma küçük delikleri doldurur, nesnelerdeki kopmaları birleştirir ve daha pürüzsüz bir sınır oluşturur.

2.9 Konumu ve Rengi Ölçme

Eşikleme veya bölümleme yoluyla görüntülerde tanımlanan nesneler üzerindeki ölçümler genellikle raporlama boyutu, rengi, konumu veya şekli olarak sınıflandırılabilir. Bunların, çoğu durumda gerçek dünya sahnesindeki bir 3D nesnenin yönüne dayanan 2D ölçümler olduğu her zaman anlaşılmalıdır. Görüntünün özelliklerine bağlı olarak, durum her zaman böyle olmayabilir. Örneğin, kan sıçraması modelleri genellikle en azından yerel olarak da düz olan yüzeylerde düz işaretlerdir. Birçok mikroskop görüntüsü veya tarayıcı görüntüsü de 2D'dir. Bazı 3B sahneler 2B yakalanan görüntüye göre etkili bir şekilde analiz edilebilir. Örneğin, gece bir gözetim kamerası tarafından yakalanan farlardan gelen ışık patlaması modeli, otomobil markası ve modelini doğrudan karşılaştırma ile tanımlamak için kullanılmıştır (Grant Fredericks, kişisel iletişim, Forensic Video Solutions, 2015). Enine kesitte görülen boya katmanlarının renkleri, düzenleri ve kalınlıkları ve olağandışı durumlarda Fourier dönüşümü kızılötesi (FTIR) veya SEM X-ışını analizi ile ortaya konulan kimyasal bileşimi bazen boya

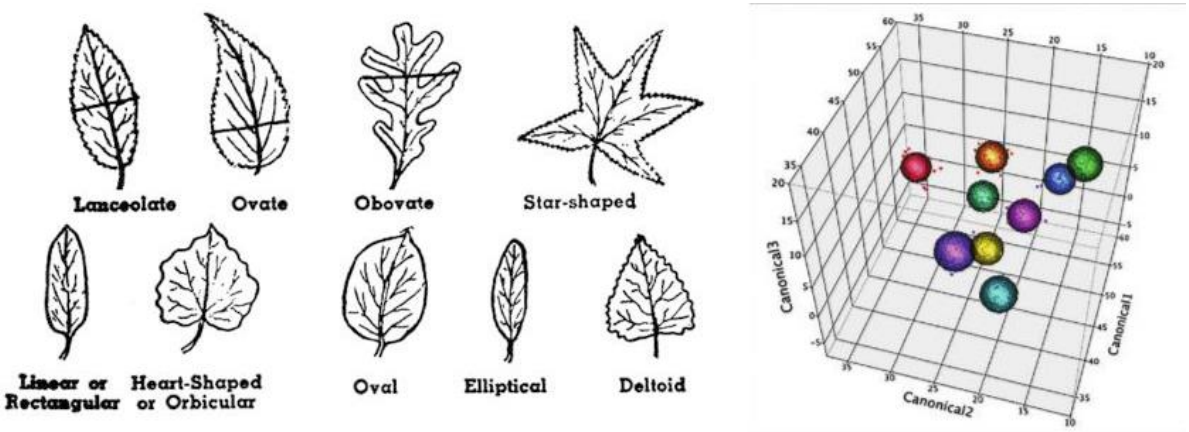
çiplerinin eşleşmesi için kesin kanıtlardır. Kırmızı, yeşil ve mavi yoğunluk profilleri, katmanları ve kalınlıklarını renk, doygunluk ve yoğunluktan karakterize etmek için çok daha az faydalıdır. DNA analizlerini görüntülemek için kullanılan düz yataklı bir tarayıcı, her şeridin genişliği boyunca ortalama yoğunluk değerlerinin çeşitli profilleri gösterdiği yüksek kaliteli görüntüler üretebilir. Bununla birlikte, bu tür taramaların hassasiyeti nadiren kullanımdadır, sadece karşılaştırma için çeşitli bantların varlığı ve konumu kullanılır.

2.10 Boyut ve Şekil Ölçme

Boyut ölçümleri genellikle pigment veya toprak parçacıkları gibi nesne koleksiyonlarını karşılaştırmak için kullanılır. Boyut (ve şekil) değişiklikleri diğer faktörlerle de ilişkilendirilebilir. Nesneler hakkında biraz farklı bilgiler sağlayan birkaç farklı olası boyut ölçümü vardır. Bunlar, genellikle aynı alana sahip bir dairenin çapı olarak bildirilen ve genellikle nesnenin eşik veya bölümlenmiş sınırları içindeki piksel sayısı sayılarak belirlenen alanı içerir. Sınırın uzunluğu çevreyi verir; bu, doğru ölçülmesi daha zor şeylerden biridir, çünkü birçok sınır düzensizdir ve gözlenen çevre kısmen görüntü çözünürlüğünün bir fonksiyonudur. Diğer olası ölçümler arasında uzunluk (maksimum boyut), minimum sınırlayıcı dairenin çapı veya maksimum yazılı dairedir vb. Tüm bunlar için iç boşlukların ve deliklerin dahil edilip edilmeyeceğine karar vermek gerekir. Ölçüm hassasiyeti her zaman piksel boyutuna ve görüntü çözünürlüğüne bağlıdır; yaklaşık 100 pikselden daha azıyla temsil edilen nesneler genellikle daha kötü sonuçlar verir.

2.11 Kimlik Tespiti

İnsanların bir şeyleri görsel olarak ölçmediğini, aksine karşılaştırmalar yaptığını tekrarlamak önemlidir. Yan yana karşılaştırmalar, bellekteki veya farklı koşullar altında görülen şeylere kıyasla daha güvenilirdir. Ancak insanlar, iyi zihinsel etiketlere sahip oldukları şeyleri tanımada oldukça iyidir. Bu etiketler, tanımayı tetiklemek için kullanılan sözdizimsel özelliklerin bir listesini çağırır. Eğer yeterli sayıda kanıt mevcutsa, pozitif (“Evet, budur”) veya negatif (“Hayır, değildir”) bir sonucu tetikleyecektir. Hiçbir tek fetal alkol sözdizimsel yaklaşımı tüm tanı işaretlerini gösteremez, ancak yeterli bireysel kanıt biti durumu gösterir. Ölüm nedeninin belirlenmesi de dahil olmak üzere tıbbi teşhisin çoğu böyle çalışır. Sözdizimsel tanıma bir alan rehberi kadar bir ölçüm süreci değildir. Bu, ölçümlerin ve istatistiklerin kullanımından oldukça farklı çalışır. Belirli bir özelliğin varlığına veya yokluğuna dayanan bir dizi karar bir sonuca yol açar, ancak sonucun doğru olduğuna dair anlamlı bir olasılık sağlamaz. Kimlik tespiti için yapılacak işlemler ve sunumlar sadece yüz tanıma kapsamında değil, birçok alanda da yapılabilmektedir. Olay mahalinde bulunan herhangi bir nesnenin tam olarak ne olduğunun tespitinin yapılabilmesi son derece elzemdir.



Şekil 4. Bazı yaprakların sadece şekillerine bakılmak ve ölçümlemek suretiyle hangi türe ait olduklarının çözümlenmeye çalışılması.

3. SONUÇ

İşlenen görüntülerin anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi ve hukuki anlamda değer kazanabilmelerinin sağlanması için karşılaştırma ve ölçümlendirilmeye tabi tutulmaları gerekmektedir. Bu tür işlemler için bir çok yöntem geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Çalışmada da görüldüğü üzere işlenen bir

görüntünün delil niteliği taşıması için izlenmesi gereken yollardan biri de görsel karşılaştırma ve ölçeklendirme işlemlerinin belirtildiği gibi kurallara uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi ve izleyicilere sunumunun yapılmasıdır. Bu işlemler neticesinde işlenen görüntülerin izleyiciler tarafından anlaşılabilirliği sağlanmakla beraber inandırıcılığı ve delil anlamındaki niteliği de değer kazanmaktadır.

4. KAYNAKÇA

Alexandre, G. (1996). Computerized classification of the shoeprints of burglars' soles. *Forensic Science International*, 59-65.

Bertillon, A. (1890). *La Photographie Judiciaire, Avec un Appendice sur la Classification et l'identification Anthropometriques.*

Bull, P. A. (2006). The forensic analysis of soils and sediment taken from the cast of a footprint. *Forensic Science International*, 6-12.

Burton, A. (1999). Face recognition in poor-quality video: Evidence from security surveillance. *Psychological Science*, 243-248.

Gaudette, B. (1999). Evidential value of hair examination. *In Forensic Examination of Hair*, 243-257.

Gerules, G. (2013). *A survey of image processing techniques and statistics for ballistic specimens in forensic science*. Science and Justice .

Ghani, N. (2010). Analysis of geometric moments as features for firearm identification. *Forensic Science International*, 143-149.

Haralick, R. M. (1987). Image analysis using mathematical morphology. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 532–550.

Houck, M. (2003). Inter-comparison of unrelated fiber evidence. *Forensic Science International*, 146-149.

Murray, R. C. (2012). Forensic examination of soils. In L. Kobilinsky. *Forensic Chemistry Handbook* (s. 109-130). içinde

Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, Forensics and Security*, 406-415.

R. Sugita, Y. M. (1996). Validity of color examination for forensic soil identification. *Forensic Science International*, 201-210.

Robson, D. (1997). Animal fiber analysis using imaging techniques. *Textile Research Journal*, 747-752.

Sinha, P. (2006). Face recognition by humans: Nineteen results all computer vision researchers should know about. *Proceedings of IEEE*, 1948-1962.

Tang, Y. (2012). An efficient clustering-based retrieval framework for real crime scene footwear marks. *International Journal of Granular Computing, Rough Sets and Intelligent Systems*, 327-360.

Torres, L. (1999). The importance of the color information in face recognition. *Proceedings of International Conference on Image Processing*, (s. 627-631).

Zhao, W. (2003). Face recognition: A literature survey. *ACM Computing Surveys*, 399-458.

ADLİ BİLİŞİM DELİL İNCELEMELERİNDE İŞLENEN GÖRÜNTÜLERİN YORUMLANMASI VE SUNULMASI

Hasan Ali AKYÜREK
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Adli Bilişim Mühendisliği Bölümü, hakyurek@erbakan.edu.tr

Volkan KÜÇÜKÖNER
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, volkan.kner@gmail.com

Özet
Bazen suç ve kanıtlar halihazırda, hâkimlerin veya jüri üyelerinin ortak deneyimlerindedir ve dikkatlerini anahtar bilgilere odaklamak veya anlamını açıklamak için çok az çaba sarf etmek gerekir. Ancak birçok kez durum böyle değildir ve belirli kanıtlara dikkat çekmek ve nasıl türetildiğini ve ne anlama geldiğini açıklamak önemli hale gelir. Bu kesinlikle görüntülerde çok sık görülen bir durumdur. İnsanlar onları dünyaları hakkında bilgilendirmek için büyük ölçüde vizyona güvenirler. İşitme, dokunma, tat ve koku çok daha az bilgi sağlar. Bu, duyusal sınırlamalarla nasıl başa çıktığımız konusunda açıktır. Bu çalışmada, adli bilişim delil incelemelerinde elde edilen bulguların, doğru yönlendirme ve anlaşılabilirliği sağlamak amacıyla nasıl yorumlanması ve sunulması gerektiği üzerine yoğunlaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Adli Bilişim, Delil İnceleme, Görüntü İşleme, Yorumlama, Sunum.

INTERPRETATION AND PRESENTATION OF IMAGES PROCESSED IN FORENSIC INFORMATION EVIDENCE ANALYSIS

Abstract
Sometimes crime and evidence are in the joint experience of judges or jury members, and little effort is required to focus their attention on key information or explain its meaning. In many cases, however, this is not the case, and it becomes necessary to draw attention to certain evidence and explain how it is derived and what it means. This is definitely a common occurrence in images. People rely heavily on vision to inform them about their world. Hearing, touch, taste and smell provide much less information. This is clear on how we deal with sensory limitations. In this study, it has been focused on how the findings obtained in forensic information evidence examinations should be interpreted and presented in order to provide correct direction and comprehensibility.

Keywords: Forensic Information, Evidence Analysis, Image Processing, Interpretation, Presentation.

1. GİRİŞ

İnsanlar sahnelerde sadece zihinsel etiketlere sahip olduğumuz şeyleri tanır ve gözlemlerler. Bu, kişisel olarak veya TV'den vb. Tanıdığımız kişileri tanımlamayı ve diğerlerini göz ardı etmeyi içerir. Yorumlama süreci, tanıdık olmayan, tehdit edici görünmeyen, hareket etmeyen ve önemsiz olduğuna karar verilen şeyleri büyük ölçüde dışlar. Etiketler olmadan, tek tek olanlar veya sınıf, bir şeyi tanımlamak zordur. Çoğu sözlü anlatım, sıfatlardan ziyade isimlere dayanır (“Bu bir…” gibidir). Özellikle görüntülerin hatırlanması, basit tanımlayıcı etiketlere sahip olmadığımız şeyleri yok sayar. Tipik bir sahnede insanların dikkatlerini nereye yönlendirdiklerini (göz hareketlerini takip ederek) izlemek, % 90'dan fazlasının tamamen göz ardı edildiğini ve asla herşeyin tamamen göz ardı edilmediğini gösterir. Yine de bu, bazı kritik kanıtların bulunduğu yer olabilir. Bu kanıtları, görünür ve alakalı hale getirmek görüntü işleme işidir. Bu, hem avukatlara hem de uzmanlara gerçeklere tam hakim olma ve bunları bir jüriye açıkça sunma - onlara bir ses verebilme - sorumluluğunu yükler.

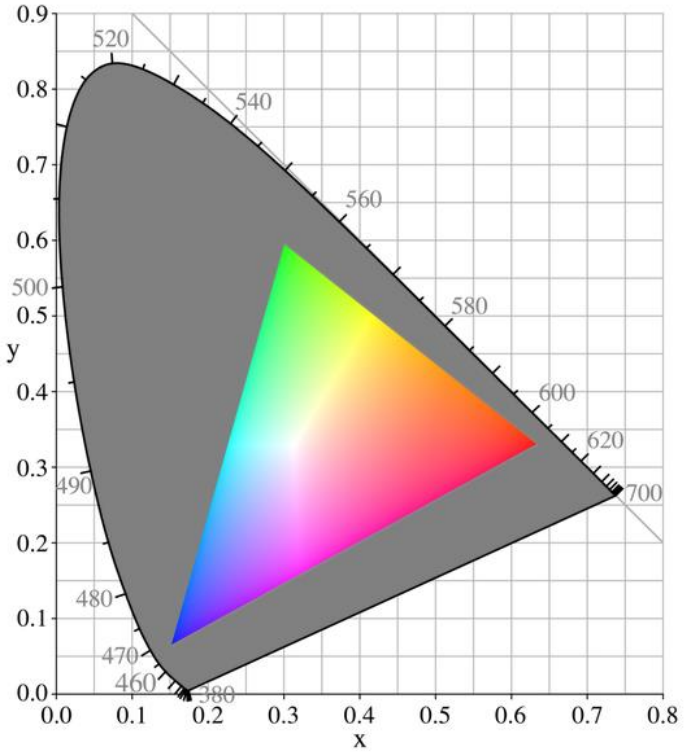
2. İŞLENEN GÖRÜNTÜLERİ YORUMLAMA VE SUNMA

2.1 Görüntülerin İncelendiği Ekranlar

Basılı çıktı, görüntü kanıtı sunmak için iyi bir yöntem değildir. Baskıda, baskının parlak renkli olması, tutarlı bir renk doğruluğuna sahip olması, yüksek uzamsal çözünürlük üretebilen ve geniş bir renk gamını kapsayabilen bir yapıda olması son derece elzemdir fakat bu bile yeterli olmayabilir. Elbette, mahkemede kullanılan tüm fotoğraf baskıları en yüksek kaliteye sahip olmayabilir (Payne-James, 2012). Çoğu bilgisayara bağlı mürekkep püskürtmeli ve lazer yazıcılar tüm bu alanlarda gerçekten acı çekiyor denebilir. Bazı renkli noktaların kağıda yerleştirilmesinin, insanların tanıdık konuların "fotoğrafik hatırlatıcıları" olarak tatmin edici buldukları basılı kopyalar üretmesi oldukça şaşırtıcıdır. Ancak teknolojinin sınırlamaları önemlidir ve anlaşılması, bunlara uyulması gerekir. Birincisi renk gamı. Bu basitçe çoğaltılabilen renk aralığıdır ve bununla birlikte küçük varyasyonlar gösterme yeteneğidir.

Renkli baskı, beyaz kağıda küçük mavi, sarı, macenta ve siyah noktalar bırakır. Siyan, macenta ve sarı sırasıyla kırmızı, yeşil ve mavinin tamamlayıcı renkleridir ve renk alanının çok daha küçük bir kısmını kaplarlar. Bazı daha iyi mürekkep püskürtmeli yazıcılarda ek renkli mürekkeplerle (tipik olarak açık macenta, açık camgöbeği ve gri) bile, renk kapsamı bir bilgisayar monitöründeninkinden daha azdır ve renk tablosunun kenarlarında tamamen doygun renkler. Çeşitli katot ışınlı tüp (CRT) ve sıvı kristal ekran (LCD) ekranlarının detayları biraz farklıdır, ancak en azından yaklaşık olarak şekilde gösterilen üçgene karşılık gelir. Lazer yazıcıların durumu genellikle daha kötüdür.

Diyagram açık ve koyu renkler (grafiğin sayfaya dikey olarak üçüncü ekseni) için ek sorunları göstermez. Açık renkler kağıdı açık bırakarak üretilir. Kağıt tam olarak beyaz değilse, renk tonu getirir ve birkaç renkli nokta varsa, üretilen renklerin doygunluğu çok düşüktür. Benzer şekilde, koyu renkler, beyaz kağıdı kaplayan ancak aynı zamanda yansıtma oranını azaltan ve renk doygunluğunu sınırlayan yüksek oranda siyah mürekkep noktalarının eklenmesiyle üretilir. Dolayısıyla, temsil edilebilecek toplam renk gamı veya aralığı küçüktür. Kağıt kaplamanın etkileri de vardır (parlak veya mat ve mürekkebin bulanık noktaları ve daha az doygunluk üretmek için nüfuz etmesini önlemek için kaplanmış olup olmadığı). Son olarak, görüntülenen baskının aydınlatılması algılanan renkleri değiştirebilir.



Şekil 1. Bir bilgisayar ekranının renk gamının gösterildiği grafik.

2.2. Prosedürlerin Açıklanması ve Gösterilmesi

Prosedürlerin izleyiciye açıklanması, tüm işlemenin canlı olarak yeniden özetlenmesi gerektiği anlamına gelmez. İlgili operasyonların çoğu çok zaman alıcı ve karmaşıktır ve sadece önemli olan sonuçlardır. Ancak sonuçların kendi başlarına yanıp sönmesi de kötü bir uygulamadır, çünkü tüm süreci sihir gibi gösterebilir, kapsamlı hesaplama ve "gerçek" bilimin dahil olduğunu göstermez ve güven ve güven oluşturmaz. İşlemenin ve sonuçlarının gösterilmesinde yararlı olduğu kanıtlanmış bir yöntem, bilginin aslında orijinal görüntüde olduğunu ve işlem tarafından sadece "ortaya çıkarıldığını" veya daha kolay görünür hale getirildiğini göstermektir. Bunu yapmanın iyi bir yolu, değişikliği mümkün olduğunca %10, %20, %30 vb. uygulayan ara adımlar da dahil olmak üzere işlemi adım adım gösteren bir dizi görüntü hazırlamaktır. Genellikle bu, ara görüntüleri oluşturmak için orijinali ve bu oranlardaki sonucu karıştırarak yapılabilir. Bir dizi işlem gerekiyorsa, her biri sözlü bir anlatım sağlarken prosedürü belgelemek ve açıklamak için sadece kısaca gösterilmelidir. Ara görüntü yığınından başından sonuna kadar, her biri yaklaşık birkaç saniye gösterilirken, önemli bilgileri aşamalı olarak gösteren ve sonucu orijinaline geri bağlayan makul derecede kısa bir sıra oluşturur. Yaklaşık 10 ila en fazla 30s uzunluğunda olan diziler, ilgiyi çekme ve sürdürme hakkı gibi görünmektedir. Birden çok görüntüye benzer işleme uygulanmışsa, genellikle sadece bunlardan biri için dizileri göstermek gerekir.

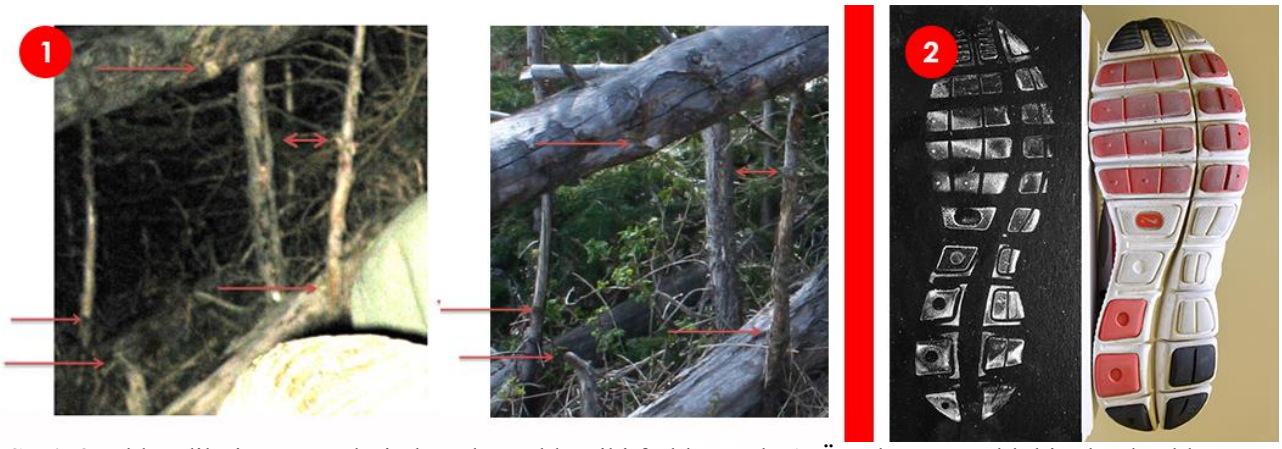


Şekil 2. Delil niteliği taşıması muhtemel bir görselin işlenmesinin ardından, sunumunun yapılabilmesi adına işlenme esnasındaki aşamaların birarada gösterilmesi.

2.3. Karşılaştırmalar

Çoğu durumda, karşılaştırmalar yan yana, eşleşen ölçekler ve yönelim ve mümkün olduğunca benzer parlaklık ve kontrast ile yapılmalıdır. Bir görüntünün diğerinin benzer olması ve diğerinin farklı olması önerilmesi ile bir diğerinin karşılaştırılması için yine yan yana karşılaştırma tercih edilir. Bileşik görüntüler ve sanatçının çizimleri faydalı araştırma araçları olabilir, ancak deneme kanıtı olarak kullanılmamalıdır (Ulusal Adalet Enstitüsü, 1999).

Daha fazla öğe ile yapılan veya karşılaştırma noktası olması amaçlanmayan birden fazla varyasyonun bulunduğu karşılaştırmalar çok daha zordur. Renkler ve ölçekler değiştiği için, hangilerinin bir suç mahallinde belirli bir izlenim yaratabilecek ve hangisinde olmayan veya örgüdeki inç başına iplik sayısı düzenli bir desene sahip olduğu sorusuna konsantre olmak kolay değildir. Sadece bir …… görüntüsü bırakmak için rengi kaldırmak, görüntü ölçeklerini eşleştirmek için ayarlamak ve karşılaştırmaları birer birer sunmak tercih edilebilir bir yaklaşım olacaktır. Bir bez ya da diğer materyallerin görüntüsünü bir suç mahallinde kaydedilen izlenimle karşılaştırmak da ölçek ve yönelim ile eşleşmeyi gerektirir.



Şekil 3. Elde edilmiş görüntülerin karşılaştırıldığı iki farklı örnek. 1. Örnekte ormanlık bir alanda elde edilmiş iki görüntü, 2. Örnekte ise halihazırda var olan bir ayak izi görüntüsü ile bir ayakkabının altının karşılaştırılması görülmektedir.

2.4. Bilgisayar Grafikleri ve Animasyonlar

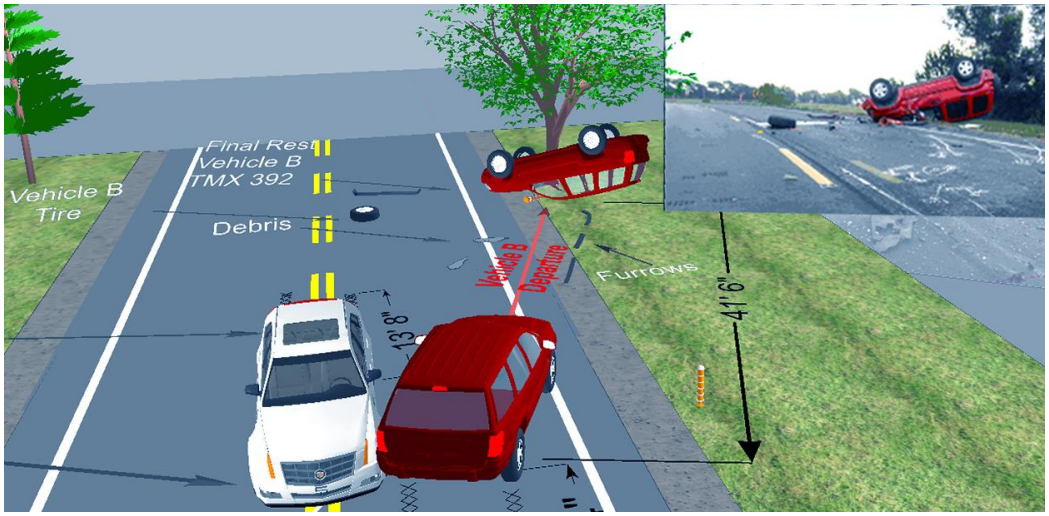
Teknoloji bazen kararsız ve bazen cesurca ve acele bir şekilde mahkeme salonuna girebilmekte. Bilgisayar ekranlarının, sanal gerçekliğin ve diğer görsel yardımların kullanımı, özellikle görüntüler de dahil olmak üzere kanıtların sunumu için kullanışlı olabilir. Bu, hem orijinal hem de işlenmiş fotoğrafları, bilgisayar grafiklerini ve animasyonlarını içerir. Bir marketten hırsızlık gösteren gözetim videosu gibi gerçek suçun görüntüleri mevcut olduğunda, bunları genellikle jüriye göstermek pratiktir. Sahneyi (ve örneğin; soyguncuyu) farklı yönlerden göstermek için birden fazla görüş açısı birleştirilebildiğinde ve görüntüler senkronize edildiğinde ekran, görüntüyü izleyenlerin fiziksel düzeni çözümlemelerine ve olayı anlamalarına yardımcı olabilir. Ancak bu görüntüler nadiren davalıyı soyguncu olarak kesin olarak tanımlamak için yeterli bilgi içerir ve bazı durumlarda böyle bir tanımlamanın mümkün olmadığını öne sürmenin tersi bir etkisi olabilir. Muhtemelen bir lazer interferometre kullanılarak sahnenin daha sonraki fiziksel ölçümleri ile desteklenmiş çoklu görüntü görüntülerindeki ölçümler, sanığın yerleştirilmesi gibi ters projeksiyon fotogrametrisi gerçekleştirmek için bilgisayarda döndürülebilen ve kullanılabilen üç boyutlu modelleri (3D) oluşturmak için kullanılabilir.

2.5. Dinamik Modeller

Bu gibi statik diyagramlar olayları anlamada yardımcı olur, ancak hareketli görüntüler dinamik durumları daha canlı bir şekilde iletebilir. Örneğin, bir kazanın yeniden inşası, bir araç çarpışması gibi bir olay sırasında meydana gelen nedenler ve olaylar hakkında araştırma, analiz etme ve sonuç çıkarma sürecidir. Görüntü analizi, ölçüm verilerini iki boyutlu (2D) görüntüler şeklinde toplamak için kullanılır ve bazı durumlarda ölçüm amacıyla stereo görüntüleme veya mesafelerin ve açıların hesaplanması için ölçme ve kısa menzilli fotogrametri teknikleri kullanılabilir.

Korelasyon gibi görüntü işleme yöntemleri, sahne hakkındaki 3B koordinat verilerinin hesaplanmasını kolaylaştırmak için birden fazla görüntüde eşleşen noktaları bulmak için kullanılabilir. Fotogrametri, sahne kanıtlarını toplamak ve pozisyonları ve mesafeleri hesaplamak için kullanılabilir; bunlar daha sonra kanıta dayalı bir grafik gösterim oluşturmak için kullanılır. Ters projeksiyon da bazı durumlarda kullanılır (Main ve Knopf, 1995; Boldrick ve Dobbs, 1998; Massa, 1999). Görüntüler dahil olmak üzere birden çok kaynaktan alınan ölçüm verilerini birleştiren ve görselleştirme için 3D modeller oluşturan yazılım programları mevcuttur, ancak genellikle etkili kullanım için deneyimli uzmanlar gerektirir. Temeldeki trigonometrik hesaplamalar basittir, ancak sıkıcıdır ve çoğu insanın deneyiminin ötesindedir. Bazı durumlarda, uzmanlardan kullanılan prosedürler ve algoritmalar hakkında ifade vermeleri istenebilir. Bazı programlar geometrik blokları kullanarak basit modeller üretirken, diğerleri filmlerde görülen türün gerçekçiliğine yaklaşır.

Sunum için en etkili gerçekçilik derecesini değerlendirmek kolay değildir, ancak çok az veya çok fazla dikkat dağıtıcı olabilir ve modellerin etkisini azaltabilir. Bilgisayar grafikleri ve diğer sunum araçlarının oluşturulması için fotogrametrik verilerin kullanımı, aslında görüntü analizinin bir parçası değildir. Ancak, önceki bölümlerde gösterilen yöntemler kullanılarak elde edilen görüntülerdeki noktaların yerleri ve nesnelerin boyutları gibi ölçüm verilerinin bu amaç için kullanılabileceği hakkında bazı fikirlere sahip olmak faydalıdır.



Şekil 4. Bir araç kazasının 3 boyutlu animasyon yardımı ile canlandırılması ve gerçek bir görsel ile karşılaştırılmasının yapılması.

2.6. İşleme ve Ölçümü Açıklamak

Bir tahtayı denklemlerle örtmek, görüntü işlemenin büyük ölçüde teknik olmayan veya hatta fen ve matematik fobisi hakimi veya jüriye ne yaptığını açıklamanın bir yolu olarak işe yaramaz. (Bunların işe yaramadığına dair çok sayıda kanıt var ve bunu, daha büyük geçmişleri ve teşvikleriyle bile olsa, öğrencilerle dolu bir konferans salonuna açıklamanın bir yolu var.) İnsanlar net bir şekilde görsel olarak öğrenenlerdir. Dinlemeyi, okumayı, düşünmeyi ve uygulamalı manipülasyon yapmayı içeren diğer öğrenme modları da söz konusudur, ancak bir mahkeme salonunda, görüntüleme ve dinleme mevcut tek seçenektir.

Sözlü açıklamaları basit, mümkün olan en az teknik terimle ve basitleştirilmiş bir biçimde tutmak için kanıtları yorumlamak ve bunları açıklamaları ile anlaşılır ve sade bir biçimde sunmak gerekir. İkinci kural, adımların anlamını, alaka düzeyini veya önemini göstermektir. Renk düzeltme kullanılırsa, CIELab renk denklemlerini göstermek yardımcı olmaz. Bir mağazadaki kıyafetler gibi, farklı renk ışıklarında şeylerin farklı göründüğünü açıklamak daha tanıdık ve kullanışlıdır. Daha sonra, orijinal olarak yakalanan renkli görüntüden düzeltilmiş bir görüntüye aşamalı bir geçiş gösterirken, belirli bir alanın nötr gri olduğunu ve renk dökümü olmadığını veya sonraki ışık ölçümünü temel alarak bu değişimi açıklar.

2.7. Bireyleri Tanımlama

Jain (2004), bireysel tanıma için kullanılabilecek çeşitli biyometrik karakteristikleri tanımlamaktadır, ancak bu, bilinmeyen kişileri tanımak için veritabanlarını aramak yerine öncelikle bilinen kişileri tanımak ve doğrulamak içindir (örn. Tesislere veya belgelere erişim için). Bunların çoğu görüntüler içerir ve çoklu ölçütlerin birlikte kullanılması önerilir. Ancak çoğu için, spesifik özelliklerin veya ölçümlerin genel veya belirli bir popülasyondaki dağılımı bilinmemektedir. Örneğin, bir ses örneğinin diğeriyle doğrudan karşılaştırılması bazen de olsa, ses baskıları için böyle bir veri yoktur (Morrison, 2010). Spaun (2007) bu durumdan şu şekilde bahsetmiştir: "Yüz tanıma, kulak tanımlama, el tanımlama, yürüyüş analizi ve yükseklik belirlemeyi amaçlayan otomatik biyometrik sistemlerin kullanılması FBI tarafından yapılan adli çalışmaların verimliliğini büyük ölçüde artıracaktır. Bununla birlikte, bugüne kadar, yukarıda belirtilen görevleri yapan hiçbir biyometrik sistem yargı sistemi içinde kabul edilmemiştir. Biyometrik sistemler bir mahkemede kabul edilebilmek için sürekli olarak

değerlendirilmeli ve doğrulanmalıdır. ” Bireyler üzerindeki ölçümler ilk olarak, ağırlık veya yaşla çok az değişmesi beklenen baş, el, kol ve ayaklarda 11 boyut belirten Bertillon tarafından başlatılmıştır. Bu tür ölçümlerin görüntülere genişletilmesi doğal görünmektedir ve devam eden tanımlama çabalarına konu olmuştur. Theoharis (2008), dalgacık tabanlı deforme olabilen 3D yüz ve kulak modelinin katsayılarının, örneğin bir kişinin güvenli giriş için doğrulanması amacıyla biyometrik tanımlama için kullanılabileceğini göstermiştir. Ancak karmaşık 3D ölçümü ve kapsamlı hesaplama gerektiren bu yöntem, büyük bir veritabanını aramak için geçerli değildir.

2.8. Belirsizliği Açıklamak

Ölçüm belirsizliği her zaman bir endişe kaynağıdır ve zor bir konudur. Çok az jüri üyesi (ya da yargıç ve avukat) 79.3 ± 1.2 cm gibi bir şeyle temsil edilen belirsizlik fikrine aşina olacaktır. Gauss istatistikleri bir ölçüm için geçerli olsa bile, standart sapmanın arkasındaki kavramlar ve yanlış pozitif ve yanlış negatif gibi çeşitli hata türleri arasındaki fark açıklamak zor olabilir. Örneğin, belirli bir ayakkabı baskısının şüphelinin ayakkabısı tarafından yapılma olasılığının % 90 olduğu ifadesi, baskının yapılandan ayırt edilememe olasılığının % 90 olduğu genel olarak daha doğru ifadeyle aynı değildir. Avukatların, uzmanları ağzına, istatistikleri veya anlamlarını yanlış yönlendiren kelimeler koymasına izin vermemek önemlidir. Sonuçları “Hesaplanan boyut yaklaşık 80cmdir ve verilerin hassasiyeti, gerçek değerin 78'den az veya 82’den daha yüksek olma olasılığı % 1'den az olacak şekilde sunulması daha iyidir. Davaya daha uygunsa iki standart sapma ve % 5 kullanmak da uygundur. Ancak, “Gerçek boyutun 80 cm’den daha büyük olması olasılığının olduğu anlamına gelmiyor mu?” Sorusuna hazırlıklı olunması gerekir. Bir video kameradan gelen ardışık kareler gibi birden çok görüntü üzerindeki ölçümler birleştirilebilirse, genel hata veya belirsizlik azalır.

3. SONUÇ

Adli tıp, doğanın ses vermediği şeylere, yani görüntüler de dahil olmak üzere fiziksel kanıtlara ses vermek olarak tanımlanır. Çalışmada da görüldüğü üzere adli bilişim delil incemelerinde yapılan görüntü işleme işlemlerinin bu alanda etkili olabilmesi, sadece o görüntünün işlenmesi ile alakalı değildir. İşlenen görüntünün bir değer taşıyabilmesi, davalarda işlevselliğini koruması ve davaya gerçek anlamda yardımcı olabilmesi adına çok iyi bir şekilde yorumlanması ve sunulması da gerekmektedir ki bu da dinamik modeller oluşturulması, bilgisayar grafikleri ve animasyonlarının oluşturulması, karşılaştırmalar yapılması, prosedürlerin açıklanması gibi yöntemlerin iyi bir şekilde uygulanmasına bağlıdır. Delil incelemelerinde delil niteliği taşıyabilmesi muhtemel olarak işlenen bir görüntünün adli tıbba ve hukuka ancak bu şekilde faydası dokunabilir.

4. KAYNAKÇA

B. W. Main, E. A. (1995). New application of camera reverse projection in reconstructing old accidents. Society of Automotive Engineers ,118-124.

Jain, A. K. (2004). *An introduction to biometric recognition.* IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 85-87.

Justice, N. I. (1999). Eyewitness Evidence: A Guide for Law Enforcement. U.S. Department of Justice, 234-242.

M. S. Boldrick, M. W. (1998). Computerized reverse projection in accident reconstruction. *Experimental Mechanics*, 405-410.

Massa, D. J. (1999). Using computer reverse projection photogrammetry to analyze an animation. Society of Automotive Engineers,66-69.

Morrison, G. S. (2010). *Forensic voice comparison.* I. Freckelton, H. Selby, eds., Expert Evidence, 324-326.

Payne-James, J. J. (2012). Quality of photographic images provided for injury interpretation: Room for improvement. *Forensic Science in Medicine and Pathology*, 447-450.

Spaun, N. A. (2007). *Forensic biometrics from images and video at the Federal Bureau of Investigation.* First IEEE International Conference on Biometrics: Theory, Applications, and Systems, 412-418.

Theoharis, T. (2008). *Unified 3D face and ear recognition using wavelets on geometry images.* IEEE Computer Graphics and Applications, 145-148.

WHELL DESING FOR VEHİCLE TİRES AND STATIC ANALYSIS WITH FINITE ELEMENT METHOD (FEM)

Ömer ŞENGÜL
GEBZE PAGEV vocational and technical Anadolu Lisesi
omersengullll@hotmail.com

Abstract
Vehicle handling, wheels in all conditions and the same track to move on the road. This is vital for both driving comfort and safety. In addition, vehicle tires, damping systems and braking system are among the main factors that are effective in roadholding. Wheels, especially in vehicle tires, are one of the most critical parts. New materials and methods of production have been an important subject of research in the automotive industry to maintain the strength of wheels due to the complex loads on wheels with the changing needs of today. In the research, the design of the tire is seen as a long and costly process that is difficult to prepare, test and finally put on the market. It is important in many respects that a rim is manufactured with superior quality, durable, robust and high performance. For this reason, it is of great importance to use wheels that are durable, long life, safe, and perfectly reflect motor power and performance regardless of size and design. In this study, computer-aided wheel design was performed using the SolidWorks 2020 program for motorcycle radial tires. Static analysis of aluminum alloy (2024-o) using ANSYS Workbench 19.0 program was investigated for the rim made of aluminum alloy (2024-O).

Keywords: Tire rim design, Finite element method (FEM), Static analysis..

1. INTRODUCTION

Vehicle rims are of great importance for tyre controls. Tire; rubber, cord fabric and steel wires and various chemical substances, which is the most important part which provides the contact of the vehicle with the ground. Tires are crucial for driving safety of vehicles. Tires are the only element that provides contact with the ground during vehicle movements. The importance of the tire can not be ignored when the vehicles can be controlled .

Improper application of pressure may cause the tire to impact the road grip and brake, as well as causing the internal heat of the tire to overload and suddenly explode, leading to the loss of control of the vehicle. The tires also contribute to the comfort by sucking the impact. Today's car users also expect for tires other features in addition to safety and comfort.

It is desirable for a modern tire to produce less vibration and noise, have low rolling resistance and therefore consume less fuel. However, it is impossible for all of these properties of the tire to achieve at the same moment. If one of these features is provided, the other must be compromised.

Countries that have a say in imports and exports in world tire trade are countries that are strong in automotive main industry. Looking at their geographical distribution, these countries are Germany, Italy, England, Spain, Netherlands, USA in North America, Brazil and Mexico in South America, Japan, G.Korea Indonesia in Far East. Among these countries, Germany, Japan, the United States and Italy are at the forefront of exports, while the imports are the same except for Japan. In tire manufacturing, tire design is done according to the desired characteristics. Mold design and manufacturing are also carried out in preparation phase of rubber material formulation. 2024-O aluminum material was used in this study.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. COMPUTER AIDED DESIGN OF MOTORCYCLE TIRE

The criteria that are important in the design of vehicle tires are the ones defined as the tasks of the tire; to carry out many functions such as steering, carrying loads, depreciation, driving, transferring forces, and being permanent.

Motorcycle radial tire 120/70 R 16 size motorcycle tire design which is used extensively by more police department which have high performance in the study was made. The design of the tire was done with the SolidWorks 2020 Program.

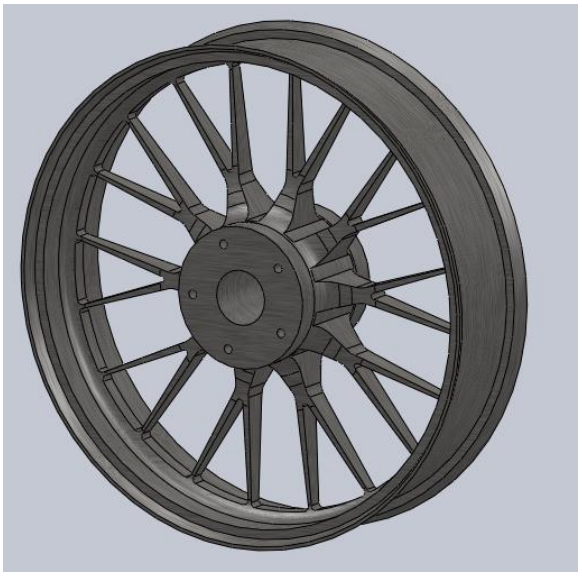


Fig.1. Rim 's Modeling



Fig. 2. Mounting tire and rims

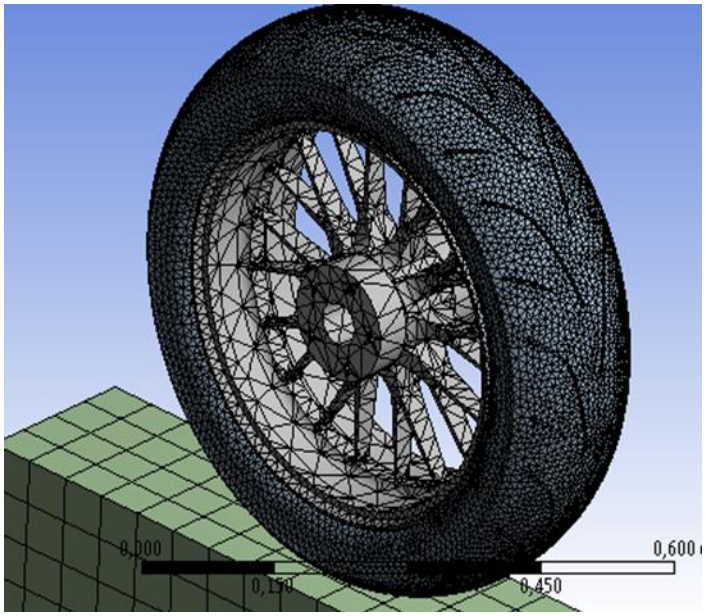


Fig.3. Mesh creation in model

2.2. FEM ANALYSIS

Using ANYS 14.0 software, meshes were created taking into account the optimum lengths selected by the program. The minimum edge length was chosen as the optimum length by the program 1.27 mm. Mesh result 197646 node point v 110367 elements were created. The wheel hub was loaded with 3000 N towards the concrete floor. Since the behavior of the tire is to be examined, the standardized force acting on all the surfaces in the eye is added, ignored the conditions of tenderness. The value of the force increases from 0 to 3000N in 1 second. According to the results of FEM analysis, about 8 MPa on the rim and about 1.5 MP stress on the tire were formed.

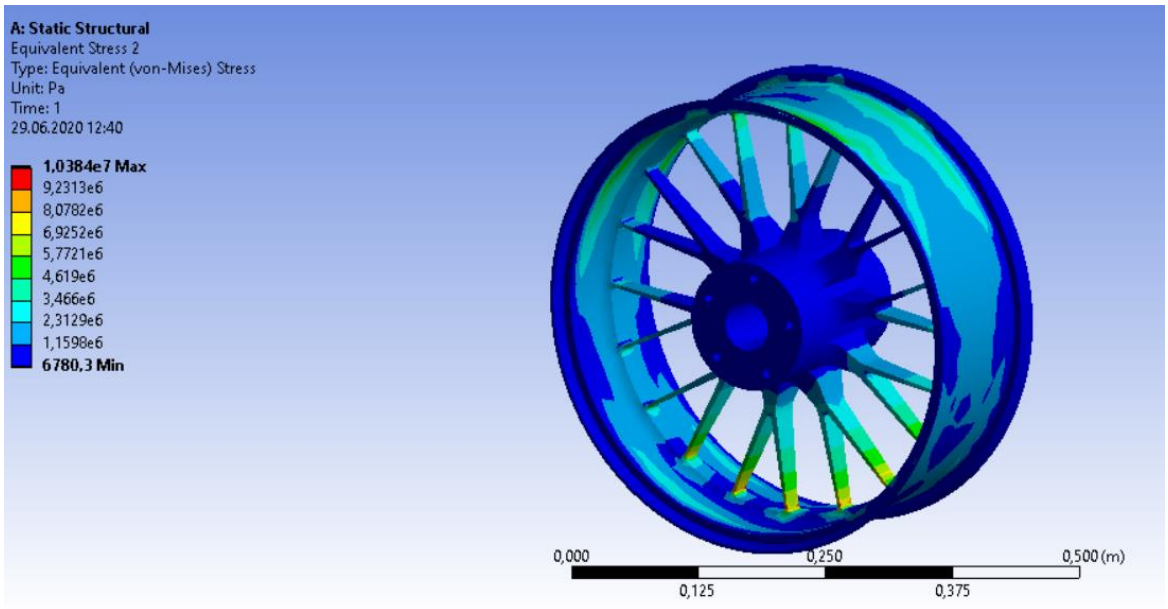


Fig. 4. Deformation in Y direction

3. CONCLUSION

In the analysis of the finishing elements made for a motorcycle wheel with a load index of 66, a tensile stress of 8 MPa was observed on the rim made of 2024-O material. Although the yield stress value of the wheel material is 75 MPa, it is not necessary to reduce the thickness of the wheel geometry because the shock loads encountered during driving and the load are repeated due to the rotation of the wheel at high speed. It is mentioned that rim's material properties will not be homogeneous to be prepared with precision casting technique. As a result of the analysis, it was observed that the aluminum rim is about 9 times more secure than the maximum tensile and strength values of 8 MPa. As a result of the analysis, the tire wheel was found to have a maximum stress of around 1.5 MPa and observed that a safety factor of 5 times.

4. DISCUSSION

Especially, in order to ensure sustainable tire production, which is particularly relevant to many sectors, the use of scientific approaches to all the processes in production will also ensure optimal use of resources as well as minimizing harmful effects to the environment. This study is important to show that the use of analytical software is particularly important in tire design.

REFERENCES

ALKAN, V. (2008), Prediction of Dynamic Force Characteristics of RadialTires Using Finite Element and Experimental Techniques, Ph.D. Thesis, Faculty of Engineering, Pamukkale University, Denizli, Turkey, 92-105.

ELDOĞAN, O. (1995), Tire Wheel Models Used in Vehicle Dynamics Applications and Their Use in Vehicle Accident Simulations, Journal of Engineering Science, 1, 59-63.

ERDOĞMUŞ, A. (2007), Radial Tire Free Vibration Analysis, Graduate Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, Ankara, Turkey, 77-80.

GÖZEN, C. (2007), Araba Lastiklerinin Üç Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Istanbul, Türkiye.

PAY, E. (2009), Design and Production Technology of Vehicle Tires, M.Sc. Thesis, Yıldız Technical University Institute of Science, Istanbul, Turkey.

SHARE, E. (2011), Vehicle Tire Production and Design Technology [Tire Production and Desing Technology, Master Thesis, Yıldız Technical University Institute of Science, Istanbul, Turkey.

ŞENGÜL, Ö. (2013), Motosiklet radyal lastiklerisinin sürdürülebilir üretimi için sistem tasarımı ve simülasyonu, Yüksek lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM İÇİN MOTOSİKLET RADYAL LASTİKLERİNDE DİNAMİK ANALİZLER İÇİN VERİ OLUŞTURULMASI

Ömer ŞENGÜL
GEBZE PAGEV Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
omersengullll@hotmail.com

Özet
İnsanlık tarihinin en önemli keşiflerinden biri olarak kabul edilen ve sürdürülebilirlik açısından çeşitli sektörlerde karmaşık gibi gözüken ama görünüşte basit teknolojik olarak gelişmiş hayati görevleri olan tekerlek lastiklerinin üretim sistemlerini yeniden yapılandırmak büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda, araç lastik tasarımı ve üretiminde akademik çalışmalara da büyük ihtiyaç duyulmaktadır. Lastik endüstrisi, iş makineleri, tarım ve askeri teçhizat gibi çeşitli alanlardaki gelişmeler sonucunda son yüzyılda, özellikle otomotiv endüstrisinde büyük adımlar atmıştır. Günümüzde, giderek daha fazla kullanılan yüksek performanslı iki tekerlekli araçların lastiklerinin uygun teknik özelliklere sahip olması önemlidir. Daha uzun ömürlü, üstün fren güvenliği ve daha düşük yakıt tüketimi ile radyal lastiğe olan talep, çapraz lastiğe kıyasla her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada yoğun kullanılan 120/70 R16 boyutlarında motosiklet tekerleği tasarımı yapılarak, tekerlek üzerinde dinamik analiz yapmak için veri oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Üretim, Dinamik Analiz, Bilgisayar Destekli Tasarım

CREATING DATA FOR DYNAMIC ANALYSIS ON MOTORCYCLE RADIAL TIRES FOR SUSTAINABLE PRODUCTION

Abstract
It is of great importance to reconfigure the production systems of wheel tires, which are considered one of the most important discoveries in human history and have seemingly simple technologically advanced vital tasks that appear complex in various industries in terms of sustainability. At the same time, academic studies are also needed in vehicle tire design and manufacturing. The tire industry has made great strides in the last century, especially in the automotive industry, as a result of developments in various fields such as construction machinery, agriculture and military equipment. Today, it is important that the tires of the increasingly used high-performance two-wheeled vehicles have proper technical specifications. With longer life, superior brake safety and lower fuel consumption, demand for radial tires is increasing day by day compared to cross tires. In this study, a heavily used 120/70 R16 motorcycle wheel design was made and data was generated for dynamic analysis on the wheel.

Keywords: Sustainable Production, Dynamic Analysis, Computer Aided Design

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin en önemli keşiflerinden biri olarak kabul edilen ve sürdürülebilirlik açısından çeşitli sektörlerde karmaşık ama görünüşte basit ama teknolojik olarak gelişmiş hayati görevler olan tekerlek lastiklerinin üretim sistemlerini yeniden yapılandırmak büyük önem taşımaktadır. Lastiğin kauçuk, kord kumaşı ve çelik telleri ve çeşitli kimyasal maddeleri vardır, bu da aracın zemine temas etmesini sağlayan en önemli kısımdır. Lastikler, araçların sürüş güvenliği için çok önemlidir. Lastikler, araç hareketleri sırasında zemine temas sağlayan tek unsurdur. Araçlar kontrol edilebildiğinde lastiğin önemi göz ardı edilemez. Basıncın yanlış uygulanması, lastiğin yol tutuşunu ve freni etkilemesine ve ayrıca lastiğin iç ısısının aşırı yüklenmesine ve aniden patlamasına ve aracın kontrol kaybına neden olmasına neden olabilir. Lastikler ayrıca darbeyi emerek rahatlığa katkıda bulunur. Bugünün otomobil kullanıcıları da lastikler için güvenlik ve konforun yanı sıra diğer özellikleri de bekliyorlar.

Modern bir lastiğin daha az titreşim ve gürültü üretmesi, düşük yuvarlanma direncine sahip olması ve bu nedenle daha az yakıt tüketmesi arzu edilir. Bununla birlikte, lastiğin tüm bu özelliklerinin aynı anda elde edilmesi imkânsızdır. Bu özelliklerden biri sağlanırsa, diğeri tehlikeye atılmalıdır.

Dünya lastik ticaretinde ithalat ve ihracatta söz sahibi olan ülkeler, Otomotiv ana endüstrisinde güçlü olan ülkelerdir. Coğrafi dağılımlarına bakıldığında, bu ülkeler Kuzey Amerika'da Almanya, İtalya, İngiltere, İspanya, Hollanda ve ABD, Brezilya ve Güney Amerika'da Meksika, Japonya, S. Kore ve Uzak Doğu'da Endonezya'dır. Bu ülkeler arasında Almanya, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve İtalya ihracatın ön saflarında yer alırken, ithalat Japonya hariç aynıdır.

Lastik imalatında lastik tasarımı istenilen özelliklere göre yapılır. Kalıp tasarımı ve imalatı da kauçuk malzeme formülasyonunun hazırlık aşamasında gerçekleştirilir. Günümüzde, giderek daha fazla kullanılan yüksek performanslı iki tekerlekli araçların lastiklerinin uygun teknik özelliklere sahip olması önemlidir. Daha uzun ömürlü, üstün fren güvenliği ve daha düşük yakıt tüketimi ile radyal lastiğe olan talep, çapraz lastiğe kıyasla her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada yoğun kullanım ve dinamik analizler için veri oluşturmak için 120/70 R16 boyutlu lastik tasarımı yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

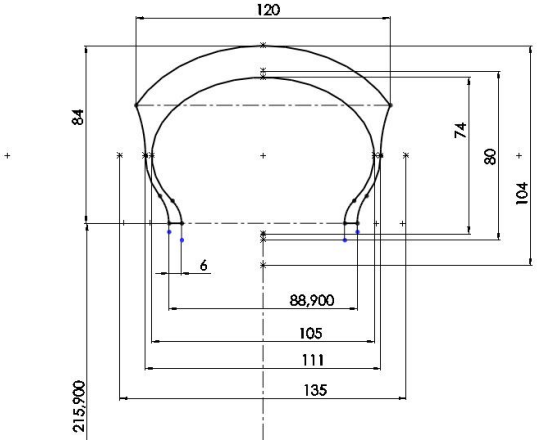
2.1. Araç lastiklerinin kimyasal yapısı

Lastik hammaddesi bir kauçuktur ve aracın zemine temas etmesini sağlayan kordon bezi ve çelik tellerin ve çeşitli kimyasal maddelerin bir kombinasyonundan oluşan tek ve en önemli kısımdır. Lastik, bazı tropik bitkilerin sütlü suyundan (lateks) doğal olarak elde edilen petrol ve kauçuk alkolünün kombinasyonundan elde edilen bir maddedir.

Havanın etkisine karşı dayanıklı olması için lastiğe plastiklerden fenoller, aminler ve bazı tuzlar eklenir. Günümüzde gelişen teknolojiye paralel olarak mukavemetini arttırmak için lastiğe amorf karbon ve yumuşaklık kazandırmak için sterik asit eklenerek, farklı hammaddelerle özel amaçlı lastikler üretilmektedir. Çeşitli parçalar da yapılır. Özel amaçlı lastikler, yüksek basınç ve mukavemetli makine kayışları, hortumlar, otomobil lastikleri ve benzeri parçaların yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2. Motosiklet Lastiğinin Bilgisayar Destekli Tasarımı

Araç lastiklerinin tasarımında önemli olan kriterler, lastiğin görevleri olarak tanımlanan kriterlerdir; direksiyon, yük taşıma, amortisman, sürüş, aktarma kuvvetleri ve kalıcı olma gibi birçok işlevi yerine getirmektir. Motosiklet radyal lastiği örnek olarak 120/70 R16 ebadında motosiklet lastiği tasarımı, daha çok Emniyet Müdürlüğü tarafından yoğun olarak kullanılan çalışmalarda yüksek performansa sahiptir. Solid Works 2019 programı ile motosiklet lastiğinin Bilgisayar Destekli tasarımı (CAD) ve dinamik analizi yapılmıştır. Motosiklet lastiğinin tasarım boyutları Şekil 1'de verilmiştir. Bir motosiklet lastiğinin modellenmesi Şekil 2'de, Şekil 3'te jant Modellemesi ve Şekil 4'te lastik ve jantların montajı gösterilmiştir.



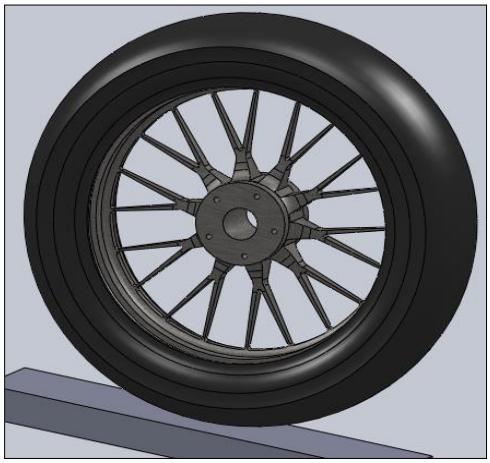
Şekil 1. Motosiklet lastiğinin tasarım boyutları



Şekil 2. Bir motosiklet lastiğinin modellenmesi



Şekil 3. Motosiklet Jant tasarımı



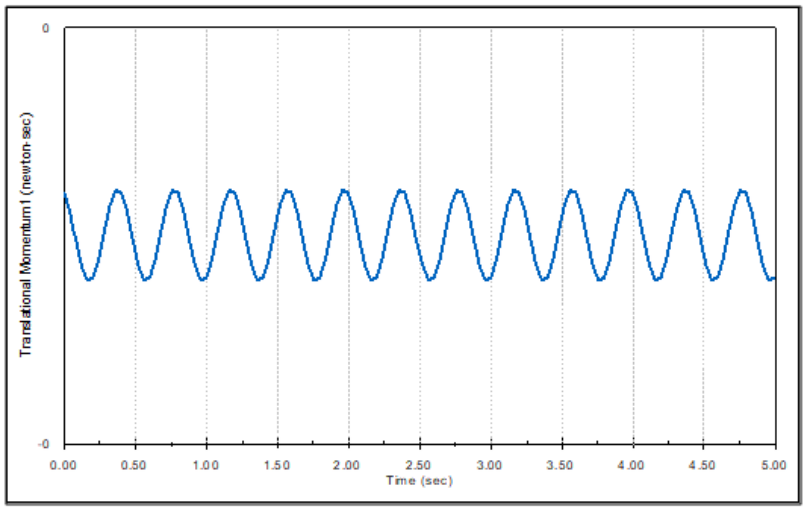
Şekil 4. Motosiklet tekerlek modeli tasarımı

2.3. Dinamik Analiz

Literatürde dinamik analiz üzerine çeşitli deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada dinamik analiz sonuçları ile lastik tasarımında analitik yazılım kullanımının önemli olduğunu ve dinamik analiz sonucu elde edilen sonuçların verilerinin belirlenmesini amaçladık.

2.3.1. Hareket çalışması 1 (Sabit hız)

Şekil 5, motorun bağlı olduğu göbekteki momentum iletimini gösterilmiştir. Burada, tekerleğin sürtünmesi sonucu motoru zorlamıştır ve yerinden çıkarmıştır. Tablo 1, momentum iletimlerinin minimum ve maksimum iletiminin gerçekleştiği anları gösterilmiştir.



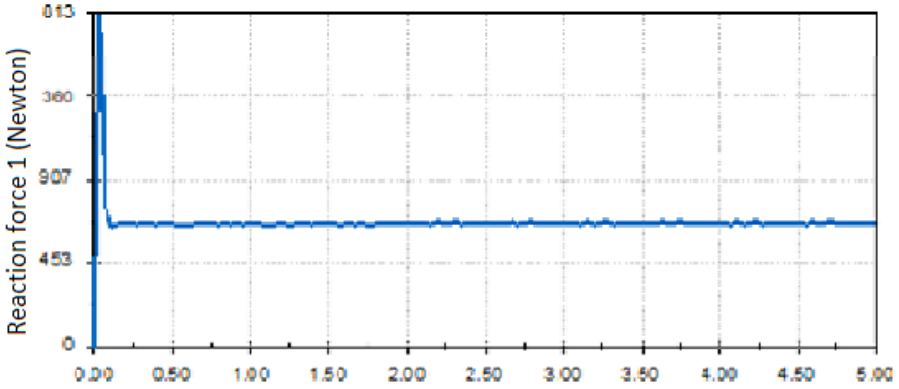
Şekil 5. Hareket çalışması 1 (Sabit hız)

Tablo 1. Hareket çalışması 1 (Sabit hız)

	Momentum Çevrimi (Newton-sec)	**Zaman (sec)**
Minimum	-0.002166864	4.96
Maximum	0.002166864	4.76
Ortalama	-3.39376	-

2.3.2. Hareket çalışması 2 (değişken hız)

İlk olarak, daha yüksek statik sürtünme katsayısı nedeniyle, reaksiyon kuvveti, sabit dinamik sürtünme sonucunda harekette büyük bir kuvvet meydana gelmiştir. Bu durum, Şekil 6 da gösterilmiştir. Tablo 2 de zamana göre maksimum ve minimum reaksiyon kuvvetleri gösterilmiştir.



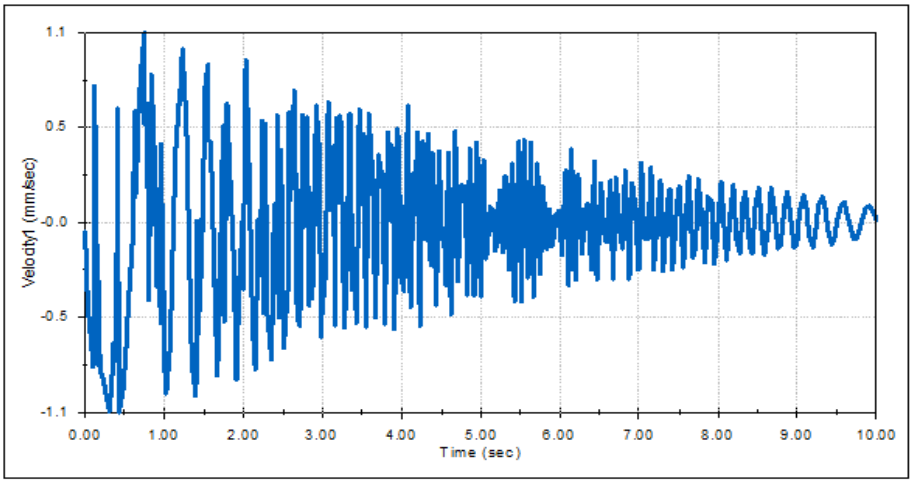
Şekil 6. Hareket çalışması 2 (değişken hız)

Tablo 2. Hareket çalışması 2 (değişken hız)

	Reaksiyon kuvveti (Newton)	**Zaman (sec)**
Minimum	637.8943	0.12
Maximum	1813.327	0.04
Ortalama	671.8393	-

2.3.3. Hareket çalışması 3 (Sabit hız)

Y bileşen hızı değişkendir ve tekerleğin yukarı ve aşağı hızı dengelenir. Hareket, ilk hareketten titreşmeye devam ettikçe sıfırlanır. Bu durum, Şekil 7'de gösterilmiştir. Tablo 3 de, zamana göre maksimum ve minimum hızı gösterir.

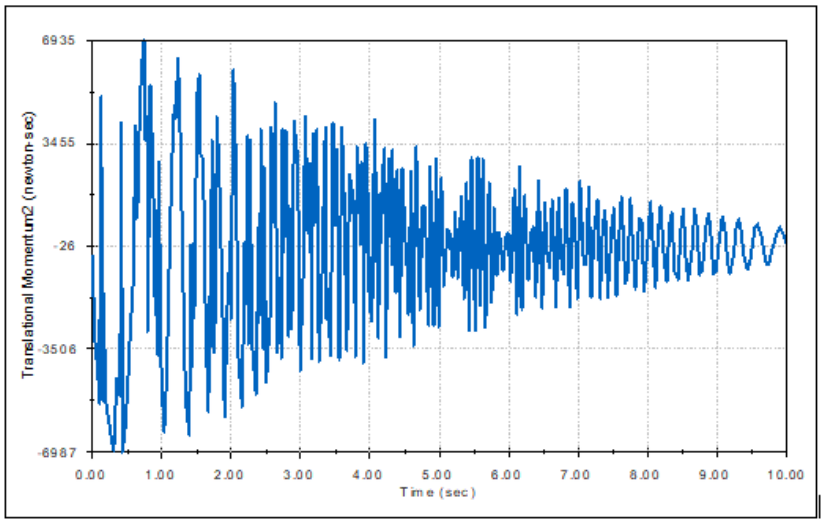


Şekil 7. Hareket çalışması 3 (Sabit hız)

Tablo 3. Hareket çalışması 3 (Sabit hız)

	Hız (mm/sec)	**Zaman (sec)**
Minimum	-1.095	0.44
Maximum	1.086863	0.76
Ortalama	-0.02409	-

Y bileşenindeki enerji, hızına bağlıdır. Bu nedenle Şekil 8'de momentum transferinin bu hız ile orantılı olduğu gösterilmiştir. Momentum iletiminin maksimum ve minimum süreleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

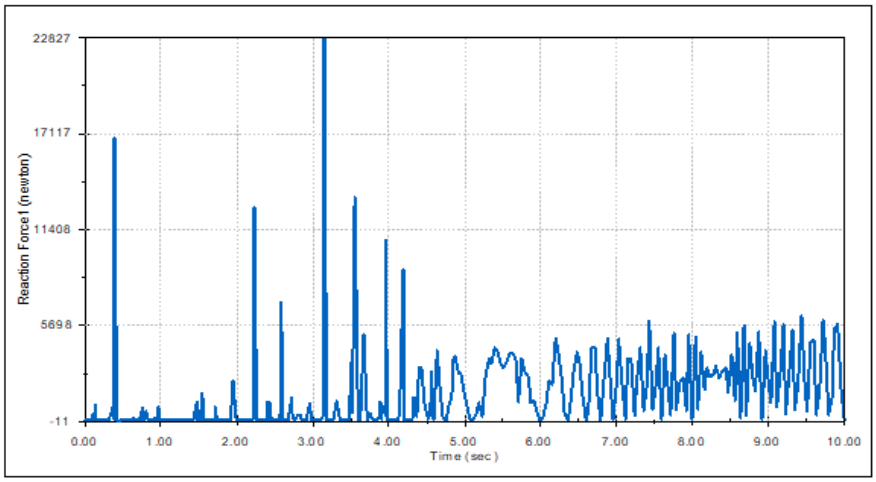


Şekil 8. Hareket çalışması 3 (Sabit hız)

Tablo 4. Hareket çalışması 3 (Sabit hız)

	Momentum çevrimi 2 (Newton-sec)	Time (sec)
Minimum	-6986.87	0.44
Maximum	6934.985	0.76
Ortalama	-153.684	-

Y bileşenindeki jant ile lastik arasındaki reaksiyon kuvveti Şekil 9'da gösterilmiştir. Y bileşenindeki titreşim nedeniyle, iz bırakmadan başlar. Daha sonra küçük titreşimlerle devam eder, sonrasında titreşim sabit kalır.



Şekil 9. Hareket çalışması 3 (Sabit hız)

Tablo 5. Hareket çalışması 3 (Sabit hız)

	Reaksiyon Kuvveti (N)	**Zaman (sec)**
Minimum	-11.3773	0.44
Maximum	22826.93	3.16
Average	1557.317	-

3. SONUÇ

Türkiye, lastik sektöründe dünyanın önde gelen üretici ve ihracatçılarından biri olma yolunda hızla ilerliyor. Türkiye'nin kötü yol koşulları nedeniyle, karayolu taşımacılığı ve yolcu taşımacılığı toplam ulaşımın %95'ine ulaşmakla birlikte, iniş sahalarına araçların yüklenmesi gibi özel koşullar nedeniyle, Türkiye'ye Özgü güçlü desen ve yapılarda lastik üretimi, Türk lastiklerini dünyada en çok aranan hale getiren gündeme gelmiştir. Özellikle birçok sektörde sürdürülebilir lastik üretimini sağlamak için üretimdeki tüm süreçlere bilimsel yaklaşımların kullanılması, çevre üzerindeki zararlı etkileri en aza indirecek ve kaynakların optimum kullanımını sağlayacaktır. Bu çalışma, analitik yazılım kullanımının lastik tasarımında özellikle önemli olduğunu öngörmüştür. Bu çalışmada sonlu elemanlar analizi gibi dinamik analiz için veriler elde edilmiştir. Sonuç olarak, tekerlek sabit olduğunda sürtünme katsayısı daha yüksektir ve sürtünme katsayısının gerilmesi nedeniyle hareket ettiğinde daha küçük hale gelir, teğet kuvvetindeki değişiklikler belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak statik analiz için dinamik yükler üretimi sağlanmıştır. Sürtünme ve titreşimin tekerleğin ilk lansmanı üzerindeki etkilerini ve sürmeye devam ettiği zamanı, görmemizi sağlamıştır.

KAYNAKLAR

AKKURT, S. (1991), Plastic Materials Information, Birsen Publications, Istanbul, Turkey.

ALKAN, V. (2008), Prediction of Dynamic Force Characteristics of RadialTires Using Finite Element and Experimental Techniques, Ph.D. Thesis, Faculty of Engineering, Pamukkale University, Denizli, Turkey, 92-105.

ELDOĞAN, O. (1995), Tire Wheel Models Used in Vehicle Dynamics Applications and Their Use in Vehicle Accident Simulations, Journal of Engineering Science, 1, 59-63.

ERDOĞMUŞ, A. (2007), Radial Tire Free Vibration Analysis, Graduate Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, Ankara, Turkey, 77-80.

GÖZEN, C. (2007), Araba Lastiklerinin Üç Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Istanbul, Türkiye.

PAY, E. (2009), Design and Production Technology of Vehicle Tires, M.Sc. Thesis, Yıldız Technical University Institute of Science, Istanbul, Turkey.

SHARE, E. (2011), Vehicle Tire Production and Design Technology [Tire Production and Desing Technology, Master Thesis, Yıldız Technical University Institute of Science, Istanbul, Turkey.

ŞENGÜL, Ö. (2013), Motosiklet radyal lastiklerisinin sürdürülebilir üretimi için sistem tasarımı ve simülasyonu, Yüksek lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

NANO KARBON PARÇACIK VE GRAFİT TAKVİYELİ POLİPROPİLEN KOMPOZİT MALZEMENİN BAZI TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ömer Şengül
Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği ABD / Düzce
omesengullll@hotmail.com

Musa Şeremet
Hatice Bayraktar Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi / Çayırova / Kocaeli
musaseremet@hotmail.com

Özet
Bilim ve teknolojideki gelişmeler günümüzde birçok yenilikleri de beraberinde getirmektedir. Bu gelişmeler sanayi ve teknoloji alanındaki nitelikli malzeme ihtiyacına verimli çözüm getirmiştir. Kompozit malzemelerin günümüzde mühendislik alanındaki önemi de büyük ölçüde artmaktadır. Özellikle otomotiv sanayisinde, sivil ve askeri hava araçlarında ileri kompozit malzemelerin kullanım oranları her geçen gün artmaktadır. Kompozit malzemeler günümüzde mühendislik yapılarının büyük bir kısmında kullanım alanına sahiptir. Bu doğrultuda üretilen kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin tespit edilmesi ve bu özelliklerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda hem sanayii kuruluşları hem de akademisyenler kompozit malzemelerin mekanik ve termal özelliklerini iyileştirmek için yoğun ARGE çalışmaları yürütmektedirler. Bu çalışmada, grafit takviyeli polipropilen malzeme ile nano karbon polipropilen kompozit malzemenin Izod Darbe Testi, Eriyik Akış Endeksi (MFI), Isı Deformasyon Testi (HDT), Sertlik Testi (Shore-D) ve Çekme Testleri yapılmıştır. Yapılan test sonuçlarına göre bu iki farklı kompozit malzemenin bazı termal ve mekanik özellikleri deneysel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, bu iki malzemenin mekanik ve termal özelliklerinde önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Grafit, Polipropilen, Nano Karbon, Mekanik özellik, Termal özellik

COMPARISON OF EXPERIMENTAL DATA OF SOME THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NANO CARBON PARTICLE AND GRAPHITE REINFORCED POLYPROPYLENE COMPOSITE MATERIAL

Abstract
Advances in science and technology bring many innovations today. These developments have brought an efficient solution to the need for qualified materials in the field of industry and technology. The importance of composite materials in engineering today is also greatly increasing. The use of advanced composite materials in civil and military air vehicles, especially in the automotive industry, is increasing every day. Composite materials are used in most engineering structures today. The mechanical properties of composite materials produced in this direction are determined and the development of these properties is of great importance. In recent years, both industrial organizations and academics have been conducting intensive R & D studies to improve the mechanical and thermal properties of composite materials. In this study, the graphite-reinforced polypropylene nano-carbon material-polypropylene composites Izod impact test, melt flow Index (MFI), Heat Deformation Test (HDT), hardness test (Shore D) and tensile tests were conducted. According to the test results, some thermal and mechanical properties of these two different composite materials were compared experimentally. As a result, there have been significant differences in the mechanical and thermal properties of these two materials.

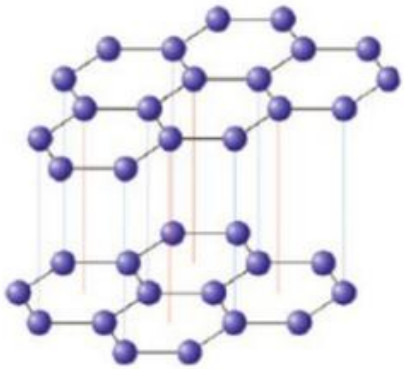
Key words: Graphite, polypropylene, Nano Carbon, mechanical properties, thermal properties

1. GİRİŞ

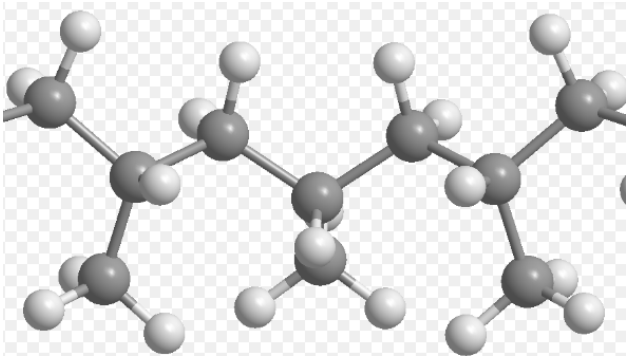
Kompozitler birbiri içerisinde çözülmeyen ancak bir yapı olarak birlikte hareket edebilen iki veya daha fazla farklı malzemeden elde edilen malzemelerdir. Bu malzemeler tarih boyunca kullanılmıştır ve

kullanımı gittikçe artmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve uygulama alanlarındaki farklılıklar, özellikle nano-grafit takviyeli kompozitlerin önemini arttırmıştır. Kompozitler; binalar, köprüler, mobilyalar, çok katlı tenis raketleri, kayak araçları, kılıçlar, optik lensleri, lazer ayna destekleme sehpaları gibi çok farklı alanlarda mühendislik malzemeleri olarak tercih edilmektedir. Özellikle sivil ve askeri uçaklarda son 25 yıldan beri ileri kompozit malzemeler kullanılmaktadır.

Son yıllarda, nanobilimdeki ilerlemeler, nanoparçacıkların otomobil, inşaat, elektronik ve havacılık sektörlerine yönelik uygulama alanlarını genişletmektedir. Son derece küçük boyutlar, özel şekil, mükemmel yüzey alanı gibi yapısal özelliklerine sahip olan nanoparçacıklar, mükemmel fizyokimyasal özellikler sergilerler ve benzersiz elektrik, termal ve mekanik özellikler yansıtmaktadırlar. Şekil 1'de grafit, Şekil 2'de polipropilen malzemesinin kimyasal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 7. Grafit malzemesinin kimyasal yapısı



Şekil 8. Polipropilen malzemesinin kimyasal yapısı

Bu çalışmada, grafit takviyeli polipropilen kompozit malzeme ve nano karbon takviyeli polipropilen kompozit malzeme enjeksiyon yöntemi ile üretimi yapılarak, yeni ürünün mekanik ve termal özellikleri deneysel olarak incelenmiştir. Bu iki farklı kompozit malzemenin termal ve mekanik özellikler incelenerek bunlar arasında deneysel kıyaslama işlemi yapılmıştır. Bu sayede endüstride ihtiyaç duyulan ergonomik parçaların üretimi sağlanmış olacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Plastik malzemelerden en yaygın olarak kullanılan polipropilen polimer malzemesi ile grafit takviyeli kompozit malzemesi ve nano karbon takviyeli kompozit malzemesi üretimi enjeksiyon makinesinde prototip levha çekme test numunesi üretimi yapılmıştır. Bu ürünlerin ızod darbe, ısı deformasyon, eriyik akış endeksi, çekme-kopma testi, shore-d ve yoğunluk testleri yapılarak bu iki farklı malzemenin termal ve mekanik özellikleri incelenmiştir.

2.1. Üretim Aşaması

İlk aşama olarak standart test çubuğu kalıbı tasarımı ve kalıp imalatı yapılmıştır. Enjeksiyon kalıplama yöntemiyle polipropilen ve grafit takviyeli polipropilen ve nano karbon kompozit malzemesi ile çekme

test çubuğu üretimi yapılmıştır. Enjeksiyon tezgâhında üretimi için gerekli olan parametreler aşağıda belirtilmiştir.

- Enjeksiyon hızı 45 mm/sn
- Malzeme alma hızı 60 mm/sn
- Malzeme alma basıncı 50 bar
- Yastıklama 10 mm
- Malzeme özelliklerinden dolayı ütüleme işlemi yapılmamıştır.

Şekil 3'te enjeksiyon makinesi ve Şekil 4'te test çubuk örnekleri verilmiştir.



Şekil 9. Enjeksiyon makinesi



Şekil 10. Test çubuk örnekleri

2.2. Eriyik Akış Endeksi (MFI) Testi

Akışkanlık, ürünün işlenmesinde ve kalıplanmasında kritik öneme sahiptir. Bu nedenle de kontrolü önemli bir parametredir. Akışkan indeksi MFI (ISO 1133) testi, Melt Index test cihazı ile yapılmıştır. Şekil 5'te original pp ve grafit takviyeeli pp gösterilmiştir.



(a) (b)

Şekil 11. Orijinal (a) ve grafit takviyeli (b) polipropilen

Şekil 6'da eriyik akış endeksi test cıhazı ve Tablo 1'de özellikleri verilmiştir.



Şekil 12. Eriyik Akış Endeksi cihazı

Tablo 5. Test cihazı özellikleri

Sıcaklık	220°C
Yer çekimi	0,915 g/cc
Hacimsel erime akış hızı (MVR)	1
Kütlesel erime akış hızı (MFR)	0
Ön ısıtma yük süresi	5sn
Ölçüm zamanı	10sn
Yük	2,75 kg
Meme çapı	2,095mm
Yük uzunluğu	8mm
10 sn de adımlardaki kesim ölçüsü	0,25mm

Tablo 2'de malzemelerin MFI sonuçları verilmiştir.

Tablo 6. Eriyik Akış Endeksi (MFI) Sonucu (g/10dak)

Malzeme	Katkısız PP	Grafit takviyeli PP	Nano karbon takviyeli PP
1	3,1	3,3	2,8
2	3,2	3,5	2,6
3	3,1	3,2	2,7
Ortalama	**3,13**	**3,3**	**2,7**

Yapılan test sonuçlarında Eriyik Akış Endeksi (MFI) nano karbon takviyeli polipropilen malzemesinin akışkanlığında artma meydana gelmiştir. Bu da bize daha kompleks kalıplarda dolum analizlerinde grafit takviyeli kompozit malzemesine göre avantaj sağlamış olur. Bu sonuçta bizim yeni kompozit malzemenin enjeksiyon ve ekstrüzyon yöntemi ile üretim yapabileceğini öngörmüştür ve endüstriyel ürünlerin imalatında büyük avantaj sağlamıştır.

2.3. Katkısız Polipropilen ve Geri Dönüştürülmüş AYPE İzod Darbe Deneyi

Izod Darbe Testi gevrek kırılmaya neden olabilecek şartlar altında çalışan malzemelerin mekanik özelliklerinin (darbe dayanımı) belirlenmesinde kullanılmaktadır. Şekil 7'de izot darbe test cihazı ve Tablo 3'te özellikleri verilmiştir.

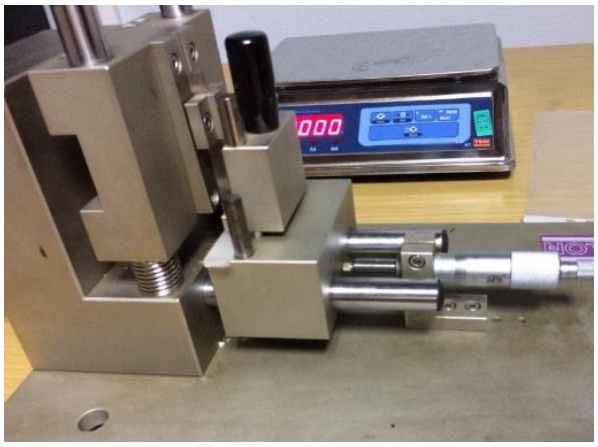


Şekil 13. İzod darbe test cihazı

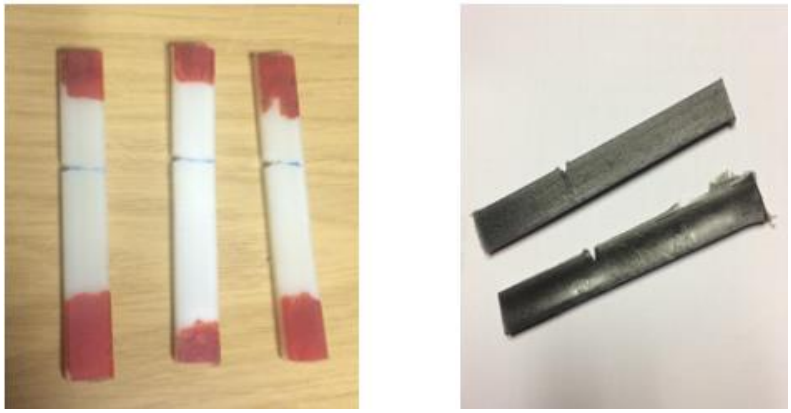
Tablo 7. Izod darbe test cihazının özellikleri

Sarkacın enerjisi	2,75 joule
Açı	0,915 g/cc
Genişlik	4 mm
Kalınlık	8 mm
Çentik kalınlığı	2 mm
Yerçekimi	9,84 m/s²

Şekil 8'de çentik açma cihazı ve şekil 9'da katkılı ve katkısız PP numuneler gösterilmiştir.



Şekil 14. Çentik açma cihazı



(a) (b)

Şekil 15. Katkısız (a) ve katkılı (b) PP ürün

Numunelere ait izot darbe test sonucu Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 8. İzot darbe test sonucu

Malzeme (100x10x4)	Katkısız PP		Grafit Takviyeli PP		Nano Karbon Takviyeli PP	
	Çekicin Harcanan Enerjisi (Joule)	İzod Sonucu (kj/m²)	Çekicin Harcanan Enerjisi (Joule)	İzod Sonucu (kj/m²)	Çekicin Harcanan Enerjisi (Joule)	İzod Sonucu (kj/m²)
1	0,087	3,012	0,119	4,132	0,095	3,299
2	0,094	3,043	0,106	3,681	0,074	2,569
3	0,092	3,035	0,115	4,102	0,108	3,750
Ortalama	**0,091**	**3,030**	**0,113**	**3,971**	**0,092**	**3,206**

Yapılan test sonuçlarına göre grafit takviyeli kompozit malzemenin mekanik özelliği nano karbon takviyeli kompozit malzemesinden % 23 oranında daha avantajlıdır. Grafit takviyeli kompozit malzemenin katkısız polipropilen malzemesine göre mekanik özelliği %31 artmıştır. Nano karbon takviyeli kompozit malzemenin katkısız polipropilen malzemesine göre mekanik özelliği 5,48 artmıştır.

2.4. Isı Deformasyon (HDT) Testi

Polimer, mamul ve yarı mamullerin belirli bir sıcaklığa maruz kaldığında hangi sıcaklık değerine kadar limiti olduğunun belirlenmesinde kullanılır. Yapılan bu test HDT (Heat Deflection Temperature) ISO 75 standardına uygun olarak yapılmıştır. Numune, 3 istasyonda yapılarak bulunan sonuçların aritmetik ortalaması alınmıştır.şekil 10'da HDT test cıhazı, Tablo 5'te cihazın özellikleri verilmiştir. Tablo 6, Tablo 7 ve Tablo 8'de ısı deformasyon test sonuçları verilmiştir.



Şekil 16. Isı deformasyon (HDT) test cihazi

Tablo 9. Isı deformasyon (HDT) test cihazi özellikleri

Başlama sıcaklığı	25°
Soğuma sıcaklığı	23°
Ön ısıtma sıcaklığı	5sn
Yük 1	256 g
Yük 2	128 g

Tablo 10. Katkısız polipropilen ürün Isı Deformasyon (HDT) test sonuçları

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon

Deneme	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)
1	0,01	26,2	0,01	26,9	0,01	27,1
2	0,04	28,3	0,04	28,5	0,04	29,6
3	0,07	30	0,07	31,2	0,07	32,3
4	0,10	32,1	0,10	33,4	0,10	33,1
5	0,13	33	0,13	34,9	0,13	34,8
6	0,17	35,2	0,17	35,7	0,17	35,9
7	0,20	36,3	0,20	37,6	0,20	37,8
8	0,23	37,8	0,23	38,5	0,23	38,8
∑ORT,	**0,118**	**32,3625**	**0,118**	**33,3375**	**0,118**	**33,675**

Tablo 11. Nano karbon takviyeli ürün HDT test sonuçları

	1.İstasyon		2.İstasyon		3.İstasyon	
Deneme	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)
1	0,01	30,2	0,01	30,4	0,01	30,5
2	0,04	32,7	0,04	32,5	0,04	32,9
3	0,07	34,9	0,07	36,1	0,07	35,4
4	0,10	36,8	0,10	37,9	0,10	37,7
5	0,13	39,5	0,13	39,8	0,13	39,3
6	0,17	41,3	0,17	41,5	0,17	41,2
7	0,20	43,5	0,20	43,9	0,20	43,8
8	0,23	45,2	0,23	45,5	0,23	45,1
∑ORT,	**0,118**	**38,0**	**0,118**	**38,4**	**0,118**	**38,2**

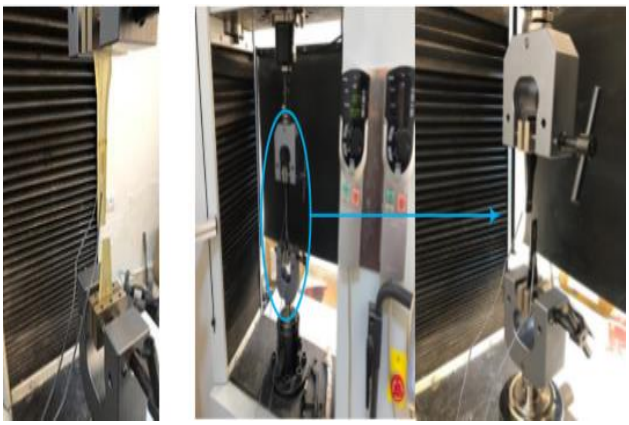
Tablo 12. Nano karbon takviyeli ürün HDT test sonuçları

	1.İstasyon		2.İstasyon		3.İstasyon	
Deneme	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)	Derinlik (mm)	Sıcaklık (°C)
1	0,01	31,8	0,01	30,3	0,01	30,8
2	0,04	33,6	0,04	34,5	0,04	33,6
3	0,07	35,2	0,07	37,2	0,07	35,8
4	0,10	37,1	0,10	39,2	0,10	37,4
5	0,13	39,54	0,13	40,7	0,13	38,8
6	0,17	42,3	0,17	42,3	0,17	40,6
7	0,20	43,2	0,20	44,9	0,20	42,6
8	0,23	45,25	0,23	46,1	0,23	44,9
∑ORT,	**0,118**	**38,51**	**0,118**	**39,4**	**0,118**	**39,2**

Nano karbon takviyeli kompozit malzemenin ısı deformasyon testi sonucunda %12 iyileşme görülmüştür. Grafit takviyeli kompozit malzemenin ısı deformasyon testi sonucunda %13,5 iyileşme görülmüştür. Grafit takviyeli kompozit malzemesinde nano karbon takviyeli kompozit malzemesine göre %1,5 iyileşme meydana gelmiştir. Yaklaşık olarak kompozit malzemeler 6 °C termal özelliği artmıştır.

2.5. Çekme Deneyi

Çekme testi, malzemede belirli bir şekil değiştirme meydana getirmek için uygulanması gereken kuvvetin hesaplanması ya da cisme belirli bir kuvvet uygulandığında meydana gelecek şekil değişiminin belirlenmesi amacıyla çapılır. Orijinal polipropilen ve grafit takviyeli polipropilen kompozit numuneler 250 kN kapasite yük hücreleri ile Shimadzu marka universal test cihazı kullanılarak 1 mm/dak çekme hızında çekme deneylerine tabi tutularak yapılmıştır. Şekil 11'de testin yapılışı gösterilmiştir. Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11'de malzemelere ait çekme testi sonuçları verilmiştir.



Şekil 17. Çekme testi yapilişi

Tablo 13. Orijinal polipropilen çekme testi sonuçları

Numune	Çekme Mukavemeti (MPa)	Akma Mukavemeti (MPa)	Elastikiyet Modülü (MPa)	Akmada Uzama (mm)	Kopmada Uzama (mm)
1	29,963	26,139	1410,9	3,85	17,27
2	30,227	26,228	1965,8	3,33	14,84
3	30,504	25,887	1639,5	3,57	15,93
Ortalama	**30,231**	**26,084**	**1672,06**	**3,583333**	**16,01**

Tablo 14. Grafit takviyeli çekme testi sonuçları

Numune	Çekme Mukavemeti (MPa)	Akma Mukavemeti (MPa)	Elastikiyet Modülü (MPa)	Akmada Uzama (mm)	Kopmada Uzama (mm)
1	28,447	25,816	1719,8	3,50	11,49
2	28,898	25,899	2080,6	3,24	8,71
3	29,079	25,808	1901,4	3,35	12,73
Ortalama	**28,808**	**25,841**	**1900,6**	**3,36**	**10,97**

Tablo 15. Nano karbon takviyeli kompozit çekme testi sonuçları

Numune	Çekme Mukavemeti (MPa)	Akma Mukavemeti (MPa)	Elastikiyet Modülü (MPa)	Akmada Uzama (mm)	Kopmada Uzama (mm)
1	29,688	26,488	1333,7	3,98	9,97
2	29,427	26,487	1976,6	3,34	7,99
3	29,156	26,331	1609,8	3,67	9,85
Ortalama	**29,423**	**26,084**	**1672,06**	**3,653**	**16,01**

Yapılan çekme testi sonuçlarına göre grafit takviyeli polipropilen kompozit malzemenin mekanik özelliklerinde iyileşme görülmüştür. Bu iyileşme özellikle elastikiyet modülünde %8,3 gibi yüksek

miktardaki artış PP malzemeleri için önemli bir artış demektir. Nano karbon elde edilen artışta yaklaşık %6,28 dir. İki kompozit malzemenin de çekme test sonuçları benzer çıkmıştır.

2.6. Shore-D testi

Shore-D testi plastik ya da esnek olan malzemelerin sertliğini belirlemek için kullanılan deneydir. Polimerlerin, elostemerlerin ve kauçukların sertliğini belirtmek için kullanılmaktadır. Enjeksiyon makinası ile hazırlanan numunelerin sertlik testleri verilen ZWICK marka Shore D durometre ile yapılmıştır. Şekil 12'de test cihazı ve Tablo 12'de test sonuçları verilmiştir.



Şekil 18. Shore-D test cihazı

Tablo 16. Shore-d test sonuçları

Malzeme	Katkısız PP	Grafit takviyeli PP	Nano karbon takviyeli PP
1	69	70	69
2	70	70	70
3	67	69	68
Ortalama	**68,66**	**69,66**	**69**

Yapılan Shore-D sonuçlarına göre yeni kompozit malzemenin sertliğinde ihmal edilecek değerde veri elde edilmiştir. Bu da yeni kompozit malzemenin mekanik özelliğinde artma meydana gelmesine rağmen işlenebilirliğinde değişme olmamıştır. Bu da bize; kompleks parçaların imalatının kolay yapılacağını öngörmüştür.

3. SONUÇ

Termoplastik malzemelerden olan Polipropilen, otomotiv sanayinde kullanılan parçalardan, tekstil ve yiyecek paketlemesine kadar, tıpta dişçilikte ve protez vb. çok geniş kullanım alanlarına sahip bir polimerdir. Plastik malzemelerin ucuzluğu hafifliği gibi de birçok avantajları vardır. Plastik malzemelerin birçok avantajları olduğu gibi dez avantajları da mevcuttur. Mukavemetinin ve termal özelliklerinin çok iyi olmaması gibi dezavantajları da vardır. Günümüzde, hızla gelişen sanayileşmeye bağlı olarak, geleneksel yöntemlerle imal edilen malzeme, cihaz ve özelliklede otomotiv parçalarından beklenen performanslar yeterli olmamaktadır. Kompozit malzemeler, hafiflik, takviye malzemelerle de mekanik özelliklerin iyileştirilmesiyle ve kolay işlenebilirlikleri vb. üstün özelliklere sahip olmasından dolayı birçok endüstri alanında geleneksel olarak kullanılan metal malzemelerin yerini hızla almaktadır.

Yapılan bu çalışmada;

- %1-2 oranında polipropilen malzemesine nano-grafit malzemesi eklenerek kompozit malzeme oluşturulmuştur.
- Ekstrüder yöntemi ile karışımı yapılarak enjeksiyon tezgahında prototip standart levha çekme test çubukları üretilmiştir.
- Katkısız polipropilen (PP) ile prototipi üretilen ürün ile grafit takviyeli ürünün Izod Darbe test sonuçlarında mekanik özellik olarak artış meydana gelmiştir.

- Grafit takviyesi her durumda nano karbon takviyesine göre mekanik ve termal özellikleri olarak daha ideal malzemedir.
- Yapılan ısı deformasyon (HDT) test sonuçlarına göre yeni kompozit malzemenin termal özelliğinin oldukça iyileştiği ve yaklaşık %13,5'lik eğilme sıcaklığı arttığı gözlenmiştir.
- Eriyik Akış Endeksi (MFI) artış görülmüş ve malzemenin termal özllikleri artmıştır
- Sertlik Testi (Shore-D) sonucunda yeni kompozit malzemenin sertliğinde ihmal edilecek değerlerde veriler elde edilmiştir.
- Bu sayede her iki kompozit malzeme de savunma, havacılık ve otomotiv sanayinde alternatif yeni ürün olarak kullanılabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

(2019) IEEE Websitesi. [Online]. Erişim: https://kimyahaberleri.com/2018/04/20/membran-teknolojisinde-yeni-boyut-grafit/

A Ezdeşir, E. Erbay, İ. Taşkıran, A. Yağcı, M. Cöbek and T. Bilgiç, Polimerler 1 PAGEV Yayınları, İstanbul, 1999.

A. Gharbani "Karbon İplik Dolgulu Grafit/Epoksi Nanokompozitlerin Özellikleri", Y. L. Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 2014.

H. Kim, A.A. Abdala, and C.W Macosko, " Graphene/polymer nanocomposites", Macromolecules, 43 (16), 6515-6530, 2010.

http://www.kimyaturk.net/

Investigation of 3D Printing Filling Structures Effect on Mechanical Properties and Surface Roughness of PET-G Material Products, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6, pp. 114-121, 2017.

Investigation of 3D Printing Occupancy Rates Effect on Mechanical Properties and Surface Roughness of Pet-G Material Products, Journal of New Results in Science, 7(2), 1-8, 2018.

R. Wu, G. Huang, and X. Zhang, "Study on Thermodegradation of High Molecular Weight PET", IFJ, June, 54-55, 1994.

T. Chen, B. Zeng, J.L. Liu, J.H. Dong, X.Q. Liu, Z. Wu, X.Z. Yang and Z.M. LI, " High Throughput Exfoliation of Graphene Oxide from Expanded Graphite with Assistance of Strong Oxidant in Modified Hummers Method Nat", Nanotechnol, 3, 538, 2009.

MİKRO TALAŞLI İMALAT İŞLEMLERİ İÇİN CNC FREEZE TEZGAHININ STATİK YAPISAL ANALİZİ

Türker Yetkin ÖZDEMİR
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim / Makine Mühendisliği Bölümü
turker.yetkin@gmail.com

Mehmet AYDIN
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi / Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi / Endüstri Ürünleri Tasarımı
mehmet.aydin@bilecik.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, mikro frezeleme işlemleri için özel olarak geliştirilen bilgisayarlı sayısal kontrollü (CNC) freze tezgahının sonlu elemanlar (FE) yöntemine dayanarak yapısal analizi gerçekleştirilmiş ve farklı yapısal koşullar altında gerilme ve deformasyon dağılımı hesaplanmıştır. Analiz sürecinde, belirli sınır koşulları ve iş miline uygulanan kuvvet altında yan plakalarda oluşan gerilme yığılmaları ve deformasyon miktarları incelenmiştir. Yan plakalar için çeşitli modeller tasarlanmıştır. Bu tasarımlar yan plakaların iç köşe kavis yarıçapı ve dış köşe pah ölçüsü değiştirilerek ve parçalı yan plaka oluşturularak yapılmıştır. Yan plakalar için farklı eleman boyutları kullanılarak ağ boyutu analizi de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak, parçalı yan plaka analizinde alt parçanın neredeyse rijit bir davranış sergilediği görülmüştür. Yan plaka üst parçası için optimum kavis yarıçapı da belirlenmiş ve dış köşelerin sonuçlar üzerinde çok önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gerilme, Deformasyon, Mikro işleme, Sonlu elemanlar analizi, Takım tezgahı, Model optimizasyonu

STATIC STRUCTURAL ANALYSIS OF A CNC MILLING MACHINE TOOL FOR MICRO MACHINING PROCESSES

Abstract
In this study, the structural analysis of the computer numerically controlled (CNC) milling machine developed specifically for micro milling operations was performed based on the finite element (FE) method and the stress and deformation distribution was calculated under different structural conditions. In the analysis process, the stress accumulation and deformation amounts on the side plates were investigated under the given boundary conditions and force applied to the spindle. Various models have been designed for the side plates. These designs were made by changing the inner corner curve radius and outer corner chamfer dimension of the side plates and making a segmented side plate. The analysis of the mesh size was also performed for the side plates using different element sizes. Based on the results obtained, it was observed that the lower part almost showed a rigid behavior in the segmented side plate analysis. The optimum curvature radius for the side plate upper part was also determined and it was found that the outer corners had no significant effect on the results.

Keywords: Stress, Deformation, Micro machining, Finite element analysis, Machine tool, Model optimization

1. GİRİŞ

Takım tezgahları, iş parçasını yerleştirmek veya hareket ettirmek için birkaç eksen ve yeterli çalışma alanı biçiminde tasarlanan birkaç serbestlik derecesine sahip mekanizmalardır. Eksenleri tahrik eden mekanizma, takım ve iş parçası için gereken hareketi sağlar (Lopez ve Lamikiz, 2009). Takım tezgahının yapısı, makine bileşenlerini destekler ve istenen doğruluk derecesini elde etmek için gereken rijitliği sağlayarak kesme ve diğer kuvvetlere karşı direnç gösterir. Takım tezgahlarının tasarımında boyutsal kararlılık, düşük malzeme genleşme katsayısı ve düşük malzeme sarfiyatı göz önünde bulundurulması gereken temel özellikleridir (Chan ve Hkaing, 2019). Dolayısıyla, takım tezgahı, yüksek sönümleme ve düşük ısıl bozulma özeliklerine sahip olmalıdır. Bu özellikler tezgahın statik, dinamik ve termal davranışlarını inceleyerek belirlenir.

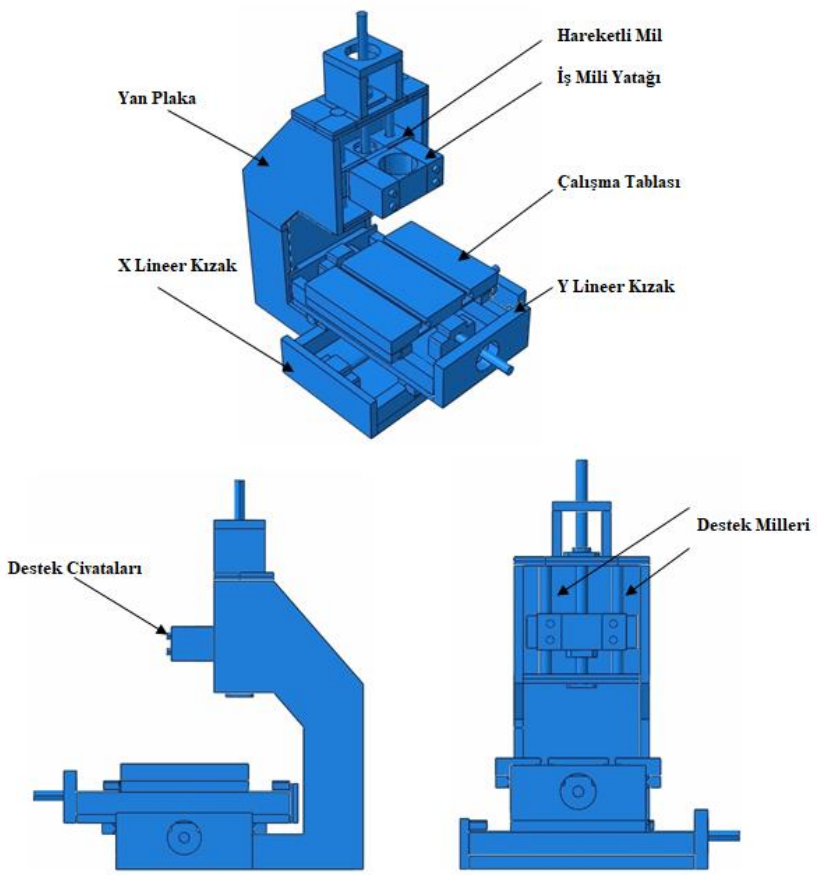
Takım tezgahı yapısı temel olarak iki parçadan oluşur, birincisi makine yatağı veya şasidir, ikincisi ise makine şasisi ve yatağı üzerindeki yapısal bileşenlerdir. Bu bileşenler işleme süreçleri ve kesme kuvvetleri göz önüne alınarak tasarlanır. Özellikle taban plakası, yan plakalar, çalışma tablası, mesnetler gibi yapısal bileşenler için sertliği ve hafifliği artırarak takım tezgahlarının yapısal tasarımının iyileştirilmesi sağlanır. Takviye plakalarında yapılan düzenlemeler sayesinde de tezgahtaki malzeme kullanımı ve yapısal sertlik değerlendirilmeye alınmış olur. Dolayısıyla, takviye plakalarının tasarımı, işleme performansı ve enerji tasarrufu açısından önemli bir etmendir.

Takım tezgahlarının davranışlarını incelemek için sonlu elemanlar yöntemi makine üreticileri ve araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmıştır (Srinivasa ve Shunmugam, 2014, Chen ve Hung, 2016, Aydın ve Kisioğlu, 2013). Bu yöntem, gerilme ve yer değiştirme hesaplaması gerçekleştirmek için düğüm noktalarında birbirine bağlanan bir dizi elemanı kullanmaktadır ve bir takım tezgahı için optimum tasarım geliştirme süresini azaltır. Takım tezgahının temel yapısal bileşenleri de (makine yatağı, taban, kolon vb.) sonlu eleman teknikleri ile analiz edilmiştir (Sinha ve Murarka, 1988). Bianchi ve Paolucci (1966) takım tezgahı yapısını ve dinamik davranışını incelemek için bir sonlu elemanlar modeli geliştirmişlerdir. Huang ve Lee (2001) bilgisayar destekli mühendislik (CAE) teknikleri ile kesici takım rijitliğini incelemişlerdir. Baker ve Rouch (2002) tornalama işlemlerinde kararlılık özelliklerini analiz etmek ve modeller kurmak için sonlu elemanlar kodu kullanmışlardır. Zhang ve ark.(2003) da takım tezgahı yapısının dinamik davranışını tahmin etmek için nümerik teknikler kullanmışlardır. Shneor ve Portman (2010) farklı kinematiğe sahip beş eksenli takım tezgahlarının rijitlik analizini yapmışlardır. Mayr ve ark. (2012) ve Mian ve ark. (2012) takım tezgahlarındaki termal sorunları kapsamlı bir şekilde analiz etmişlerdir. Phillip ve ark. (2006) takım tezgahlarının performansını değerlendirmek ve geliştirmek için çalışmalar gerçekleştirmiştir. Wang ve ark. (2010) mikro işleme için bir takım tezgahı geliştirmiş ve bu takım tezgahında yüksek hassasiyetli işleme için çalışmalar yapmıştır. Andolfatto ve ark. (2011) beş eksenli takım tezgahları için farklı servo, geometrik ve dinamik hata kaynakları tanımlanmış ve bu hatalar için değerlendirme yöntemleri bildirmiştir. Majda (2012) bireysel kılavuz rayların geometrik hatalarını modellemiş ve takım tezgahlarının kinematik doğruluğunu analiz etmiştir. Son yıllarda, mikro ölçekli tezgahların geliştirilmesi için tasarımlar yapılmıştır. Kussal ve ark. (2002) prototip mikro-takım tezgahı geliştirmiştir. Bang ve Lee (2005) kolon tipi beş eksenli küçük ölçekli freze takım tezgahı yapmıştır. Cox ve ark. (2006) dört eksenli küçük ölçekli bir dikey merkezli takım tezgahı tasarlamıştır. Lee ve ark. (2006), Li ve ark. (2008) küçük ölçekli freze tezgahı geliştirmişlerdir. Adair ve ark. (2011) mikro tornalama için bir takım tezgahı sunmuştur. Geleneksel takım tezgahlarında görüldüğü gibi, küçük ölçekli takım tezgahları da sonlu eleman metotları kullanarak analiz edilmiştir (Lee ve ark.,2006, Jackson ve ark., 2009, Lianqinq ve liping, 2009). Cho ve Kim (2011) polimer kompozitlerin masa üstü takım tezgahı yapılarında kullanımını araştırmıştır.

Bu çalışmada, mekanik mikro frezeleme işlemleri için özel olarak geliştirilen CNC freze tezgahının sonlu elemanlar yöntemine dayanarak yapısal analizi gerçekleştirilmiştir. Quin tarafından tasarlanan CNC mikro freze takım tezgahı tasarımı (Quin, 2013) sonlu elemanlar analizinde esas alınmıştır. Sonlu elemanlar ağının optimizasyonu, pah kırma ve kavislerin etkisi, gerilmesiz yerler ve iki parçalı analizler incelenmiştir. Analizlerden elde edilen deformasyonlar ve gerilmeler yapısal bileşenlerin yeniden tasarlanması için kullanılmıştır.

2. MİKRO FREZE TAKIM TEZGAHI TASARIMI

Bu çalışmada, Quin tarafından tasarlanan CNC mikro freze takım tezgahı (Quin, 2013) incelenmiştir. Şekil 1 CNC mikro freze takım tezgahının geometrik modelini göstermektedir. Takım tezgahı, alt plaka, yan plakalar, iş mili başlığı ve iş mili yatağından oluşmaktadır. İş parçasının hareketi için iki lineer kızak ve bir hareketli mil kullanılmıştır. X ve Y lineer kızaklarının genel boyutu 160×275×26mm'dir. Alt plaka 15mm kalınlığına olup, yapının tamamında taşıyıcı görevi görmektedir. Yan plakaların yükseklikleri 336mm'dir ve yapıda moment taşıyacak konumda tasarlanmıştır. Yapının üst kısmında iş mili ve yatağını destekleyen iki adet mil bulunmaktadır. İş mili, mil yatağına monte edilmiştir. Mil yatağının montajı 4 adet M6 cıvata ile yapılmıştır. Takım tezgahının genel boyutu 290×275×453mm'dir. Tablo 1 de takım tezgahı sistemini oluşturan malzemeler ve özellikleri verilmiştir.



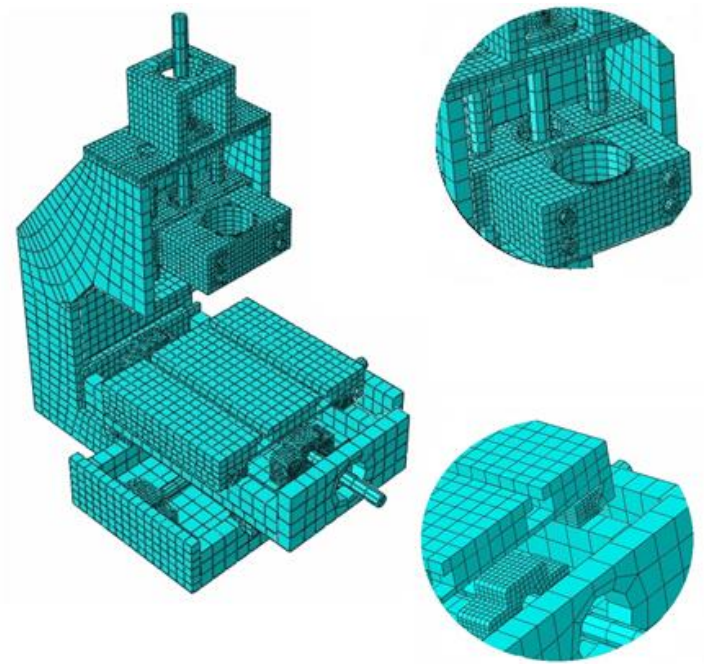
Şekil 1. Mikro freze takım tezgahı geometrik modeli

Tablo 1. Malzeme Özellikleri

Parça Adı	Malzeme	Elastikiyet Modülü (GPa)	Possion Oranı	Yoğunluk (kg/m^3)
Alt plaka	Dökme Demir	170	0,25	7100
Yan ve diğer parçalar	Alüminyum	71	0,33	2770
Cıvata (M6)	8.8 kalite	210	0,3	-

3. MİKRO FREZE TEZGAHI SONLU ELEMAN MODELİ

Takım tezgahının geometrik modeli bir bilgisayar destekli çizim programında ve sonlu eleman modeli ABAQUS CAE sonlu elemanlar programı kullanılarak oluşturulmuştur. Takım tezgahı gövdesini oluşturan tüm parçalar, süpürme tekniği ile birlikte hekzahedron dominant meshing metodu kullanılarak elemanlara bölünmüştür. Takım tezgahı sonlu eleman modeli 29.852 eleman ve 45.521 düğümden oluşmaktadır. Şekil 2 mikro freze takım tezgahının sonlu eleman modelini göstermektedir. Sonlu elaman analizinde C3D8R eleman tipi kullanılmıştır.



Şekil 2. Mikro freze takım tezgahının sonlu elemanlar ağı

Uygulanan dış kuvvetler nedeniyle oluşan reaksiyon kuvvetleri uygun bir kuvvet akış yolu ile makine yatağına iletilmelidir. Freze tezgahını oluşturan yapısal bileşenler arasında uygun bir temasın tanımlanması gerekir. Bu amaçla, parçalar arasındaki temas, tie temas koşulu kullanılarak tanımlanmıştır.

Yükleme ve sınır koşulları, pratik durumda mevcut olan gerçek koşullara göre sonlu elemanlar modeline uygulanmıştır. Sıkma torkuna bağlı kuvvetler civatalara etki etmektedir. 1000 N'luk bir ön gerilme kuvveti civata ekseni boyunca uygulanmıştır. Bu analizde, montajda mevcut vidaların sıkma torku nedeniyle kuvveti temsil eden toplam 4 ön gerilme kuvveti modellenmiştir. Standart yerçekimi tüm modele uygulanırken, kesme kuvvetlerini simüle etmek için Z yönünde iş mili ucuna kuvvet uygulanmıştır. Tablo 2 takım tezgahının sonlu elemanlar analizinin yük durumlarını listelemektedir. Sonlu elemanlar modeline uygulanan yükler, doğrusal olmayan temaslar nedeniyle ortaya çıkan yakınsama sorununu önlemek için üç adımda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Yükleme koşulları

No	Yük Türü	X	Z	Çözüm
1	Ön Gerilme	1000 N		Deformasyon ve Gerilme
2	Yer Çekimi		9,81m/s^2	
3	Kuvvet		500 N	Deformasyon ve Gerilme

Yukarıda tanımlanan mekanik mikro freze tezgahının sonlu eleman modeli oluşturulduktan sonra statik yapısal analiz gerçekleştirilmiştir.

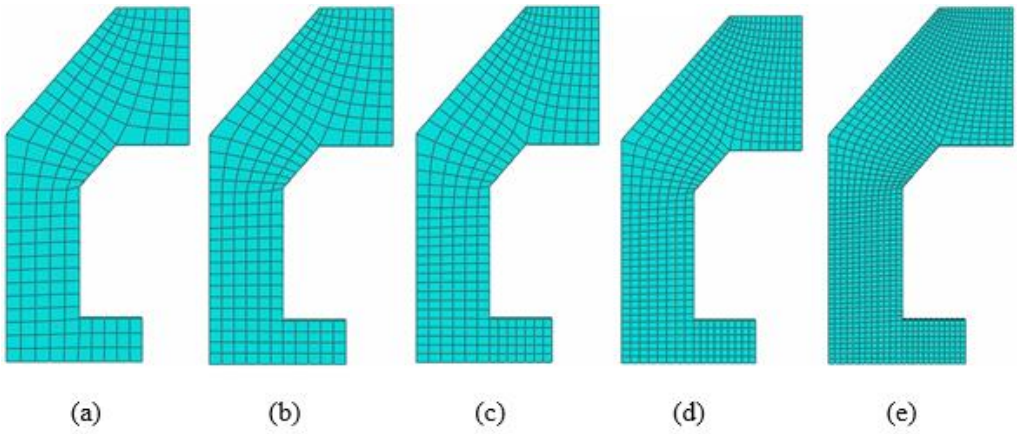
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mikro freze takım tezgahının sonlu elemanlar analizi sonucunda, yan plakalarda meydana gelen gerilme ve deformasyon değerleri incelenmiştir. Bu sonuçlar, aşağıda verilmiştir.

4.1 Sonlu Elemanlar Ağı Boyutunun Optimizasyonu

Ağ boyutu analiz sonuçlarının değişmesine neden olduğu için uygun eleman boyutunun bulunması gereklidir. Bu nedenle, yan plakaların eleman boyutu değiştirilerek uygun eleman boyutu bulunmuştur. Şekil 3 farklı eleman boyutları için mikro freze takım tezgahının yan plakalarına ait sonlu elemanlar ağını göstermektedir. Şekil 3a, b, c, d ve e sırasıyla 13, 11, 9, 7 ve 5 mm eleman boyutuna karşılık gelmektedir.

Tablo 3 de farklı eleman boyutları ile elde edilen analiz sonuçları verilmiştir. Görüldüğü üzere deformasyon değerleri ağ yapısı boyutuna önemli ölçüde bağlı değildir. Ancak gerilme değerleri incelendiğinde 5mm ağ boyutu ile gerilme değeri diğer ağ yapısı boyutlarından daha yüksek elde edilmiştir. Diğer ağ yapısı boyutları 5, 7, 9, 11, 13mm kullanılarak elde edilen gerilme değerleri de birbirine çok yakındır. Analizlerin gerçekleştirilmesi için en düşük gerilme değerinin bulunduğu 11mm ağ boyutu kullanılabilir. Başka bir deyişle, analiz süreleri ve tabloda verilen sonuçlar doğrultusunda en uygun eleman boyutu 11mm olarak belirlenmiştir.



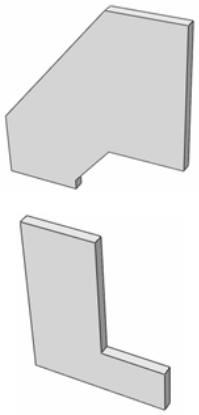
Şekil 3. Yan plakaların eleman boyutları: a) 13mm, b) 11mm, c) 9mm, d) 7mm, e) 5mm

Tablo 3. Ağ boyutuna göre analiz sonuçları

Eleman Boyutu (mm)	Deformasyon (mm)	Gerilme (MPa)	Analiz Süreleri (dk:s)
13	0,057	5,196	08:28
11	0,057	5,182	08:46
9	0,058	5,350	08:28
7	0,057	5,598	08:52
5	0,054	7,128	08:40

4.2 Parçalı Yan Plaka Analizi

Bu analizde, yan plakanın üst ve alt kısımları arasına Şekil 4'de görüldüğü gibi, bir bölme çizgisi eklenmiştir. Tablo 4 üst ve alt plakadaki deformasyon değerlerini göstermektedir. Tablodan görülebileceği gibi, alt plaka üst plakaya göre daha rijit bir davranış sergilemiştir.



Şekil 4. İki parçalı yan plaka

Tablo 4. Üç yöndeki yer değiştirime miktarları

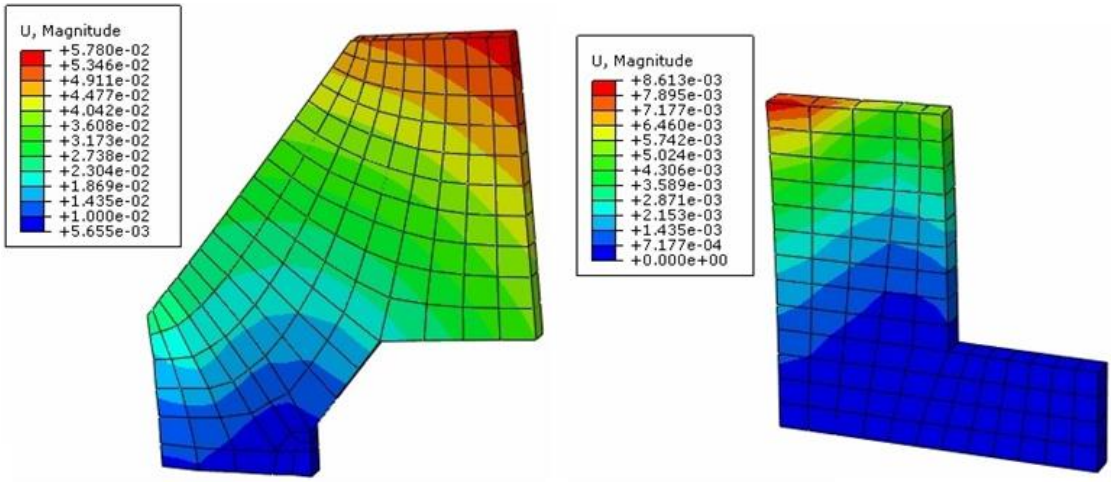
	Deformasyon (x) (mm)	Deformasyon (y) (mm)	Deformasyon (z) (mm)
Üst Plaka	0,04706	0,01023	0,03322
Alt Plaka	0,006278	0,004921	0,002299

Şekil 5 ve 6'da görüldüğü gibi, yapılan analiz sayesinde yan plakada oluşan maksimum deformasyon ve von mises gerilme miktarı ve yeri tespit edilmiştir. Tablo 5 deformasyon ve gerilme değerlerini göstermektedir. Tablodan, analizlerin yan planın üst kısmı ile devam edilebileceği ve alt kısmı için rijit kabulü yapılabileceği sonucu çıkarılabilir. Bu sonuç, alt plakaya sınır koşullarının uygulanması ve yan plaka ve alt plaka arasına tie sınır koşulu tanımlanmasına bağlanabilir.

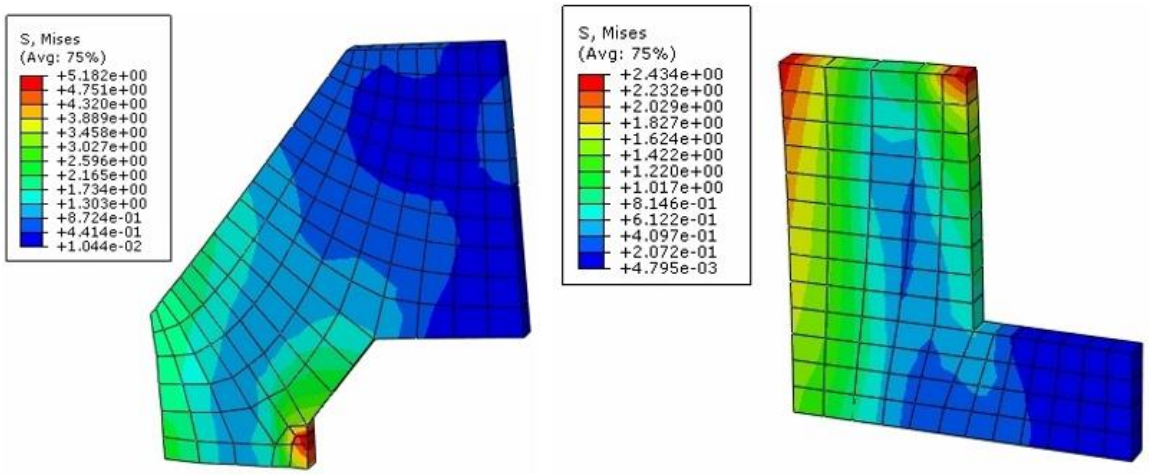
Analiz sayesinde gerilmelerin üst plakada hangi noktalarda oluştuğu ve bazı noktalarda da ihmal edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden, gerilme yığılmalarının azaltılması için parçada iyileştirme işlemleri yapılması gerektiği görülmüştür.

Tablo 5. Maksimum deformasyon ve gerilme miktarları

	Deformasyon(mm)	Gerilme (MPa)
Üst Plaka	0,05780	5,182
Alt Plaka	0,008613	2,434



Şekli 5. İki parçalı plakanın deformasyon değerleri



Şekil 6. İki parçalı plakanın gerilme değerleri

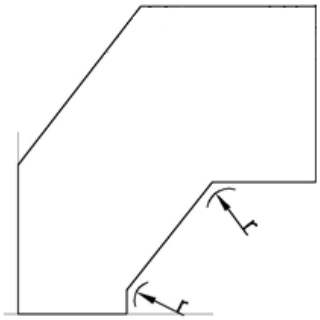
Yüklerin yan plakalar ve diğer elemanlar tarafından paylaşılması için analize bazı düzeltme faktörlerinin dahil edilmesi gerekir. Bu düzeltme faktörleri için iki parçaya ayrılan yan plakanın üst levhasında oluşan gerilmenin düşük olduğu yerleri tespit etmek ve gerilme yığılmalarını azaltmak için pah kırma ve kavis verme işlemleri uygulanmıştır.

4.3 Kavis Yarıçapı Etkisi

Kavislerin köşelerdeki gerilme seviyelerini azalttığı iyi bilinen bir gerçektir. Şekil 7'de belirtildiği gibi, yan plakada boğazın hem alt hem de üst kısımlarında 45 derecelik keskin köşeler vardır. Bu keskin dönüşler gerilme konsantrasyonuna yol açar. Yapılacak bir kavis gerilme konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltacaktır, ancak imalat sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, yan plaka uygun bir kavis yapı çapı ölçüsüne karar vermek için, Tablo 6'da belirtilen farklı kavis yarıçapı değerlerine göre analiz edilmiştir.

Tablo 6. Kavis yarıçapı değerleri

Kavis yarıçapı r (mm)	5	10	15	20



Şekli 7. Kavis yerleri

Farklı kavis yarıçapı değerlerinde elde edilen maksimum deformasyon ve gerilme değerleri Tablo 7'de verilmiştir. Kavis verilmesiyle yan plakanın deformasyonunda çok az değişiklik meydana gelmiştir. Başka bir deyişle, deformasyon miktarları kavis yarıçapının değişmesiyle ihmal edilebilir düzeyde değişmektedir. Gerilme değerleri dikkate alındığında en uygun kavis yarıçapı boyutu 10 mm olarak tayin edilmiştir.

Tablo 7. Farklı kavis yapı çapları için maksimum deformasyon ve gerilme değerleri

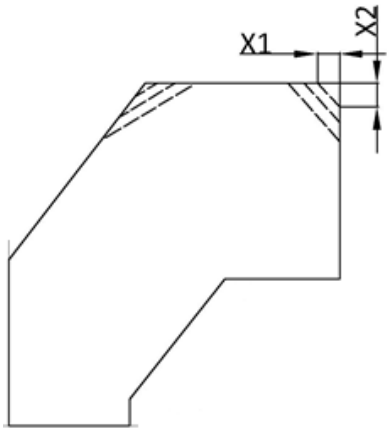
Kavis yarıçapı (mm)	Deformasyon (mm)	Gerilmesi (MPa)
5	0,0569	5,254
10	0,0566	5,260
15	0,0567	5,436
20	0,0564	5,328

4.4 Pah Kırma Etkisi

Düzlemsel gerinim koşulları altındaki cisimlerin serbest kenarlarının dayanıma çok az katkıda bulunduğu iyi bilinmektedir. Takım tezgahı plakalarının sonlu elemanlar analizi ile elde edilen sonuçlarından da, yan plakaların serbest kenarlarında gerilme oluşmadığı doğrulanmıştır. Serbest kenarlar cisimlerin dayanımına çok az katkıda bulunur. Böylece, serbest kenarlar kesilebilir veya pah kırılabilir. Şekil 8 ve Tablo 8'de detaylandırıldığı gibi, yan plakaların üst kısmına farklı ölçülerde pah kırılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 8. Pah boyutu değerleri

Pah Boyutu, X1×X2 (mm)	5×5	10×10	15×15



Şekli 8. Pah kırma yerleri

Tablo 9'da görüldüğü gibi, parçadaki pah kırma ile deformasyon değerlerinde önemli miktarda değişiklik olmamıştır. Ağırlığı ve maliyeti azaltmak için kenarlara pah kırılabilir. Yan plakaların serbest kenarlarına pah kırmanın takım tezgahının mukavemetini ve rijitliğini önemli ölçüde etkilemediği sonucu çıkarılabilir.

Tablo 9. Farklı pah ölçüleri için maksimum deformasyon ve gerilme değerleri

Pah Boyutu, X1×X2 (mm)	Deformasyon (mm)	Gerilme (MPa)
5x5	0,0571	5,179
10x10	0,0564	5,071
15x15	0,0557	5,060

5. SONUÇ

Bu çalışmada, mikro frezeleme işlemleri için tasarlanmış bir takım tezgahı, farklı yükleme koşulları altında sonlu elemanlar yöntemine dayanarak analiz edilmiş ve yan plakalarda oluşan gerilme ve deformasyonlar incelenerek en uygun plaka şekli ortaya koyulmuştur. Mikro freze takım tezgahının sonlu elmanlar modeliyle analizinde; ağ boyutunun etkisi, parçalı plaka, farklı kavis yarıçapları ve pah ölçüleri incelenmiştir. Uygulanan kuvvet ve sınır koşullarında takım tezgahının yan plakalarında oluşan deformasyon ve gerilme değerleri esas alınarak yan plaka tasarımlar optimize edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, rijit davranış gösteren parçalar analizlere dahil edilmeyerek yüksek gerilmelerin görüldüğü kısımlar üzerinde çalışma yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Kavisli yüzeyin keskin köşelerde oluşan gerilmeler üzerinde önemli derecede etkisinin olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Adair, K., Kapoor, S.G., DeVor, R.E. (2011), Development of a unique topology for a hard- micro-scale machine tool, *Journal of Manufacturing Processes*, 13(2), 75–84.

Andolfatto, L., Lavernhe, S., Mayer, J.R.R. (2011), Evaluation of servo, geometric and dynamic error sources on five-axis high-speed machine tool, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 51(10–11), 787–796.

Aydın, M., Kisioğlu, Y. (2013), Hydraulic press design under different loading conditions using finite element analysis, *Engineering Science and Technology, an International Journal (JESTECH)*, 16(3), 129–138.

Baker, J.R., Rouch, K.E. (2002), Use of finite element structural models in analyzing machine tool chatter, *Finite Elements in Analysis and Design*, 38(11), 1029–1046.

Bang, Y.B., Lee, K., Oh, S. (2005), 5-axis micro milling machine for machining micro parts, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25(9–10), 888–894.

Bianchi, G., Paolucci, F. (1996), Towards virtual engineering in machine tool design, *Annals of the CIRP*, 45(1), 381–384.

Chan, N., Zaw Oo, T., San Hkaing, A.M. (2019), Design and Structural Analysis of 3 Axis CNC Milling Machine Table, *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 2456-6470.

Chen, T.C., Chen, Y.C., Hung, M.H., Hung, J.P. (2016), Design analysis of machine tool structure with artificial granite material, *Advances in Mechanical Engineering*, 8(7), 1–14.

Cho, S-K., Kim, H-J., Chang, S-H. (2011), The application of polymer composites to the table-top machine tool components for higher stiffness and reduced weight, *Composite Structures*, 93(2), 492–501.

Cox, D.J., Newby, G., Park, H.W., Liang, S.Y., Liu, W.L., Hsieh, S.B., Hwang, J. (2006), Precision machining with micro-scale vertical machining center, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol. 10, No. 2, pp.187–195.

Huang, D., Lee, J. (2001), On obtaining machine tool stiffness by CAE techniques, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 41(8), 1149–1163.

Jackson, M.J., Hyde, L.J., Robinson, G.M., Ahmed, W. (2009), Comparative dynamic response of mesomachine tool structure, *International Journal of Computational Materials Science and Surface Engineering*, 2(1–2), 18–40.

Kussul, E., Baidyk, T., Ruiz-Huerta, L., Caballero-Ruiz, A., Velasco, G., Kasatkina, L. (2002), Development of micromachine tool prototypes for microfactories, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 12(6), 795–812.

Lee, J.H., Park, S.R., Yang, S.H. (2006a), Machining of micro/meso scale structures using a miniaturized machine tool by using a conventional cutting process, *Transactions of the ASME – of Manufacturing Science and Engineering*, 128(3), 820–825.

Lee, S.W., Mayor, R., Ni, J. (2006b), Dynamic analysis of a mesoscale machine tool, *Transactions of the ASME – Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 128(1), 194–203.

Li, H., Lai, X., Li, C., Lin, Z., Miao, J., Ni, J. (2008), Development of meso-scale milling machine tool and its performance analysis, *Frontiers of Mechanical Engineering in China*, 3(1), 59–65.

Lianqing, Y., Liping, W. (2009), Stiffness analysis of machine tools using finite element method, *Third International Symposium on Intelligent Information Technology Applications*, Shanghai, China, 553–556.

Lopez de Lacalle, L.N., Lamikiz, A. (2009), *Machine Tools for High Performance Machining*, Springer-Verlag, London Limited.

Majda, P. (2012), Modeling of geometric errors of linear guideway and their influence on joint kinematic error in machine tools, *Precision Engineering*, 36(3), 369–378.

Mayr, J., Jedrzejewski, J., Uhlmann, E., Dönmez, M.A., Knapp, W., Härtig, F., Wendt, K., Moriwaki, T., Shore, P., Schmitt, R., Brecher, C., Würz, T., Wegener, K. (2012), Thermal issues in machine tools, *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 61(2), 771–791.

Mian, N.S., Fletcher, S., Longstaff, A.P., Myers, A. (2012) Efficient estimation by FEA of machine tool distortion due to environmental temperature perturbations, *Precision Engineering*, 37(2), 372–379.

Phillip, A.G., Shiv, G., Kapoor, S.G., DeVor, R.E. (2006), A new acceleration-based methodology for micro/meso-scale machine tool performance evaluation, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46(12–13), 1435–1444.

Quin, W. (2013), Design and analysıs of a small-scale cost-effective CNC milling machine, Master's Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois.

Shneor, Y., Portman, V.T. (2010), Stiffness of 5-axis machines with serial, parallel, and hybrid kinematics: evaluation and comparison, *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 59(1), 409–412.

Sinha, S.P., Murarka, P.D. (1988), Computer-aided design of hydraulic press structures, Math1 Comput. Modelling, 10(9), 637–645.

Srinivasa, Y.V., Shunmugam, M.S. (2014), Analysis of structural integrity of special purpose miniaturised machine tool and performance evaluation for micro machining applications, *International Journal of Computer Aided Engineering and Technology*, 6(4), 366–382.

Wang, Z.G., Cheng, X., Nakamoto, K., Kobayashi, S., Yamazaki, K. (2010), Design and development of a precision machine tool using counter motion mechanisms, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 50(4), 357–365.

Zhang, G.P., G.P., Huang, Y.M., Shi, W.H. (2003), Predicting dynamic behavior of a whole machine tool structure based on computer-aided engineering, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43(7), 699–706.

BALIKESİR'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Asiye Aslan
Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi / Gönen Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü
aaslan@bandirma.edu.tr

Özet
Yenilenebilir enerji bakımından güçlü bir potansiyele sahip Balıkesir İli; rüzgar, jeotermal, biyokütle, biyogaz, güneş enerjisi üretimi açısından önemli bir kapasiteye sahiptir. Rüzgar, güneş ve jeotermal enerjisi yatırımlarına uygun bir coğrafyada bulunmakla birlikte, biyogaz ve biyokütle yatırımları için bol miktarda ve kalori değeri yüksek tarımsal ve hayvansal atık kapasitesine sahiptir. Türkiye'deki rüzgar enerjisi yatırımlarının yaklaşık %15'i Balıkesir'de yer almaktadır. İl bazında jeotermal enerji tesisleri ile konut ısıtma, kaplıca, sıcak su kullanımı gerçekleşmektedir. Biyogaz ve biyokütle enerji santralleri ile elektrik enerjisi üretilmektedir. Yenilenebilir enerji tesisleri ile çevre açısından atmosfere zararlı emisyonların azaltılması ve doğayı tehdit eden diğer atıkların bertarafı sağlanmaktadır. Bu çalışmada Balıkesir ili kapsamında yenilenebilir enerji potansiyeli ve enerji üreten tesisler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle, biyogaz.

RENEWABLE ENERGY IN BALIKESIR

Abstract
Having a strong potential for renewable energy, Balikesir province has an important capacity in terms of wind, geothermal, biomass, biogas and solar energy production. As well as being located in appropriate geography for wind, solar and geothermal energy investments, Balikesir has an abundant and high calorific value agricultural and animal waste capacity for biogas and biomass investments. Almost 15% of the wind power investments in Turkey takes place in Balikesir. Thanks to the geothermal energy facilities, domestic heating, hot springs and hot water use are realized on the basis of province. Electricity is generated by biogas and biomass power plants. Thanks to renewable energy facilities, environmentally harmful emissions to the atmosphere are reduced and other nature-threatening wastes are disposed of. This study examines the renewable energy potential and power plants within the Balikesir province.

Keywords: Wind energy, sun energy, geothermal energy, biomass, biogas.

1. GİRİŞ

Enerji ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği geçmişten günümüze kadar dünyanın en önemli konularından birisi olmuştur. Nüfus ve enerji ihtiyacının devamlı artması, enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği kirlilik gibi etkenler yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi daha da arttırmıştır (Şeker, 2016). Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar güneş, rüzgar, biyoenerji ve jeotermal olarak sıralanabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları doğrudan kullanılabilir veya enerjinin başka bir şekline dönüştürülebilir.

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli coğrafi konumu nedeniyle İspanya dışındaki tüm Avrupa ülkelerinden fazladır. Türkiye 1 m^2'lik alandan yıllık ortalama 1000-1450 kWh güneş enerjisi elde edebilme imkanına sahip olup, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek, Karadeniz Bölgesi'nde ise en düşüktür. Elektrik İşleri İdaresi (EİE) tarafından hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasına (GEPA) göre, Türkiye'de 56.000 MW termik santral kapasitesine eşdeğer güneş enerji kapasitesinin bulunduğu ve bu potansiyelden yararlanılması durumunda yıllık ortalama 380.000 GWh'lık elektrik enerjisi üretilebileceği belirlenmiştir (Koç ve Kaya, 2015).

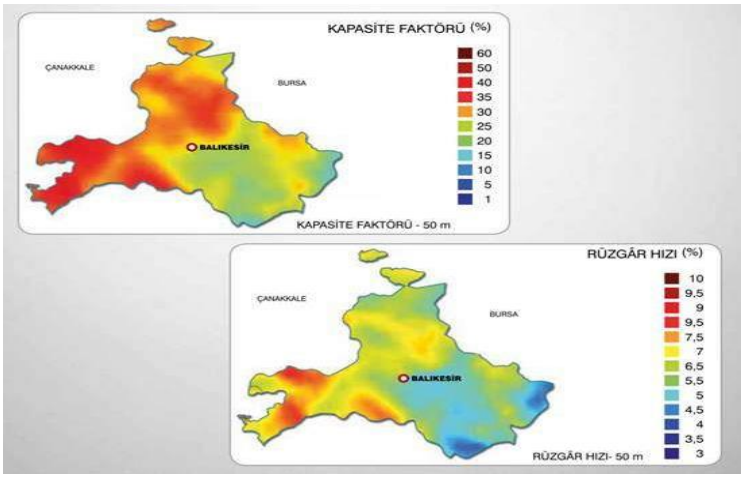
Türkiye'nin yıllık yaklaşık 117 milyar ton biyokütle potansiyeli bulunmakta olup, Türkiye'nin biyokütle kaynaklarından elektrik enerjisi üretim potansiyeli yıllık 371,2 TWh'dir. Bu potansiyel içerisinde en büyük pay, tek yıllık bitkilere (168,635 TWh), daha sonra ise sırasıyla, orman atıkları (62,802 TWh) ve çok yıllık bitkilere aittir. Ayrıca Türkiye'nin hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen biyogaz miktarının 17-23 TWh olduğu tahmin edilmektedir (Koç ve Kaya, 2015). Türkiye'de teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli 216 milyar kWh civarında olup, tam kapasite ile yararlanma oranımız yaklaşık % 75'tir (Internet1, 2020). Türkiye'de kullanılan en yaygın yenilenebilir enerji kaynaklarından biri rüzgar enerjisidir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre, 6,5 m/s ve üzerindeki rüzgar hızları değerlendirildiğinde, Türkiye'de kara rüzgar potansiyelinin 131.756,4 MW, deniz potansiyelinin ise 17.393,2 MW olduğu bilinmektedir. Rüzgar türbin santrallerinin ekonomik yatırımlar olabilmesi için türbinin kurulacağı arazide 50 m yükseklikteki ortalama rüzgar hızının minimum 7 m/s olması gerekmektedir. Bu nedenle, Türkiye'nin 7 m/s ve üzerindeki karasal rüzgar potansiyeli değerlendirildiğinde, Türkiye'nin karasal rüzgar potansiyelinin 48.000 MW, deniz rüzgar potansiyelinin 5300 MW düzeyinde olduğu görülmektedir (Koç ve Kaya, 2015).

Türkiye'de yaklaşık 1000 kadar doğal çıkan sıcak su kaynağı bulunmakta olup, Türkiye'nin elektrik üretimi amacıyla kullanabilecek jeotermal enerji potansiyeli 610 MW, ısıtma amacıyla kullanılabilecek jeotermal enerji potansiyeli ise 31.500 MW'dır. Ayrıca Türkiye'nin yakın gelecekte jeotermal elektrik enerjisi kapasitesinin tamamından yararlanması hedeflenmektedir (Koç ve Kaya, 2015). Balıkesir İli, Türkiye'nin kuzeybatısında Marmara Denizi ve Ege kıyıları olan bir ildir (Internet2, 2020). Yenilenebilir enerji bakımından güçlü bir potansiyeli sahip Balıkesir İli; rüzgar, jeotermal, biyokütle, biyogaz, güneş enerjisi üretimi açısından önemli bir kapasiteye sahiptir. Bu çalışmada Balıkesir ili yenilenebilir enerji potansiyeli ve üretim kapasitesi araştırılmıştır.

2. BALIKESİR'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

2.1. Rüzgar Enerjisi

Balıkesir ili Türkiye'deki en önemli rüzgar üretim merkezlerinden biridir. Şekil 1'de Balıkesir İli Rüzgar hızı (m/s) ve kapasite faktörü (%) dağılımı (50 m) verilmiştir. Haritalara göre, genel olarak Balıkesir ilinin doğusu ve güneydoğusu dışında kalan alanların büyük bölümünde, ekonomik RES yatırımı için gerekli görülen 7 m/s ya da üzerinde rüzgar hızları ve %35 ya da üzerinde kapasite faktörü egemen durumdadır (Internet1, 2020; Koca, 2019). Bandırma ve Erdek ilçelerinin bulunduğu Balıkesir'in kuzey bölgesinde 7-8 m/s rüzgar hızlarında bir potansiyelin, Edremit, Havran, Burhaniye ilçelerinin bulunduğu batı bölgelerinde ise 8-8,5 m/s rüzgar hızlarının olduğu daha yüksek bir potansiyelin olduğu görülmektedir. Dursunbey, Bigadiç ve Kepsut ilçelerinin bulunduğu doğu bölümünde ise 6,5-7 m/s hızlarında bir rüzgar koridorunun oluştuğu görülmektedir. Rüzgar hızlarının yüksek olduğu bölgelerde çok daha yüksek kapasitede bir potansiyel mevcut iken, diğer bölgelerde ekonomik kullanılabilecek düzeyde fakat bu bölgelere göre daha az bir enerji potansiyeli olduğu görülür (GMKA1, 2013).



Şekil 1. Balıkesir rüzgar hız ve kapasite faktörü dağılımı (50 m) (Internet3, 2020)

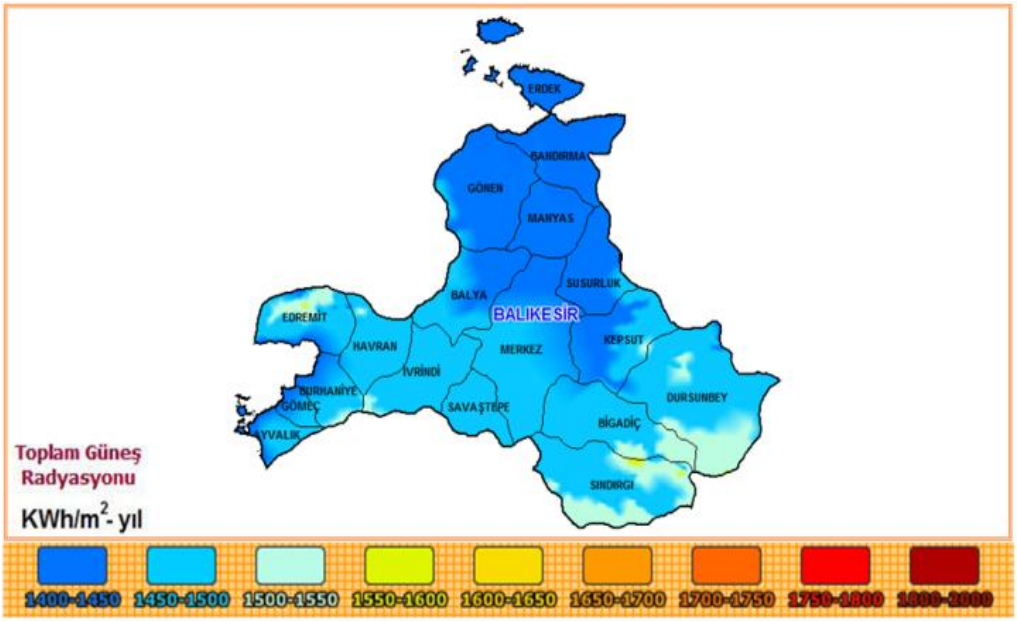
Tablo 1. Balıkesir rüzgar rnerji santralleri (Internet4, 2020)

Tesis No	Santral Adı	Kurulu Güç (MW)
1	Balıkesir Rüzgar Santrali	143
2	Şamlı Rüzgar Santrali	114
3	Şah Rüzgar Santrali	93
4	Bandırma Kurşunlu RES	87
5	Edincik Rüzgar Santrali	77
6	Susurluk Rüzgar Santrali	73
7	Poyraz Rüzgar Santrali	67
8	Kavaklı Rüzgar Santrali	50
9	Bandırma RES	50
10	Poyraz gölü Rüzgar Santrali	42
11	Bandırma 3 RES	41
12	Umurlar Rüzgar Santrali	36
13	Poyraz RES	30
14	Cunda Adası Alibey RES	30
15	Balıkesir Keltepe RES	30
16	Ayyıldız RES	28
17	Kapıdağ Rüzgar Santrali	28
18	Havran Çataltepe RES	28
19	Günaydın RES	20
20	Ortamandıra RES	10
21	Kalfaköy RES	10
22	Ada 2 Rüzgar Tesisi	3,20
23	Sermetal Kerse Çivi Rüzgar Enerji Santrali	0,25
24	Yücel Çeltik Rüzgar Enerji Santrali	0,25

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB) tarafından yayınlanan Türkiye Rüzgar Enerjisi Ocak 2019 İstatistik Raporu'na göre, Türkiye'de işletmede bulunan Rüzgar Enerjisi Santralleri'nin (RES) kurulu güç bakımından (MW) illere göre dağılımına bakıldığında İzmir'den sonra Balıkesir % 15,24 ile 2. sıradadır. İnşa halindeki RES'lerde ise kurulu güç bakımından Balıkesir % 21 ile yine 2. sıradadır. Faal durumda olan yatırımlarda 969,75 MW kurulu güç kapasitesine sahiptir (Tablo 1). Yapım aşamasındaki rüzgar enerjisi yatırımlarının toplam kurulu güç kapasitesi 97,4 MW'tır. İle kurulabilecek rüzgar enerjisi santrali için toplam alan yaklaşık 3000 km²'dir. Toplam kurulabilecek güç kapasitesi yaklaşık 14.000 MW olarak tespit edilmiştir (TUREB, 2019; GMKA, 2019).

2.2. Güneş Enerjisi

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) verileri kullanılarak Balıkesir ili için hazırlanan haritaya göre yatay düzleme düşen yıllık global radyasyon değeri 1422 kWh/m² olarak belirlenmiştir (Internet5, 2018). Şekil 2'de Balıkesir İli güneş enerjisi potansiyeli haritası verilmiştir. Güneş enerjisi yatırımı için oldukça önemli olan güneşlenme faktörü bakımından Balıkesir'de yıllık global radyasyon değerinin en büyük olduğu ilçe 1460 kWh/m² ile Ayvalık'tır. Bu değer ile Ayvalık, aynı zamanda, TR22 Güney Marmara Bölgesi ilçeleri arasında en yüksek yıllık global radyasyon değerine sahiptir. Bu ilçeyi 1449 kWh/m² ile Gömeç ve 1441 kWh/m² ile Burhaniye izlemektedir. Her iki ilçe değeri de Türkiye ortalamasının altında olup, Balıkesir'de bulunan tüm ilçelerin global radyasyon değerleri Almanya'da tespit edilen maksimum radyasyon değerinden büyüktür. Global radyasyon değerinin en düşük olduğu üç ilçe ise sırasıyla Erdek (1363 kWh/m²), Bandırma (1372 kWh/m²) ve Susurluk (1385 kWh/m²) 'tur (GMKA1, 2013). Tablo 2'de Balıkesir İlinde bulunan güneş enerji santralleri verilmiştir. Özkoyuncu Madencilik firmasına ait güneş enerji santrali 40 MWe kurulu gücü ile Türkiye'nin 303. Balıkesir'in ise 14. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 8. büyük Güneş Enerji Santrali'dir (Internet4, 2020).



Şekil 2. Balıkesir güneş enerjisi potansiyeli haritası (Internet4, 2020)

Tablo 2. Balıkesir güneş enerji santralleri (Internet4, 2020)

Tesis No	Santral Adı	Kurulu Güç (MW)
1	Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES	40
2	Enerjisa Bandırma Güneş Enerji Santrali	1,99
3	Ekosinerji Güneş Enerji Santrali	1,00
4	Fora Zeytin Havran Güneş Enerji Santrali	0,60
5	Mumcu Teneke Güneş Enerjisi Santrali	0,48
6	Atea Ambalaj Güneş Enerji Santrali	0,25
7	Pamukçu GES	0,14
8	Balıkesir Cem Otomotiv Güneş Enerji Santrali	0,054

2.3. Jeotermal Enerji

Türkiye'de Jeotermal enerji potansiyeli en yüksek il sıralamasında Balıkesir 4. sıradadır. MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı'nın önceki yıllarda yaptığı çalışmalarla Balıkesir'de 7 adet 30ºC ve daha yüksek sıcaklıkta jeotermal alan belirlenmiştir. Balıkesir-Pamukçu, Balya-Dağ Ilıcası, Bigadiç-Hisarköy, Sındırgı-Hisaralan, Edremit-Derman, Güre, Manyas-Serpin, Kepekler, Gönen ve Susurluk-Yıldız Köy yörelerinde jeotermal enerji açısından önemli sıcak su kaynakları bulunmaktadır. Balıkesir'de bulunan jeotermal kaynaklar düşük ve orta entalpili kaynaklar olup jeotermal enerjinin, ısıtma, seracılık, kaplıca ve termal tedavi, vs. gibi direkt kullanım alanları için uygundur (GMKA1, 2013). Balıkesir'de jeotermal enerjinin büyük bir bölümünden mahal ısıtmada yararlanılmaktadır. Bu kapsamda Gönen, Edremit, Bigadiç, Güre ve Sındırgı olmak üzere 5 adet jeotermal bölgesel ısıtma sistemi kurulmuştur (Tablo 3). Gönen jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 1987 yılında kurulmuş olup Türkiye'nin ilk jeotermal bölgesel ısıtma sistemidir. Bigadiç ısıtma sisteminde Hisarköy bölgesinde bulunan termal su 18 km isale hattı ile ve Sındırgı ısıtma sisteminde Hisaralan bölgesinde çıkan jeotermal su 23,7 km'lik özel ısı izolasyonlu boru hattıyla şehir merkezine getirilerek şehirlerin ısıtılması sağlanmaktadır. Sındırgı Jeotermal su kaynağının özelliği, tektonik hatlara bağlı olarak dağınık halde (45 adetten fazla) çok sayıda yerden çıkış yapmasıdır. Bunun yanında sızıntı şeklinde sıcak su çıkışları da mevcuttur (Polat, 2018). Bu sistemlerde yaklaşık 12000 konut eşdeğer civarında ısıtma gerçekleştirilmektedir. Mevcut kaynaklar ile birçok termal tesiste kaplıca amacıyla yararlanılmakta, ayrıca bölgede küçük çapta seracılık yapılmakta ve endüstriyel proses ısısı üretilmektedir. Bunun yanında Sındırgı'da kurutma tesisleri, balık tesislerinin ısıtılması sağlanmaktadır.

Tablo 3. Balıkesir jeotermal bölgesel ısıtma sistemleri (Internet5, 2018)

Tesis No	Tesis Adı	Güç KE (Konut Eşdeğeri)	Kuruluş Yılı	Ortalama Sıcaklık (°C)
1	Gönen JBIS	2100	1987	67
2	Edremit JBIS	5200	2003	60
3	Bigadiç JBIS	1812	2005	96
4	Güre JBIS	1400	2003	60
5	Sındırgı JBIS	2100	2015	98

2.4. Biyogaz ve Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi üretimi için tarımsal ve hayvansal atıklar, orman ürünleri ve atıkları ile endüstriyel atıklar potansiyel kaynak olarak kullanılmaktadır. Balıkesir'de yoğunlukla yetiştirilen buğday, çeltik, ayçiçeği, mısır ve kanola gibi tarla bitkilerinin atıkları sahip oldukları yüksek kalori değeri bakımından biyokütle yatırımları için büyük potansiyel arz etmektedir. Biyogaz; artık organik maddelerin anaerobik fermantasyonu sonucu açığa çıkan, renksiz, kokusuz, havadan hafif, metan ağırlıklı bir gaz karışımıdır. İlde yaygın olarak gerçekleştirilen büyükbaş hayvan besiciliği, süt sığırcılığı, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği ve kanatlı sektörü atıkları biyogaz için önemli bir kaynak oluşturmaktadır (GMKA1, 2013).

Tablo 4'te Balıkesir toplam biyogaz potansiyeli verilmiştir. Balıkesir, Tablo 4'e göre, yıllık 893.393 MWh sadece hayvansal atık kaynaklı biyogazdan elektrik enerjisi üretim potansiyeline sahiptir. Bir elektrik santralinin yılda 8000 saat çalışacağı düşünüldüğünde 112 MW'lık bir BES kurulabilir (Kocabey, 2019). Balıkesir il sınırları dahilinde toplam biyogaz elektrik santralı potansiyeli 112 MW iken bunun sadece yaklaşık %15'luk bir kısmı kullanılabilir durumdadır (Tablo 5). Balıkesir ilinde hayvansal kaynaklı biyogaz potansiyelinin %51'i büyükbaş, %43'ü kümes, %6'sı da küçükbaş hayvanlarından elde edilebilecek atıklardan oluşmaktadır.

Tablo 4. Balıkesir biyogaz potansiyeli ve enerji eşdeğeri (Kocabey, 2019)

	Gübre (ton/yıl)	Biyogaz Eşdeğeri (m^3/yıl)	Elektriksel Eşdeğeri (MWh/yıl)
Büyükbaş	6.055.564	199.833.612	457.619
Küçükbaş	399.281	23.158.298	53.033
Kümes hayvanı	2.142.600	167.122.800	382.711
TOPLAM	8.597.445	390.114.710	893.363

Tablo 5. Balıkesir biyokütle ve biyogaz enerji santralleri (Internet4, 2020)

Tesis No	Santral Adı	Kurulu Güç (MW)
1	Mutlular Biyokütle (Orman Atığı) Enerji Santrali	30
2	Bağfaş Gübre Fabrikası Biyogaz Santrali	9,92
3	Gönen Biyogaz Tesisi	3,62
4	Mauri Maya Bandırma Biyogaz Santrali	2,33
5	Bandırma Edincik Biyogaz Santrali	2,13

2.5. Hidroelektrik Enerjisi

Balıkesir'de bulunan Manyas Barajı ve Manyas HES; 20,25 MWe kurulu güce sahiptir. Diğer HES ise Sındırgı ilçesinde Simav Çayı üzerinde 4,60 MWe kurulu güce sahip Çaygören HES'dir (Internet4,2020).

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Balıkesir İli Yenilenebilir Enerji Kaynakları açısından değerlendirildiğinde;

- Güneş enerjisi açısından önemli üretim kapasitesine sahip ve güneş enerjisi yatırımı için oldukça önemli olan güneşlenme faktörü bakımından yıllık global radyasyon değerinin en büyük 1460 kWh/m² ile Ayvalık ilçesi olduğu,
- Rüzgar enerjisi açısından Türkiye'nin yaklaşık %15 üretim kapasitesine sahip ve ilin doğusu ve güneydoğusu dışında kalan alanların büyük bölümünde, ekonomik RES yatırımı için gerekli görülen 7 m/s ya da üzerinde rüzgar hızları ve %35 ya da üzerinde kapasite faktörü egemen durumda olduğu,
- Jeotermal enerji açısından jeotermal kaynaklara sahip ancak elektrik üretiminden ziyade; konut ısıtma, sera, termal tesis ve sıcak su kullanım amacına uygun olduğu ve bölgede toplam 5 adet bölge ısıtma sistemi ile konut ısıtma gerçekleştirildiği,
- Biyoenerji açısından yüksek potansiyele sahip ve önemli üretim kapasitesine sahip olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

GMKA. 2013. TR22 Güney Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Araştırması Sonuç Raporu, Haziran 2013.

GMKA2. 2019. Balıkesir'de Enerji, 2019.

Internet1. Elektrik İşleri Etüt Dairesi, https://www.google.com.tr/search?q=Elektrik+%C4%B0%C5%9Fleri+Et%C3%BCt+Dairesi, :adresinden alındı. (erişim10.02.2020).

Internet2. https://en.wikipedia.org/wiki/Bal%C4%B1kesir_Province: adresinden alındı. (erişim 10.02.2020)

Internet3. https://eigm.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/REPA: adresinden alındı. (erişim 10.02.2020)

Internet4.https://www.enerjiatlasi.com/sehir/balikesir/:adresindenalındı. (erişim 10.02.2020)

Internet5. Balıkesir İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, Balıkesir Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Balıkesir - Mayıs 2018 https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bal-kes-r_2018_-cdr_rev-ze-20190807131228.pdf: adresinden alındı.

Koca, T. 2019. Balıkesir İlinde Rüzgar Enerjisi ve Elektrik Üretim Potansiyeli, Enerji ve Çevre, S.24-28.

Kocabey, S. 2019. Balıkesir İli İçin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 17, S. 234-243, Aralık 2019.

Koç E. ve Kaya, K. 2015. Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu, *Mühendis ve Makina*, cilt 56,sayı 668, s. 36-47.

Polat S. 2018. Hisaralan (Sındırgı-Balıkesir) Termal Kaynaklarının Akuakültür Alanında Kullanımı", *Tarih Okulu Dergisi*, Yıl 11, Sayı XXXIII, ss. 1113-1138.

Şeker A. 2016. Yenilenebilir Enerji, Türkiyede Yenilenebilir Enerji Potansiyeli Ve Yeşil Pazarlama ve Yenilenebilir Enerjinin Pazarlanması, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt:9, Sayı:46, s.809-828.

TUREB. 2019. Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Ocak 2019.

YÜKSEK HASSASİYETLİ KAYAN NOKTA SAYI HESAPLAMALARINDA BULUT TEMELLİ KUANTUM BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA PLATFORMLARININ KULLANIMI

H.Hakan Genç
Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği (Türkçe)
hasan.hakan@marun.edu.tr

Serkan Aydın
Marmara Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü
serkan.aydin@marmara.edu.tr

Hasan Erdal
Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği
herdal@marmara.edu.tr

Özet
Bilgisayar teknolojilerinde, ilk röleli bilgisayarın görüldüğü 1940'lardan bu yana bir dizi köklü değişim gerçekleşmiştir. 50'lerde, ilk transistörlü bilgisayarlar ve hemen ardından da entegre devre temelli bilgisayarlar ortaya çıkmıştır. Uzun yıllar boyunca akademik çevrelerde de ifade edilen, doğayı simüle etme ilkesinin ekseninde kuantum bilgisayarları gerçekleştirme fikri süregelmiştir. 90'lı yılların sonunda, Deutsch problemini çözmek için ilk işler 2-kübitlik kuantum bilgisayarı aktif olarak kullanılmıştır. Bundan sonra, yüksek kübitli pratik kuantum bilgisayarların gelişimi artan bir hızda devam etmiştir. Bilgisayarların programlanması ve programlama dilleri türleri de ilk pratik programlama dili Plankalkül'den bu yana sürekli gelişme göstermiştir. Mühendislik eğitimi ve tasarımında, kayan nokta hesaplamaları ve algoritmaları özel bir öneme sahiptir. Bulut tabanlı programlama platformlarının ilk pratik uygulamalarının ortaya çıkmaya başladığı 2010'lardan bu yana, kuantum bilgisayarların programlanması da bu sürece uygun olarak gelişme göstermiştir. Bu çalışmada, bazı yüksek hassasiyetli hesaplamalar için IBM Qiskit bulut tabanlı kuantum bilgisayar programlama platformu kullanımının, diğer popüler programlama dilleriyle karşılaştırmalı olarak incelemesi sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kuantum bilgisayar, Qiskit, bulut programlama platformları

USING OF CLOUD-BASED QUANTUM COMPUTER PROGRAMMING PLATFORMS FOR HIGH PRECISION FLOATING POINT CALCULATIONS

Abstract
A series of radical changes have occurred in computer technologies since 1940s when the first relay computer appeared. In the 50s, the first transistor computers and in almost the same period integrated circuit (IC) computers emerged. For many years there was the idea of realizing quantum computers on the axis of the principle of simulating nature, which has been expressed in academic environment for many years. At the end of 90s, first working 2-qubit quantum computer was used to solve Deutsch's problem. After that, the development of high qubit practical quantum computers continued at an increasing speed. Programming of computers and types of programming languages have also continuously improved since first practical programming language Plankalkül. In engineering education and design, floating point calculations and algorithms are of special importance. Since the 2010s when the first practical applications of cloud-based programming platforms began to emerge, programming of quantum computers has also developed in accordance with this process. In this paper, using of IBM Qiskit cloud-based quantum computer programming platform for some high precision calculations has been researched comparatively with other popular programming languages.

Keywords: Quantum computer, Qiskit, cloud programming platforms

1. GİRİŞ

Moore yasasına göre, her 18 ayda kasik mikroişlemci çekirdeğinde kullanılan transistör sayısının iki katına çıkacağı, çekirdek frekansının da 1997 yılı itibariyle 10 yıl içerisinde 40 GHz hızına erişeceği belirtilmiştir (Williams ve Clearwater, 1997). Ancak geldiğimiz 2020 yılı itibariyle, 90'lı yıllarda yapılan bu öngörülerin çok uzağında kaldığımız görülmektedir. Klasik bilgisayarların çekirdek frekans hızlarında, Kanamori ve ark.'larının (2006) belirttiğinin çok öncesinde limitlerine ulaşılmış olması, birim hacim içinde transistör sayısının daha fazla arttırılamaması ve klasik sistemlerin kuantum sistemlerini etkin şekilde simüle edemeyeceğinin görülmesi (Preskill, 2012) pratik olarak kullanılabilecek kuantum bilgisayarlarının geliştirilmesi sürecini etkileyen önemli unsurlardan olmuştur.

Kuantum bilgisayarlarının kararsızlık (imprecision) ve eşevresizlik (decoherence) sorunları kapsamında (Shor, 1997 ve Bennett ve ark., 1997) tartışıldıkları zamanlardan bu yana, kuantum bilgisayarlarında ve dolayısıyla da kuantum hesaplamasında ciddi ilerlemeler kaydedilmiştir. Klasik bilgisayarların deterministik polinom zaman (P) ya da deterministik olmayan polinom zaman (NP) problemleri ve logaritmik karmaşıklık (Nasar, 2016) problemlerinin çözümünde karşılaştıkları sorunlar ve alternatif algoritma geliştirme süreçleri uzunca bir süredir tartışılagelmiştir.

Her ne kadar günümüz bilgisayarları çok yüksek bir işlem gücü, bellek alanı kapasitesi ve yüksek doğruluk oranlarına sahip olsa da, maksimum çalışma frekansına öngörülenden daha önce erişilmiş olması nedeniyle, Grover ve Shor'un çok karmaşık işlemler için sunmuş oldukları farklı kuantum algoritmalarının kuantum bilgisayarlarınca çözümünden çok daha hızlı sonuç alınabileceği belirtilmiştir (Kanamori ve ark., 2006).

Yakın zamanda, yüksek bit gerektiren RSA şifrelemesini kuantum bilgisayarlarıyla simüle ettirmek mümkün değildi. Günümüzde, kuantum algoritmalarını koşturmak için gerçek kuantum bilgisayarlarını kullanmak mümkün hale gelmiştir. Harrow ve Montanaro (2017)'nun belirttiği üzere, eğer Shor algoritmasını koşturacak geniş ölçekli bir kuantum bilgisayarı olsaydı, 2048-bitlik bir RSA anahtarını asal çarpanlarına ayırmak suretiyle klasik bir bilgisayara karşın kuantum üstünlüğünü (kuantum supremacy) ispatlamak mümkün olurdu (Harrow ve Montanaro, 2017).

Kuantum bilgisayarlarında asal çarpanlarına ayırma işlemini gerçekleştirmek üzere 1994 yılında, Shor'un geliştirdiği algoritma, ilk kez IBM tarafından tasarlanan gerçek 7-kübitlik kuantum bilgisayarında işletilmiş ve 15 sayısının asal çarpanları 3 ve 5 sayıları olarak hesaplanmıştır (Ömer, 2009). O zamandan sonra, yalnızca klasik bilgisayarlarla simüle ettirilen kuantum programlama algoritmaları gerçek kuantum bilgisayarlarında işletilmeye başlanmıştır. Kuantum hesaplama algoritmaları, matematiksel bir problemi kesin olarak herhangi bir klasik deterministik hesaplama algoritmasından katlanarak daha kısa sürede çözme gücüne sahiptir (Deutsch ve Roza, 1992).

Kuantum bilgisayar tasarımının tüm mantıksal süreci, kuantum bilgisayarların olasılıksal gücünü kullanarak polinom zaman algoritmalarının katlanarak daha kısa süreli çözümlerinin gerçekleştirilmesine dayanır. Bilindiği üzere, belirli bir sorunu çözmek için, bilgisayarlar algoritma adı verilen kesin talimatları izler (Ekert ve Jozsa, 1996). Büyük bir tamsayıyı çarpanlarına ayırmak için Shor'un sunduğu ve büyük O'su (log n) katsayısınca olan bir kuantum algoritmasının klasik bilgisayarlar tarafından kullanılan bir algoritmadan katlanarak daha hızlı olduğu kanıtlanmıştır (Kanamori ve ark., 2006).

Kuantum hesaplama, daha etkili bir hesaplama yapmak için süperpozisyon, dolaşıklık ve kuantum tünelleme gibi kuantum-mekanik etkilerden yararlanır. Geleneksel, dijital hesaplama ile karşılaştırıldığında, kuantum hesaplama zaman ve enerji tüketimi açısından da çok önemli bir avantaj sunar (Abhijith ve ark. 2020).

Günümüzde, D-Wave ve IBM gibi yüksek teknoloji şirketleri, gelişen bulut programlama altyapısını, kullanıcılara internet üzerinden deneysel kullanım için açtıkları kuantum bilgisayarları programlayacak şekilde uyarlamışlardır. Bu çalışmamızda, IBM firmasının kendi bulut bilişim ağında

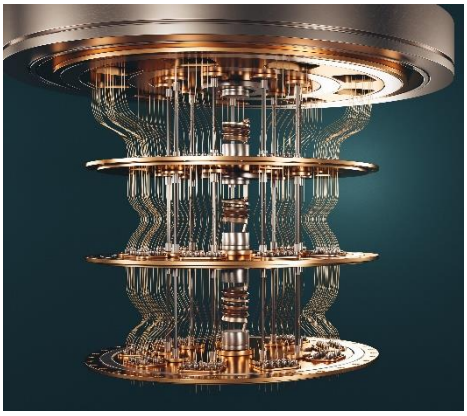
kullanıma açmış olduğu Qiskit isimli platformuyla yüksek hassasiyetli kayan nokta sayılarının hesaplanmasında kuantum algoritmalarının ve kuantum bilgisayarlarının kullanımı açıklanmıştır. Örnek olarak pi sayısının hassas şekilde hesaplanması, klasik algoritmalar ile Java dili kullanılarak dijital bilgisayarlarda gerçekleştirilmesiyle karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Kuantum simülatörünü ya da gerçek kuantum bilgisayarlarını programlamak suretiyle yüksek hassasiyetli kayan nokta sayı hesaplarını gerçekleştirmek amacıyla IBM firmasının "Qiskit Notebooks" platformu kullanılmıştır. Qiskit, kuantum bilgisayarları programlamak için Python dilini kullanan açık kaynaklı bir yapıdır ve kurulum gerektirmez. Gerçek kuantum donanımı arka uçlarında (backends) veya kuantum simülatörlerinde bilgisayarınızın web sayfası üzerinden kod çalıştırabilirsiniz. Qiskit, kuantum devrelerinin çalıştırılması için "jupyter notebook" tarafından desteklenen bir Python kütüphanesi olarak görülebilir ve *https://quantum-computing.ibm.com/jupyter* web sitesinden erişilebilir.

2.1. Temel Terminoloji

Kuantum bilgisayarı (quantum computer): Atom ve atomaltı düzeylerde madde ve enerjiyi açıklamaya çalışan ve deterministik bilgisayar teknolojisinden farklı bir çalışma prensibine sahip olan kuantum teorisinin temel prensipleri üzerine geliştirilen bir bilgisayar teknolojisidir. Bu bilgisayarlar çalışırken; kuantum bitleri (kübit), süperpozisyon ve dolaşıklık teorisi gibi kuantum olaylarını kullanırlar. Bu şekilde, kuantum bilgisayarlar sıradan bilgisayarların tek başına gerçekleştiremediği zorlu işlemleri kolayca gerçekleştirebilir.



Şekil 1. Süper iletken kübitler üzerine inşaa edilmiş IBM kuantum bilgisayarı

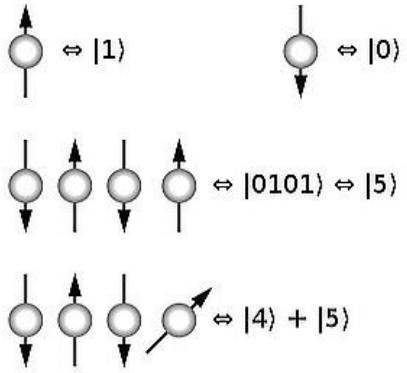
Qubit: "Kuantum Bit", (1) denkleminde gösterildiği gibi, sonlu ya da sonsuz sayıda boyuttan oluşabilen ve karmaşık bir vektör uzayı olan Hilber Uzayı'nda temsil edilen iki boyutlu karmaşık bir vektördür.

$$|\psi\rangle = a\,|0\rangle + b|1\rangle \qquad (1)$$

Burada, a ve b karmaşık vektörlerdir ve $|a|^2 + |b|^2 = 1$'dir. Ket ya da Dirak notasyonunda,

$$|1\rangle = \begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix} \; ve \; |0\rangle = \begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}$$

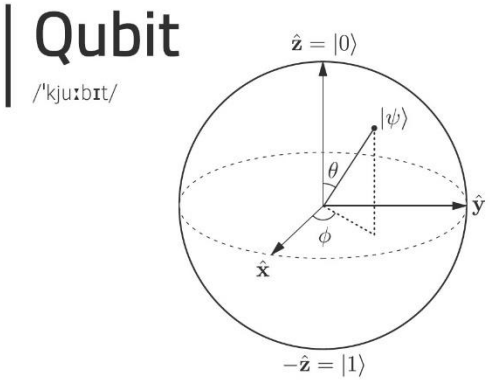
Klasik bir bitten farklı olarak, bir kübitin hal durumu (evresi - state) onu değiştirmeden ölçülemez. Şekil 2'de kübitlerin evrelerine ilişkin bir örnek gösterilmiştir. Söz konusu kübit bir elektron ya da bir foton parçacığı olabilir. Şekilde görüldüğü üzere, elektronun pozisyonu onun $|a|^2$ olasılıkla ($|0\rangle$) ya da $|b|^2$ olasılıkla ($|1\rangle$) olarak okunmasını sağlayacaktır. Ölçüm işlemi yapılmadığı ve yalnızca gözlemleme yapıldığı sürece kübitler 0 ve 1 arasında süperpozisyon halinde olacaktır (Abhijith ve ark. 2020).



Şekil 2. Kübitlerin izin verilen tüm klasik evrelerin bir süperpozisyonunda bulunabilirliği

N kübitlik bir kuantum bilgisayarı 2^n kadar keyfi bir evrede olabilir. Klasik bir bilgisayarda ise herhangi bir zamanda bu 2^n evreden yalnızca bir tanesi içinde yer alınabilir. Kuantum mekaniğinin deterministik bilgisayarlar yoluyla simüle edilmesi zorluğu da burdan ileri gelmektedir. Şekil 2'nin alt resmine tekrar bakılacak olursa aynı anda 4 ve 5 bilgilerinin süperpozisyon halinde olduğu görülmektedir. Bu olasılıksal davranışın kontrol edilmesi ve ihtiyaç duyulan bilginin elde edilmesi çok yüksek bir işlem gücü gerektirir. Feynman; "Bir kuantum davranışının klasik bilgisayarlarla simüle ettirilmesi üstel olarak genişleyen bir zaman gerektirecektir. Ancak evrensel bir kuantum bilgisayarının tasarımıyla gerçek anlamda kuantum dvranışlarını modellemek ve çözümlemek mümkün olabilecektir" demiştir (Feynman, 1982).

Tek bir kübitin diğer bir gösterimine bakacak olursak, 3 boyutlu Blok Küresi (Bloch Sphere) olarak adlandırılan ve Şekil 3'te gösterilen trigonometik bir gösterim karşımıza çıkar. Bu gösterimin matematiksel eşitliği (2) nolu denklemde gösterildiği gibidir.



Şekil 3. Bir kübitin 3 boyutlu trigonometrik gösterimi

$$|\psi\rangle = \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)|0\rangle + \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)e^{j\phi}|1\rangle \quad (2)$$

Eğer θ = π/2 ve ϕ = π/2,

$$\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Diğer bir ifadeyle |a| ve |b| olasılıksal genlikler, $\frac{1}{\sqrt{2}}$ değerine sahip olur ($(\frac{1}{\sqrt{2}})^2 + (\frac{1}{\sqrt{2}})^2 = 1$).

$$e^{j\frac{\pi}{2}} = j, (e^{j\left(-\frac{\pi}{2}\right)} = -j)$$

Böylece, verilen açı değerlerinde bir kübit Y ekseni yönünde, $|\psi\rangle = \frac{|0\rangle + j|1\rangle}{\sqrt{2}}$ şeklinde elde edilir.

Eğer, θ = π/2 ve ϕ = 0,

$$\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$
$$e^{j0} = 1, (e^{j\pi} = -1)$$

Bir kübit X ekseni yönünde, $|\psi\rangle = \frac{|0\rangle+|1\rangle}{\sqrt{2}}$ şeklinde elde edilir.

Kübitlerin bu şekilde kontrol edilmesi, "kuantum kapıları – quantum gates" denilen özel devrelerle gerçekleştirilir.

Kuantum hesaplama: Süperpozisyon (superposition) ve dolaşma (entanglement) gibi kuantum-mekanik olayların kullanımıyla gerçekleştirilir ve temel olarak, kuantum sistemlerinin işletilmesiyle ilgilenir. Teorik olarak veya simülatörlerle, özellikle de gerçek fiziksel kuantum bilgisayarları tasarlanana kadar, çoğunlukla 90'lı yıllarda küçük bir topluluk tarafından incelenen kuantum algoritmalarını ifade eden bir kavramdır (Abhijith ve ark. 2020). Kuantum hesaplaması artık günümüzde gerçek kuantum bilgisayarlarıyla gerçeklenmektedir.

Kuantum algoritmaları: Bir fonksiyonun veya bir dizi ifadenin karmaşıklığını analiz etmek için kullanılan bilgisayar algoritmaları gibi, kuantum algoritmaları da, kuantum mekaniğini en fazla polinom sürede simüle etmek için kullanılan yöntemlere karşılık gelir. En popüler kuantum algoritmaları Grover algoritması, Deutsch-Jozsa algoritması ve Shor algoritmasıdır.

Hermitian matris: Kompleks konjugesinin ters çaprazı (transpose) kendisine eşit olan matrislere verilen genel bir isimdir. Ölçülebilir matrislerdir ve değerleri beklenen değer olarak adlandırılır. L'nin gözlemlenebilir bir değer olduğunu varsayarsak, verilen bir Hilbert evresi için, L'nin beklenen değeri (3) nolu denklemdeki gibi bulunur:

$$\langle L\rangle = \langle\psi|L|\psi\rangle \tag{3}$$

Kuantum programlamasında kullanılan kuantum kapıları birer hermitian matrisidir. Okuyucuya bir örnek üzerinden hatırlatmak gerekirse, 2 x 2 boyutlu bir kare matris için işlem şu şekildedir:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2-2j \\ 2+2j & 1 \end{pmatrix}$$
$$A^* = \begin{pmatrix} 1 & 2+2j \\ 2-2j & 1 \end{pmatrix}$$
$$A^{*T} = \begin{pmatrix} 1 & 2-2j \\ 2+2j & 1 \end{pmatrix} = A$$

Kuantum dolaşıklığı (quantum entanglement): Dolaşıklık, genellikle atom altı parçacıkların arasındaki doğrudan etkileşimle oluşan fiziksel bir olaydır. Dolaşıklık halindeki parçacıkların parçacıklar üzerinde gerçekleştirilen konum, momentum, rotasyon, polarizasyon gibi fiziksel özelliklerin ölçümlerinin ilişkili olduğu gözlenmiştir. Örneğin, toplam dönüşlerinin sıfır olacağı şekilde üretilen bir çift parçacığı düşünün. Parçacıklardan birinin belirli bir eksen boyunca saat yönünde döndüğü tespit edilirse, diğer parçacığın aralarındaki dolaşıklık nedeniyle beklendiği gibi saat yönünün tersine döndüğü tespit edilecektir.

Kuantum kapıları: Klasik bir bilgisayara benzer olarak, bir kuantum bilgisayarı da mantıksal kuantum işlemleri gerçekleştiren bir dizi evrensel kapıya sahiptir. İki kübitlik kontrollü-NOT kapısı (CNOT) ve tek kübitlik kapıları kullanarak herhangi bir çoklu kübit mantık kapısı oluşturmak mümkündür (Kanamori ve ark., 2006).

Kuantum bilgisayar kapıları çoğunlukla matematiksel olarak vektörler ve matrisler kullanılarak temsil edilir. Bir kübit hem bit hem de işaret verisine sahiptir. Bit döndürme, işaret kaydırma, hem bit döndürme hem de işaret kaydırma işlemleri sırasıyla Pauli-X, Pauli-Z ve Pauli-Y (X ve Z kapılarının

birleşimi) kapılarıyla gerçekleştirilir. Bu kapıların matris formasyonu ve IBM Kuantum Besteleyicisi (Quantum Composer) gösterimleri aşağıdaki gibidir:

Pauli-X kapısı = $\begin{bmatrix}0 & 1\\ 1 & 0\end{bmatrix}$ X ile temsil edilir.

Pauli-Y kapısı = $\begin{bmatrix}0 & -j\\ j & 0\end{bmatrix}$ Y ile temsil edilir.

Pauli-Z kapısı = $\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{bmatrix}$ Z ile temsil edilir.

Bu kapılar aynı zamanda üniter (unitary) matris olarak da adlandırılır. Üniter matris bilindiği üzere kompleks konjugesinin ters çaprazı ile çarpıldığında birim matris üreten matrislerdir. Diğer bir ifadeyle kompleks konjugesinin ters çaprazı o matrisin tersine eşit olan matrislerdir. Bu durumu 2 x 2 kare matris üzerinden hatırlayacak olursak;

$$A = \begin{bmatrix}0 & -j\\ j & 0\end{bmatrix} \Rightarrow A^{-1} = \frac{1}{\det[A]}\begin{bmatrix}0 & j\\ -j & 0\end{bmatrix}$$

$$A^{*} = \begin{pmatrix}1 & j\\ -j & 1\end{pmatrix}$$

$$A^{*T} = \begin{pmatrix}1 & -j\\ j & 1\end{pmatrix} = A^{-1}$$

Bu sonucu veren matrisler, $AA^{-1} = I$ (birim matris) = $\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{bmatrix}$ sonucunu sağlar.

Bir kübit, 2 x 2 uniter X kapısıyla gösterildiği gibi döndürülebilir.:

$$X|1\rangle = \begin{bmatrix}0 & 1\\ 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0x0 + 1x1\\ 1x0 + 0x1\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix} = |0\rangle$$

Görüldüğü üzere, $|1\rangle$ kübit evresi $|0\rangle$ kübit evresine döndürülmüştür.

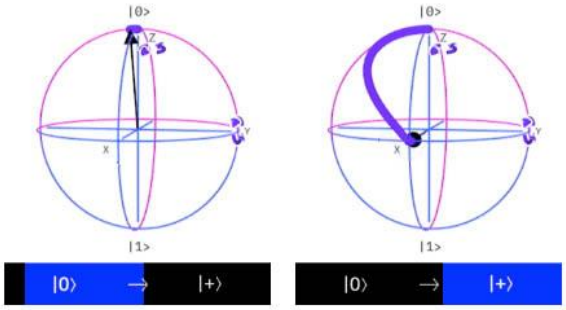
Hadamard kapısı (H) ise $|0\rangle$ ve $|1\rangle$ evrelerini sırasıyla $|+\rangle$ ve $|-\rangle$ evrelerine döndürür. Kısacası kübitleri süperpozisyon evresine dönüştürmek için kullanılır.

Hadamard kapısı = $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1 & 1\\ 1 & -1\end{bmatrix}$

Örneğin, eğer $|0\rangle$ kübit evresi üzerine Hadamard kapısı işlemini uygularsak, aşağıdaki gibi süperpozisyon evresi elde edilir:

$$H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1 & 1\\ 1 & -1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1x1 & 1x0\\ 1x1 & -1x0\end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\ 1\end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

Eşdeğer olarak, Z ekseni etrafında $\phi = \pi$ kadarlık ve Y ekseni etrafında $\theta = \pi/2$ kadarlık iki rotasyonun birleşimidir. Bu durum Şekil 4'te görüldüğü gibidir.



Şekil 4. Hadamard dönüşümü

2.2. Bulut Programlama Platformu ve Qiskit

Bulut programlama, internet üzerinden birçok kullanıcının kullanabileceği veri merkezlerini tanımlayan bir bulut bilişim ürünüdür. Çoğu programlama platformu tasarımcısı ürünlerini internet üzerinden kullanılabilen bulut bilişim ağına taşımaktadır. IBM, kullanıcılara kuantum besteleyicisi (quantum composer) adı verilen sürükle ve bırak web tabanlı bir programlama ortamı sunar. "IBM Quantum Experience" web sitesi (*https://quantum-computing.ibm.com/*) ziyaret edilerek bu platforma erişilebilir. Sürükle ve bırak tekniğiyle kullanılan kuantum kapıları vardır. Ayrıntılı bir kullanım kılavuzuna *https://quantum-computing.ibm.com/docs/start-iqx/drag-drop/first-circ* web sitesinden ulaşılabilir.

Son yıllarda kuantum bilgisayarlarının programlanmasıyla ilgili bir dizi çalışma yapılmakta olup, bilindik bir dizi kuantum algoritmasını, kuantum mekaniği ve davranışı üzerine bilgisi olmayan programcıların da kullanarak kuantum bilgisayarlarını programlayabilmeleri için daha anlaşılır notasyona sahip diller geliştirilmektedir. Bichsel ve ark.'nın (2020) tanıtımını yapmış oldukları "Silq" dili de bunlardan biri olup, Grover'ın meşhur kuantum arama algoritması üzerinden sunumunu gerçekleştirmişlerdir.

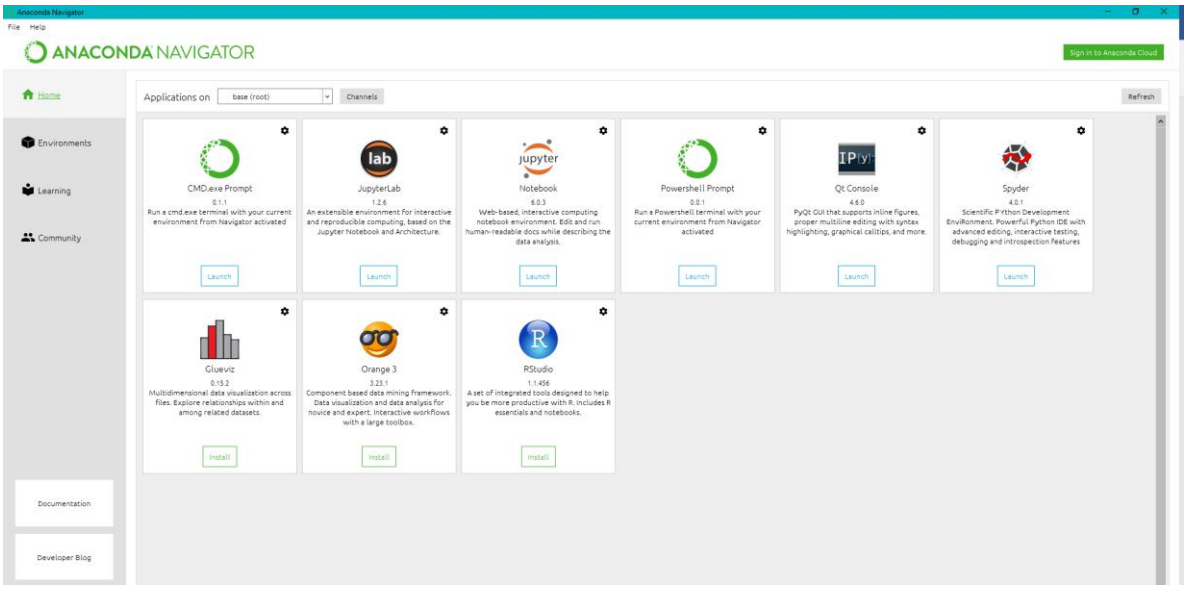
Bu çalışmada IBM'in diğer bir kuantum bilgisayar programlama platformu olan Qiskitin kullanımı üzerinde durulmuştur. Qiskit, kuantum bilgisayarlarla devre, pals ve algoritma düzeyinde çalışmak için açık kaynaklı bir bulut bilişim platformudur. Qiskit'in temel amacı, herkesin kuantum bilgisayarları kullanmasını kolaylaştıran bir yazılım altyapısı oluşturmaktır. Bununla birlikte, Qiskit, günümüzde kuantum hesaplamanın karşılaştığı en önemli açık konular üzerine araştırma yapmayı da amaçlamaktadır (https://qiskit.org/documentation/index.html). Qiskit platformu, kullanılan programlama dili bakımından Python 3.5 ya da sonrasını destekler. Qiskit ile yazılacak kuantum algoritmaları, simülatörde ya da gerçek bir kuantum bilgisayarında koşturulabilir.

Kuantum bilgisayarlarıyla kayan nokta sayı hesaplamalarında "Kuantum Faz Tahmini – Quantum Phase Estimation Algorithm" algoritması kullanılır. Bu çalışmada bulut bilişim ağı üzerinden pi sayısının hassas olarak nasıl hesaplanacağı uygulamalı olarak gösterilmiştir. Bir başka çalışmada da Tansuwannont ve ark. (2019) Kuantum Faz Tahmini Algoritması ile polinom köklerin bulunması uygulamasını gerçekleştirmişlerdir.

Kuantum faz algoritmasının amacı, verilen bir üniter U operatörü için,
$U|\psi\rangle = e^{j2\pi\theta}|\psi\rangle$ eşitliğinde θ fazını tahmin etmektir. Burada, $|\psi\rangle$ bir öz vektördür (eigenvector) ve $e^{j2\pi\theta}$ karşılık gelen özdeğerdir (eigenvalue).

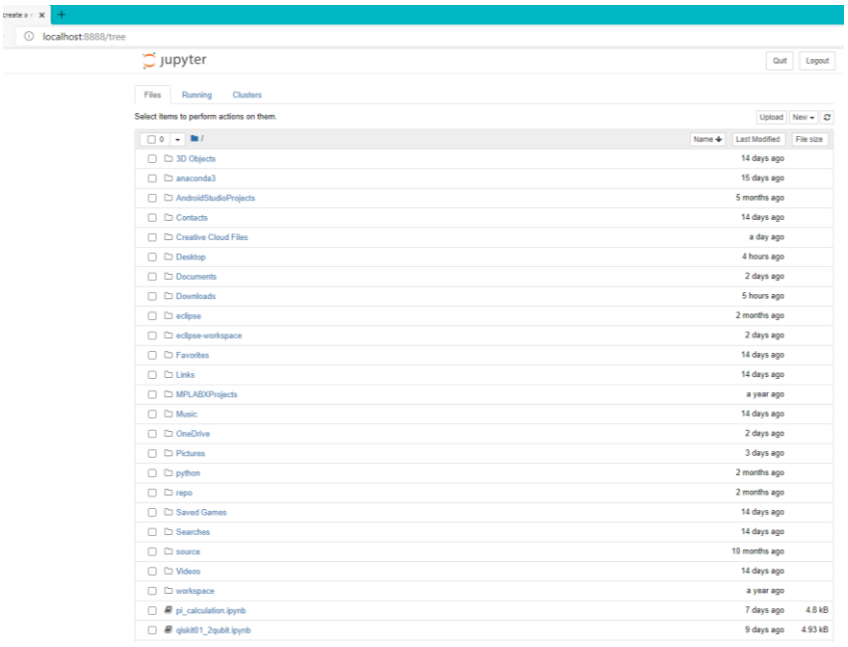
Kuantum faz tahmini algoritması, U'nun fazını (Fourier tabanında) sayan kaydedicideki ***n*** kübitlerine yazmak için faz geri tepmesini kullanır. Daha sonra bunu, ters QFT'yi (Quantum Fourier Transform) kullanarak Fourier tabanından ölçebileceğimiz hesaplama tabanına çevirir. En üstteki kübit **0** ve $\mathbf{2^n}$ arasında sayarken tam dönüşünü tamamlar. **0** ve $\mathbf{2^n}$ arasındaki bir x sayısını saymak için bu kübit Z ekseni boyunca $x/2^n$ kadar döndürülür. Bir sonraki kübit için $2x/2^n$ ve ardından 3'üncü kübit için $4x/2^n$ kadar döndürme işlemi yapılır. Kısa tanıtımını yapacağımız Qiskit platformunda ters fourier işlemi için Python kütüphanesinde '*qft_dagger()*' fonksiyonu tanımlanmıştır.

"Qiskit Notebooks" platformu "Jupyter Notebook" altyapısını kullanan bir bulut bilişim platformu olmakla birlikte, bilgisayarınıza kuracağınız "Anaconda Navigator" ile de "Jupyter Notebook" uygulamasını çalıştırabilirsiniz. Benzer şekilde uygulama bir web sayfası üzerinden "http://localhost:8888/" geçidini kullanarak çalışacaktır. Şekil 5'te "Anaconda Navigator" üzerinden "Jupyter Notebook" platformuna erişim gösterilmiştir.



Şekil 5. Anaconda Navigator ile Jupyter Notebook platformuna erişim

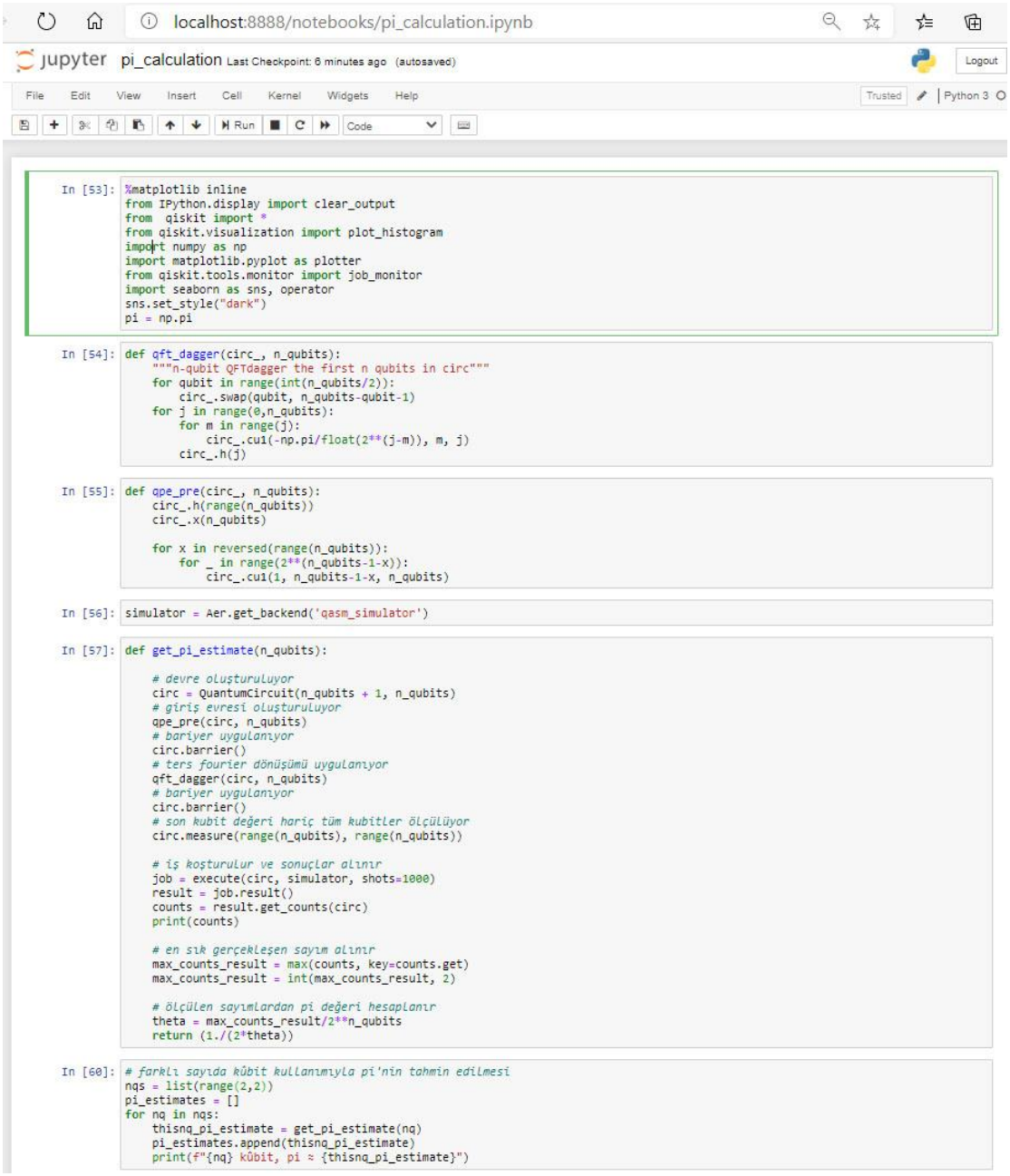
"Launch" komutuyla ilgili uygulama çalıştırıldığında, varsayılan internet tarayıcınız üzerinden Jupyter dizin ağacı "localhost:8888/tree" geçidi üzerinden açılır (Şekil 6.).



Şekil 6. Jupyter Notebook dizin ağacı

"New" butonuya yeni bir Python 3 dosyası oluşturabilir ya da daha önce oluşturduğunuz dosyalara bu dizinden erişebilirsiniz. Kayan nokta sayılarının hesaplanmasına örnek olarak, PI günü etkinliği kapsamında, PI sayısının hesaplanması için geliştirilmiş uygulama (https://quantum-computing.ibm.com/jupyter/user/qiskit-textbook/content/ch-demos/piday-code.ipynb) incelenecektir. Daha önce hazırlanmış dosya açıldığında Tablo 1.'deki gibi kod ekranı gelir.

Tablo 1. Kuantum Faz Tahmini Algoritmasıyla pi sayısının hesaplanması



```
In [53]: %matplotlib inline
         from IPython.display import clear_output
         from  qiskit import *
         from qiskit.visualization import plot_histogram
         import numpy as np
         import matplotlib.pyplot as plotter
         from qiskit.tools.monitor import job_monitor
         import seaborn as sns, operator
         sns.set_style("dark")
         pi = np.pi

In [54]: def qft_dagger(circ_, n_qubits):
             """n-qubit QFTdagger the first n qubits in circ"""
             for qubit in range(int(n_qubits/2)):
                 circ_.swap(qubit, n_qubits-qubit-1)
             for j in range(0,n_qubits):
                 for m in range(j):
                     circ_.cu1(-np.pi/float(2**(j-m)), m, j)
                 circ_.h(j)

In [55]: def qpe_pre(circ_, n_qubits):
             circ_.h(range(n_qubits))
             circ_.x(n_qubits)

             for x in reversed(range(n_qubits)):
                 for _ in range(2**(n_qubits-1-x)):
                     circ_.cu1(1, n_qubits-1-x, n_qubits)

In [56]: simulator = Aer.get_backend('qasm_simulator')

In [57]: def get_pi_estimate(n_qubits):

             # devre oluşturuluyor
             circ = QuantumCircuit(n_qubits + 1, n_qubits)
             # giriş evresi oluşturuluyor
             qpe_pre(circ, n_qubits)
             # bariyer uygulanıyor
             circ.barrier()
             # ters fourier dönüşümü uygulanıyor
             qft_dagger(circ, n_qubits)
             # bariyer uygulanıyor
             circ.barrier()
             # son kubit değeri hariç tüm kubitler ölçülüyor
             circ.measure(range(n_qubits), range(n_qubits))

             # iş koşturulur ve sonuçlar alınır
             job = execute(circ, simulator, shots=1000)
             result = job.result()
             counts = result.get_counts(circ)
             print(counts)

             # en sık gerçekleşen sayım alınır
             max_counts_result = max(counts, key=counts.get)
             max_counts_result = int(max_counts_result, 2)

             # ölçülen sayımlardan pi değeri hesaplanır
             theta = max_counts_result/2**n_qubits
             return (1./(2*theta))

In [60]: # farklı sayıda kübit kullanımıyla pi'nin tahmin edilmesi
         nqs = list(range(2,2))
         pi_estimates = []
         for nq in nqs:
             thisnq_pi_estimate = get_pi_estimate(nq)
             pi_estimates.append(thisnq_pi_estimate)
             print(f"{nq} kübit, pi ≈ {thisnq_pi_estimate}")
```

Tablo 1'deki,

nqs = list(range(2,2))

yazan kod satırında aralığı 8 olarak yapıp, kodu baştan itibaren çalıştıracak olursanız, 2 ile 7 kübit arasında sıralı analiz işlemi gerçekleşir. Bu durumda Tablo 2'dekine benzer bir çıktı elde edilir.

Tablo 2. 7 kübit üzerinden işlem sonucu

{'10': 66, '00': 223, '11': 56, '01': 655}
2 kübit, pi ≈ 2.0
{'100': 10, '110': 10, '111': 12, '010': 95, '011': 24, '101': 14, '000': 28, '001': 807}
3 kübit, pi ≈ 4.0
{'0100': 49, '1000': 4, '0110': 6, '1101': 4, '0010': 343, '0011': 479, '1010': 4, '1001': 2, '1110': 9, '1100': 4, '1111': 11, '1011': 5, '0111': 10, '0101': 17, '0000': 11, '0001': 42}
4 kübit, pi ≈ 2.6666666666666665
{'10011': 1, '00100': 5, '01000': 1, '00110': 15, '11111': 1, '00111': 1, '00010': 1, '00011': 3, '01010': 2, '00101': 970}
5 kübit, pi ≈ 3.2
{'011100': 1, '011101': 1, '001000': 9, '001101': 4, '000010': 2, '010110': 1, '001010': 885, '011000': 1, '001001': 27, '010000': 4, '001110': 3, '101011': 1, '010001': 1, '111011': 1, '101110': 1, '001100': 9, '001111': 4, '011111': 1, '100010': 1, '000111': 2, '001011': 37, '000101': 3, '110111': 1}
6 kübit, pi ≈ 3.2
{'0011100': 3, '0100001': 2, '0011011': 3, '0010111': 21, '0011010': 5, '0101111': 1, '1111010': 1, '0011000': 5, '1111000': 1, '0010101': 222, '0001111': 1, '0100111': 1, '0100100': 2, '0100101': 1, '0010011': 53, '1010001': 1, '0010010': 14, '1111001': 1, '0011101': 1, '1001101': 1, '0001101': 1, '0100000': 1, '0000010': 1, '0010110': 31, '0000011': 1, '0110101': 1, '0001010': 1, '0010000': 7, '0011001': 2, '0010100': 607, '0010001': 2, '0001100': 1, '1010111': 1, '0100010': 1, '0100110': 1, '0000000': 1}
7 kübit, pi ≈ 3.2

Görüldüğü üzere, analizin maksimum 7 kübit üzerinden yapılması durumunda, en fazla 3.2 değerine erişilebilmiştir. Ayrıca her bir ölçülen kübit diziliminin olasılıksal dağılımda ne kadar sıklıkla elde edildiği de görülmektedir. Ölçümler verilen örneğe göre 1000 vuruş (shots) sayısınca yapılmıştır. Uygulamada dikkat edileceği üzere,

simulator = Aer.get_backend('qasm_simulator')

kısmında algoritmanın işletilmesi kullanıcının kendi bilgisayarı kullanılmak suretiyle simülasyon temelli yapılmaktadır. Eğer, IBM'in kendi simülatöründe ya da kuantum bilgisayarında işlem yapılması isteniyorsa,

IBMQ.load_account()
simulator_cloud = IBMQ.get_provider(hub='ibm-q',group='open',project='main').get_backend('ibmq_qasm_simulator')
device = IBMQ.get_provider(hub='ibm-q',group='open',project='main').get_backend('ibmq_16_melbourne')

kodu kullanılabilir. Bu işlem için öncelikle hesap oluşturulmalı ve o hesap bilgisi üzerinden sunucu kernel bağlantısı kurulmalıdır. Bu durumda, sayma değerlerinin tutulduğu kod satırı aşağıdaki gibi değiştirilmelidir.

*counts = run_job(circ, backend_= **device**, shots_=1000, optimization_level_=0)*

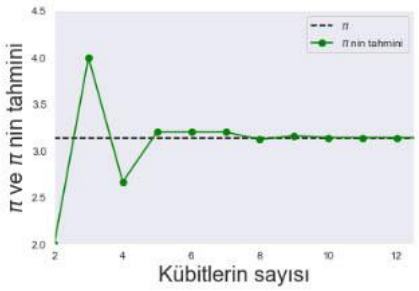
Görüldüğü üzere "backend_" parametresi, "***device***" ile değiştirilerek işlemin gerçek kuantum bilgisayarında yapılması, "***simulator_cloud***" şeklinde değiştirilmesi de bulut temelli olarak simülasyon yaptırılmasını sağlar.

Gerçek kuantum bilgisayarına bağlantı durumunda farklı bölgelerden ilgililerin bağlantı yapmasından dolayı işlemler kuyruğa alınır. Her bir kübitlik işlemde yeni baştan kuyruğa alma işlemi gerçekleştiğinden işlem süresi uzayabilir.

Simülasyon temelli uygulamada 14 kübit ve yukarsında 4 GHz'lik çekirdek frekansına sahip ve turbo modda çalışan i7 9750 mimarili işlemcide kernel bağlantısının koptuğu ve "Dead kernel" uyarısının alındığı görülmüştür. Bu durumda uygulamanın yeniden başlatılması gerekmektedir. Ayrıca 10 kübit sonrasında işlemcinin yüksek performansta çalıştığı ve tüm fanlarını devreye aldığı görülmüştür.
Maksimum 13 kübitlik işlemde, *pi ≈ 3.1411042944785277* sayısı elde edilmiştir. PI'ye yaklaşma eğrisi çizdirmek için Tablo 1'de gösterilen koda Tablo 3'teki kod eklenebilir. Program parçası çalıştırıldığında tabloda gösterilen yaklaşma eğrisi elde edilir.

Tablo 3. PI'ye yaklaşma eğrisi kodu ve çıktısı

```
In [7]: plotter.plot(nqs, [pi]*len(nqs), '--r', color="black")
        plotter.plot(nqs, pi_estimates, '.-', markersize=12, color="green")
        plotter.xlim([2.0, 12.5])
        plotter.ylim([2.0, 4.5])
        plotter.legend(['$\pi$', '$\pi$ nin tahmini'])
        plotter.xlabel('Kübitlerin sayısı', fontdict={'size':20})
        plotter.ylabel('$\pi$ ve $\pi$ nin tahmini', fontdict={'size':20})
        plotter.show()
```



Bulut temelli simülasyon işleminde örnek olarak 15 kübitlik işlem yapılmış ve *pi ≈ 3.1417066155321187* sayısı elde edilmiştir.

PI sayısının yaklaşımsal olarak hesaplanmasında kullanılan çeşitli algoritmalar mevcuttur. Bu çalışmada Java programlama diliyle Eclipse platformu üzerinden Leibniz algoritmasının kullanımı sunulmuştur. Leibniz algoritması matematiksel notasyon olarak diğer algoritmalara göre çok daha basittir. Leibniz serisiyle PI değerinin 4'te biri elde edilir. İşlem sonucu 4 ile çarpıldığında PI sayısına erişilir.

$$\frac{\pi}{4} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \cdots \quad (4)$$

Tablo 4'te Leibniz algoritmasının Java kodu gösterilmiştir.

Tablo 4. PI sayısının Leibniz algoritmasıyla yaklaşımsal olarak hesaplanması

```
package pi_calculation;
import java.util.Scanner;
import java.text.DecimalFormat;
import java.math.BigDecimal;
  public class piCalculation {
    public static void main(String[] args) {
          DecimalFormat df = new DecimalFormat("#0.00000000000000000000000000000000");
      // Konsoldan giriş yapılacağı bildiriliyor
       Scanner input = new Scanner (System.in);
       System.out.println("Hassasiyet değerini girin");
       double PI = 0.0f;
       long i = input.nextLong(); // Hassasiyet için girilen değer
       for (long sayac = i; sayac > 0; sayac--) {
         PI += Math.pow(-1, sayac + 1) / (2 * sayac - 1); // Seriyi hesaplama
          if (sayac == 1) { // Serinin son değerine gelindiğinde 4 ile çarp
            PI *= 4;
            BigDecimal bigPI = new BigDecimal(PI);
            String strPI = df.format(PI);
            System.out.println(strPI); // Sonucu biçimlendirilmiş String olarak yaz
            System.out.println(bigPI); // Sonucu BigDecimal formatta yazdır
          }
        }
     input.close();
   }
}
```

Program çalıştırılıp konsoldan sırasıyla Tablo 5'te gösterilen adım değerleri girildiğinde, elde edilen yaklaşık PI değeri ve işlemcinin hesaplama süresi tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5. Leibniz algoritmasıyla PI sayısının yaklaşık olarak hesaplanması

Adım Değeri	Hesaplanan PI Değeri	Geçen Süre
10000000	3.14159255358979327965585071069654077291488647460937 5	1.3 sn
100000000	3.14159264358979317677267317776568233966827392578125	3.52 sn
1000000000	3.14159265258979347734680231951642781496047973632812 5	32 sn
10000000000	3.14159265348979310772392636863514780998229980468 75	5 dk 12 sn
100000000000	3.14159265357979311517055975855328142642974853515625	52 dk

Tablodaki verilerden de görüldüğü üzere PI sayısına en doğru şekilde yaklaşırken kullanılan adım sayısına bağlı olarak geçen sürede üstel bir artış söz konusudur. Yalnızca işlemcinin çalışma süresi değil, aynı zamanda kullanılan bellek miktarında da çok hızlı şekilde üstel bir kullanım ortaya çıkmaktadır.

Yüksek performanslı deterministik bir oyun bilgisayarında bile en fazla 13 kübit simüle ettirilebilmiştir. Zaten kuantum bilgisayarları simülatörleriyle ilgili karşılaşılan en önemli sorun, yüksek kübitlik kuantum bilgisayarlarını ya da yüksek kübitlik algoritmaları simüle edememeleridir (Kanamori ve ark., 2006). Dolayısıyla bir kuantum bilgisayarının ya da yüksek kübitlik bir kuantum algoritmasının simüle ettirilmesinde çok sayıda paralel bilgisayar kullanımı gerekmektedir (Harrow ve Montanaro, 2017).

3. SONUÇ

Yüksek performanslı klasik deterministik bilgisayarlarda da oldukça yoğun işlem gücü gerektiren ve iteratif kodlama ile işletilen algoritmalara karşın, kuantum ilkesini kullanan algoritmaların kullanımında çok daha yüksek bir işlem gücü gerektiği açıktır. Örneğin, 2048-bitlik RSA anahtarını

asal çarpanlarına ayırmak için en iyi tahminle bir kuantum algoritması 4000 kübit ve yaklaşık 10^9 kapı gerektirecektir (Häaner ve ark., 2016).

Church–Turing (ECT) tezinin, klasik bir bilgisayarın polinom artışla herhangi bir fiziksel süreci simüle edebileceği şeklinde belirttiği fikrinin aksine, Feynmanın da henüz 80'li yıllarda belirttiği üzere gerek fiziksel olayları modellemede, gerekse çok yüksek işlem gücü gerektiren kriptoloji gibi alanlarda kuantum bilgisayarlarının kullanımı kaçınılmaz olup, gelişen teknoloji bu noktaya doğru evrilmektedir. Çok sayıda yüksek performanslı paralel işlemci ile yapılabilecek işlemlerin, çok daha düşük performansla yüksek kübitlik kuantum bilgisayarları yardımıyla yapılabileceği belirtilmektedir (Arute ve ark., 2019).

4. TARTIŞMA

Ülkemiz üniversitelerinde kuantum bilişimine yönelik çalışmalara hız verilmeli, üniversitelerin ilgili programları bünyesinde kuantum bilgisayar programlama dersleri açılmalıdır. Bu konuda uzman kadroların oluşturulması için gerekli teşvikler sağlanmalı ve farkındalık oluşturulmalıdır. Parçacık hızlandırıcısı laboratuvarlarında yürütülen uluslararası çalışmalardan elde edilen bulgular Türk bilim camiasıyla da paylaşılacak şekilde girişimler başlatılmalı ve bu bilgiler ışığında kuantum bilgisayarlarının gücü ve performansı üzerine çalışma yürütecek kadroların yetiştirilmesi sağlanmalıdır.

Bu konuda çalışmalarını yürüten Google, IBM, Microsoft, Rigetti, D-Wave, IonQ ve Zapata Computing, gibi firmalar artık kuantum üstünlüğü (quantum supremacy) kavramından bahsetmektedir. "IBM Quantum Experience" bulut platformu üzerinden ilk kez 2016'da 5 kübit üzerinden serbest erişime açılan kuantum bilgisayarları, günümüzde 15 kübitlik melbourne makinesiyle çok daha yüksek hassasiyetli işlemlerin yapılabilmesine imkân sağlamaktadır. İlerleyen günlerde farklı firmaların da daha yüksek ve daha kararlı çalışan makineleriyle bu sürece dahil olacakları değerlendirilmektedir. Ancak söz konusu firmaların ürettikleri makineleri serbest erişime ne kadar daha açık tutacakları belirsiz bir durumdur. Ayrıca bu makinelerde yapılan analiz işlemleri ve yapılan çalışmaların karşı tarafca kayıt altına alındığı ve ulusal düzeyde bu konu üzerine yapılacak çalışmalar açısından gizlilik sorunu oluşturacağı da göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

Abhijith J. ve ark. (2020), Quantum Algorithm Implementations for Beginners, arXiv:1804.03719v2 [cs.ET].

Arute F. ve ark. (2019), Quantum supremacy using a programmable superconducting processor, *Nature*, 574, 505-511. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5.

Bennett H., Bernstein E., Brassard G. ve Vazirani U. (1997), Strengths and Weaknesses of Quantum Computing, *SIAM Journal on Computing*, 26(5), 1510-1523. https://doi.org/10.1137/S0097539796300933.

Bichsel B., Baader M., Gehr T. ve Vechev M. (2020), Silq: A High-Level Quantum Language with Safe Uncomputation and Intuitive Semantics, *Proceedings of the 41st ACM SIGPLAN International Conference on Programming Language Design and Implementation (PLDI'20)*, London. https://doi.org/10.1145/3385412.3386007.

Deutsch D. and Jozsa R. (1992), Rapid solution of problems by quantum computation, *Proceeding of Royal Society A*, 439(1907), 553-558. https://doi.org/10.1098/rspa.1992.0167.

Ekert A. ve Jozsa R. (1996), Quantum computation and Shor's factoring algorithm, *Reviews of Modern Physics*, 68(3), 733-753.

Feynman R. P. (1982), Simulating Physics with Computers, *International Journal of Theoretical Physics*, 21(6/7), 467-488.

Grover L.K. (1996), A fast quantum mechanical algorithm for database search, *ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON THEORY OF COMPUTING*, 212-219.

Häaner T., Roetteler M. ve Svore K. (2016), Factoring using 2n + 2 qubits with Toffoli based modular multiplication. http://arXiv.org/abs/1611.07995.

Harrow A. W. ve Montanaro A. (2017), Quantum computational supremacy, *Nature*, 549, 203-209. https://doi.org/10.1038/nature23458.

Kanamori Y., Yoo S.-M., Pan W.D. ve Sheldon F.T. (2006), A short survey on quantum computers, *International Journal of Computers and Applications*, 28, 228-233. doi: 10.2316/Journal.202.2006.3.202-1700.

Nasar A. A. (2016), The history of Algorithmic complexity, *The Mathematics Enthusiast*, 13(3), 217-241.

Ömer B. (2009), Structured Quantum Programming, *Institute for Theoretical Physics Vienna University of Technology*.

Preskill J. (2012), QUANTUM COMPUTING AND THE ENTANGLEMENT FRONTIER, arXiv:1203.5813v3.

Shor P.W. (1994), Algorithm for quantum computation: Discrete logarithm and factoring, P*roc. 35th IEEE Annual Symp. On Foundations of Computer Science*, Santa Fe, NM, 24-134.

Shor P.W. (1997), Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer, *SIAM Journal on Computing*, 26(5), 1484-1509. https://doi.org/10.1137/S0097539795293172.

Tansuwannont T., Limkumnerd S., Suwanna S. ve Kalasuwan P. (2019), Quantum Phase Estimation Algorithm for Finding Polynomial Roots, *Open Phys.*, 17, 839–849. https://doi.org/10.1515/phys-2019-0087

Williams C.P. ve Clearwater S.H. (1997), Exploration in quantum computing, New York: Springer-Verlag.

ÇOK MAKİNALI GÜÇ SİSTEMLERİNDE PSS-AVR İLE KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞININ İYİLEŞTİRİLMESİ

M. Kenan DÖŞOĞLU
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği
kenandosoglu@duzce.edu.tr, Orcid Id:0000 0001 8804 7070

Mahmut ÖZBAY
Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği
mahmtozbay@yahoo.com, Orcid Id: 0000 0002 4065 1989

Özet
Çok makinalı güç sistemleri arıza durumlarından çok etkilenmektedir. Arıza sonrasında sistemin kısa süre içerisinde kararlı hale gelmesi ve sistemde salınımların azalması için çeşitli kararlılık çözümleri sunulmaktadır. Bu çözümlerden birisi de küçük sinyal kararlılığı analizidir. Bu çalışmada, çok makinalı güç sistemlerinde kullanılan generatörlerde Güç Sistem Kararlı Kılıcısı (PSS) ve Otomatik Gerilim Regülatörü (AVR)'nin küçük sinyal kararlılığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Benzetim çalışması olarak 2 alanlı 4 makinalı sistem kullanılmıştır. Sistemde generatörlerin açısal hızı ve bara gerilim değişimleri incelenmiştir. Dahası elde edilen sonuçlar tablolar halinde verilmiş ve parametrelerin özdeğer yorumlaması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda PSS ve AVR'nin küçük sinyal kararlılığı analizinde iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Küçük sinyal kararlılığı, PSS, AVR, Özdeğer.

IMPROVING SMALL SIGNAL STABILITY WITH PSS-AVR IN MULTI-MACHINE POWER SYSTEMS

Abstract
Multi-machine power systems are affected from fault situations. Various stability solutions are provided to stabilize the system in a short time and to decrease the oscillation in the system after the fault. One of these solutions is small signal stability analysis. In this study, the effects of Power System Stabilizer (PSS) and Automatic Voltage Regulator (AVR) in generators used in multi-machine power systems were investigated on small signal stability. As a simulation study, 2-area 4-machine system was used. In the system, the angular speed of the generators and the bus voltage changes were examined. Moreover, the results obtained are given in tables and eigenvalue of the parameters are interpreted. As a result of this study, it was seen that it gives good results in small signal stability analysis of the PSS and AVR.

Keywords: Small signal stability, PSS, AVR, Eigenvalue.

1. GİRİŞ

Güç sistemlerinde küçük sinyal kararlılığı analizi sistemin çalışma performansı, güvenilirliği, arıza sonrası kararlılığı ve salınımlar açısından önemli bir konudur. Güç sistemlerinin küçük sinyal kararlılığı için özdeğer yaklaşımı kullanılmaktadır. Güç sistemlerinde özdeğer analizi ile sistem kararlılığın iyileştirilmesi için literatürde birçok çalışma gerçekleştirilmektedir. Sonsuz baralı güç sistemlerinde çeşitli denetleyici modellerin kullanılması ile PSS modelin etkileri incelenmiştir. PSS modellerin optimum parametre değerinin belirlenmesi ile geçici kararlılık üzerinde iyileştirici etkileri ortaya çıkarılmıştır (Kumara ve Srinivasan, 2017). Çeşitli arızalara karşı güç sistemlerinin korunması için PSS modeller tercih edilmektedir. Güç sistemlerinin geçici kararlılık durumları için dayanıklı sliding mode kontrol modelleri uygulanmıştır. Bu model ile etkili sonuçlar elde edilmiştir (Delavari ve Flahzadeh, 2019). Güç sistemlerinde frekans düşmeleri ve salınımları azaltmada etkin olarak PSS modelde çok alanlı bölgelerde yetersiz kalabilmektedir. Bunun için PSS modeli ile senkron generatörde uyartım modeli beraber kullanılarak sistem kararlılığı sağlanmıştır (Liu ve ark., 2017). Dahası çok alanlı bölgede koordinat kontrolünün sağlanması için geniş alan ölçer model ile PSS modeli geliştirilmiştir. Değişken iletişim zaman gecikmeleri dikkate alınarak alanlar arası salınım

sönümlemesinde istenen performans elde edilmiştir (Prakash ve ark., 2019), (Wu ve ark., 2008). Güç sistemlerinde PSS modelin AVR modeli birlikte kullanıldığı çeşit modeller geliştirilmiştir. Güç sistemlerinin dinamik davranışından dolayı PSS ile AVR modeli gerilim regülasyonu için kullanılmaktadır (Law ve ark., 1994). Çok makinalı güç sistemlerinde geçici kararlılık durumunda elektromekanik salınımları azaltılmasında PSS ve AVR birlikte kullanılmaktadır. Birleştirilmiş model analiz tekniği ile şebeke karakteristik değişimlerine karşı etkili sonuçlar vermektedir (Quinot ve ark., 1999). PSS ve AVR modellerinin çok makinalı sistemlerde bazı durumlarda yetersiz kaldığı görülebilir. Çeşitli problemlere karşı bu modeller Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) elemanları ile birlikte kullanılmaktadır. PSS ve AVR'nin FACTS cihazları ile güç kontrolü, gerilim ve akım kontrolünde daha etkili bir çözüm verdiklerini söyleyebiliriz (Hasanvand ve ark., 2016), (Bian ve ark., 2015), (He ve ark., 2014). Çok makinalı güç sistemlerinde AVR ve PSS modellerinin diğer bir kullanımı da küçük sinyal kararlılığıdır. PSS ve AVR modelleri ile sistem kararlılığının çok daha iyi hale getirilmesi önemlidir. Bu çalışmada, PSS ve AVR modelleri kullanılarak Kundur 2 alan 4 makineli sistemde özdeğer analizi gerçekleştirilmiştir. Uygun olan PSS ve AVR modellerinin belirlenmesi ile senkron generatör parametreleri ve bara gerilim değişimleri incelenmiştir. AVR ve PSS modellerin kullanılması ile özdeğer analizinde etkili sonuçlar elde edilmiştir.

2. SENKRON GENERATÖRLER

Senkron generatörler kendi içerisinde farklı derece modelleri kullanılmaktadır. Bu modeller 2, 3, 4, 5.1, 5.2, 5.3 ve 6. derece modelleridir. Bu modeller içerisinde en gelişmiş olan 6. derece modelidir. 6. derece modeli altı değişkenden oluşur. Bunlar; açı, açısal hız, q eksen geçici gerilim kaynağı, d eksen geçici gerilim kaynağı, q eksen alt geçici gerilim kaynağı, d eksen alt geçici gerilim kaynağıdır. Senkron generatörlerde 6. derece modeli denklemleri denklem 1 ile denklem 6 arasında gösterilmiştir.

$$\delta = f_b\left(\omega - 1\right) \tag{1}$$

$$\omega = \left(P_m - P_e - D\left(\omega - 1\right)\right)/M \tag{2}$$

$$e_q^{'} = \left[-e_q^{'} - \left(x_d - x_d^{'} - \frac{T_{d0}^{''}}{T_{d0}^{'}}\frac{x_d^{''}}{x_d^{'}}\left(x_d - x_d^{'}\right)\right)i_d + \left(1 - \frac{T_{AA}}{T_{d0}^{'}}\right)v_f^{*}\right]/T_{d0}^{'} \tag{3}$$

$$e_d^{'} = \left[-f_s(e_d^{'}) + \left(x_q - x_q^{'} - \frac{T_{q0}^{''}}{T_{q0}^{'}}\frac{x_q^{''}}{x_q^{'}}\left(x_q - x_q^{'}\right)\right)i_q\right]/T_{q0}^{'} \tag{4}$$

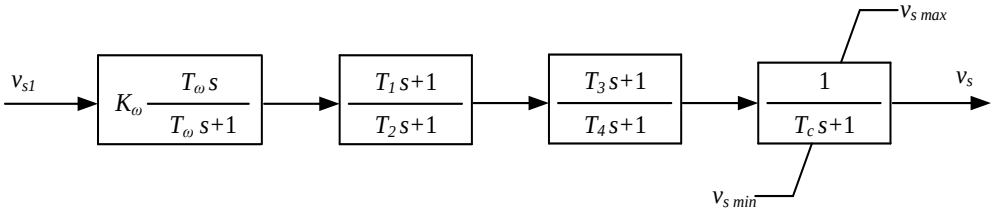
$$e_q^{''} = \left[-e_q^{''} + e_q^{'} - \left(x_d^{'} - x_d^{''} + \frac{T_{d0}^{''}}{T_{d0}^{'}}\frac{x_d^{''}}{x_d^{'}}\left(x_d - x_d^{'}\right)\right)i_d + \frac{T_{AA}}{T_{d0}^{'}}v_f^{*}\right]/T_{d0}^{''} \tag{5}$$

$$e_d^{''} = \left[-e_d^{''} + e_d^{'} + \left(x_q^{'} - x_q^{''} + \frac{T_{q0}^{''}}{T_{q0}^{'}}\frac{x_q^{''}}{x_q^{'}}\left(x_q - x_q^{'}\right)\right)i_q\right]/T_{q0}^{'} \tag{6}$$

Burada, f_b temel frekans, P_m mekanik güç, M moment, D sönümleme katsayısı, x_d and x_q d-q eksen senkron reaktanslar, $x^{'}_d$ and $x^{'}_q$ d-q eksen senkron geçici reaktanslar, $x^{''}_d$ and $x^{''}_q$ d-q eksen senkron alt geçici reaktanslar, $T^{'}_{d0}$ and $T^{'}_{q0}$ d-q eksen açık devre geçici zaman sabiti, $T^{''}_{d0}$ and $T^{''}_{q0}$ d-q eksen açık devre alt geçici zaman sabiti, T_{AA} d-q eksen ilave kaçak zaman sabiti, i_d and i_q d-q eksen akımı, δ rotor açısı, ω rotor hızı, v_f alan gerilimi, $e^{'}_d$ and $e^{'}_q$ d-q eksen geçici gerilim kaynağı, $e^{''}_d$ and $e^{''}_q$ d-q eksen alt geçici gerilim kaynağıdır (Milano, 2005).

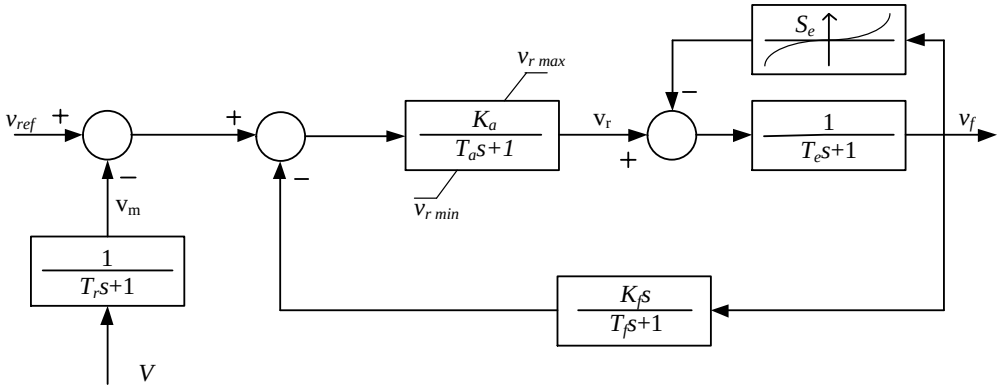
3. PSS VE AVR MODELLERİ

PSS genel olarak güç sistem osilasyonlarını kısa süre süre içerisinde bastırmak amaçlı olarak kullanılmaktadır. Güç sistemlerindeki çıkış sinyal bilgilerini AVR'nin referans gerilimi olarak belirlemektedir. Dahası çıkış sinyali belli bir oranda belirleme ve sistem dinamiğinde kullanılan zamana bağlı sabitlerin o anki durumda alabileceği değerleri belirlemektedir. Toplamda 3 PSS modeli bulunmaktadır. PSS modelleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu çalışma için PSS 2 modeli kullanılmıştır. PSS 2 modeli Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. PSS 2 modeli

Şekil 1'deki PSS 2 modelde girişler ölçülen gerilim değeri olarak isimlendirilirken çıkış arzu edilen gerilim değerleri olarak isimlendirilmiştir. AVR generatörlerin ilk gerilim kontrolünü sağlayan denetleyicisidir. Genelde 3 tip AVR modeli bulunmaktadır. AVR modelleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmada için kullanılabilecek olan AVR 2 modeli olmuştur. AVR 2 modeli Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. AVR 2 modeli

AVR 2 modelinde referans ve gerçek gerilim değerini arasındaki karşılaştırma sonucunda belli bir limit değerinin altına düştüğü durumlarda sistem gerilimini ayarlayabilmektedir. Ayrıca uyartım gerilimi ile bu denetleyici arasında karşılaştırma yapılmaktadır. Aradaki elde edilen fark gerilimi maksimum ve minimum düzeyde ayarlamaktadır. Bu ayarlama işlemi sistem için istenen düzeye göre yapılabilmektedir (Milano, 2005).

4. KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞI

Herhangi bir A matrisi için determinant (A–λI) ifadesinin karakteristik denkleminin çözümü matrisin özdeğerini vermektedir. Özdeğerler gerçek veya karmaşık olabilir, karmaşık özdeğerler her zaman eşlenik çiftler halinde görünür. Gerçek bir özdeğer, salınımsız bir mod ile ilgilidir. Pozitif bir gerçek özdeğer periyodik bir monotonik kararsızlığı temsil ederken, negatif bir gerçek özdeğer ifadesi ise bir bozunma modunu temsil etmektedir. Özdeğer büyüklüğünün artması daha hızlı bir bozunumu temsil etmektedir. Her karmaşık özdeğer çifti bir salınım moduna karşılık gelmektedir. Özdeğerlerin gerçek bileşeni sönümlemeyi sağlarken, sanal bileşen salınımların sıklığını göstermektedir. Negatif bir gerçek parça sönümlü salınımları sembolize ederken, pozitif bir gerçek parça artan genlikle salınımları sembolize etmektedir. Karmaşık bir özdeğer çifti ifadesi denklem 7'de gösterilmiştir.

$$\lambda = \sigma \pm j\omega \tag{8}$$

Denklem 7'ye bağlı olarak sistemin salınım frekansı ve sönüm oranı ifadeleri denklem 8' ve denklem 9'da verilmiştir.

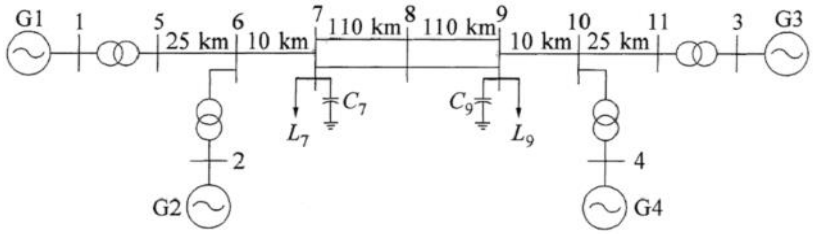
$$f = \frac{\omega}{2\pi} \tag{9}$$

$$\xi = \frac{\sigma}{\sqrt{\sigma^2 + \omega^2}} \tag{10}$$

Sönümleme oranı salınım genliğinin bozulma hızını belirlemeye yardımcı olur. Doğrusallaştırılmış bir güç sistemi modeli için küçük bir sinyal kararlılığı analizi durum matrisinin özdeğerlerini ve özvektörlerini hesaplayarak sistemin dinamik performansının belirlenmesine yardımcı olabilirler (Dey ve ark., 2019). Bir güç sisteminin kararlı çalışması için, tüm özdeğerlerin gerçek değerleri bir s düzleminin negatif yarısında bulunması gerekmektedir. Dahası tüm elektromekanik salınımlar mümkün olduğunca çabuk sönümlenmesi gerekmektedir.

5. BENZETİM ÇALIŞMASI

Bu çalışma için 4 makinalı test sistemi kullanılmıştır. Kullanılan test sistem Şekil 3'de gösterilmiştir.

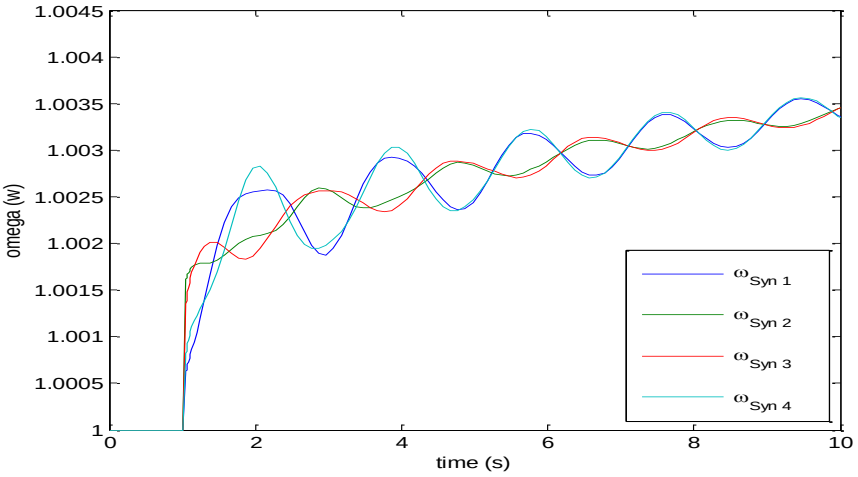


Şekil 3. 4 makinalı test sistemi

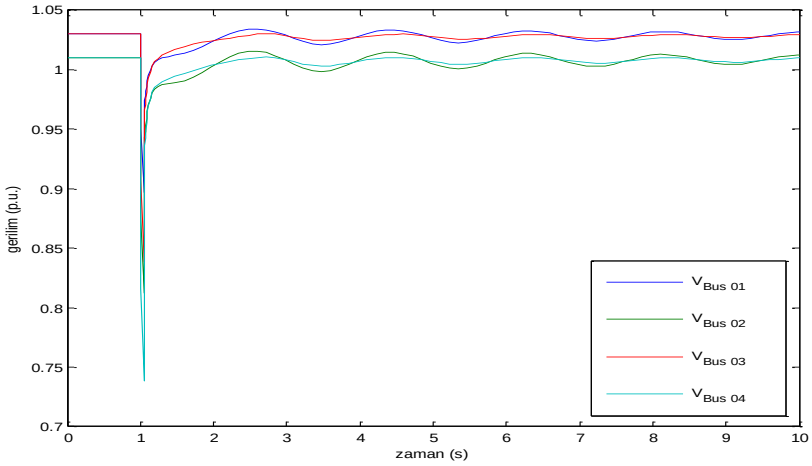
Bu test sistemi toplamda 11 baradan oluşmaktadır. Bu test sisteminde G1, G2, G3 ve G4 isimli 4 adet senkron generatör kullanılmıştır. 1-5, 3-11, 2-6 ve 4-10 numaralı baralar arasında transformatörler kullanılmıştır. Baralar arasındaki uzaklıklar şekil 7'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Bara 7 ve bara 9'da yükler ve kondansatörler bağlıdır. Bara 7 ve 9'da sabit empedans, sabit akım ve sabit aktif güce bağlı olarak çalışan yükler bulunmaktadır. 4 baralı sistemde simetrik 3 faz arızası oluşmuştur. 3 faz arızası 8 numaralı barada gerçekleşmiştir. Bu çalışmada 3 faz kısa devre süresi 1 saniye ile 1.05 saniyeler arasında seçilmiştir. İlk yapılan analizde senkron generatörlerde herhangi bir kontrol bloğu olmadığı durumdaki sistem cevapları incelenmiştir. ikinci analiz çalışmasında ise 4 senkron generatöre PSS ve AVR'nin bağlanması ile sistem cevapları incelenmiştir. Bu çalışmada PSS 2 modeli ve AVR 2 modeli tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçlar detaylı olarak incelenirken, küçük sinyal kararlılığı karşılaştırmaları tablolar halinde sunulmuştur.

6. BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

4 Makineli sistemde generatörlerde PSS ve AVR olmadığı durumdaki açısal hız ve generatör barası gerilim değişimleri Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterilmiştir

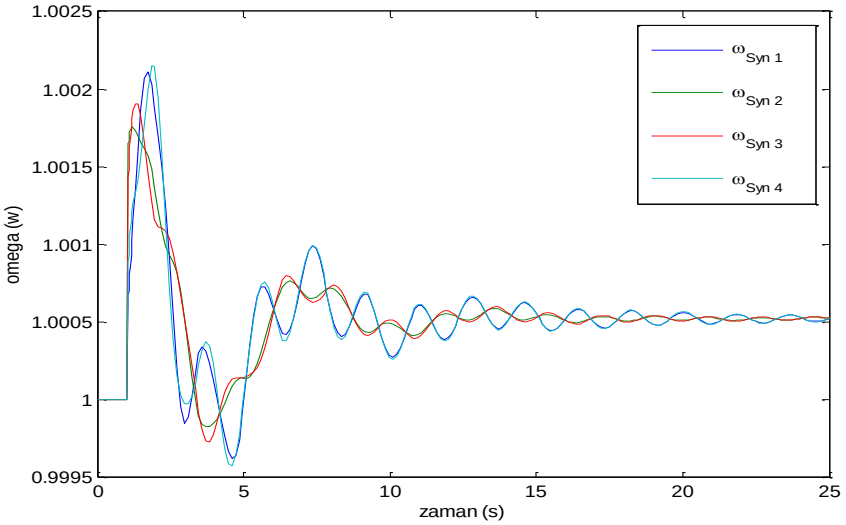


Şekil 4. Bara PSS ve AVR yok iken generatör açısal hız değişimleri

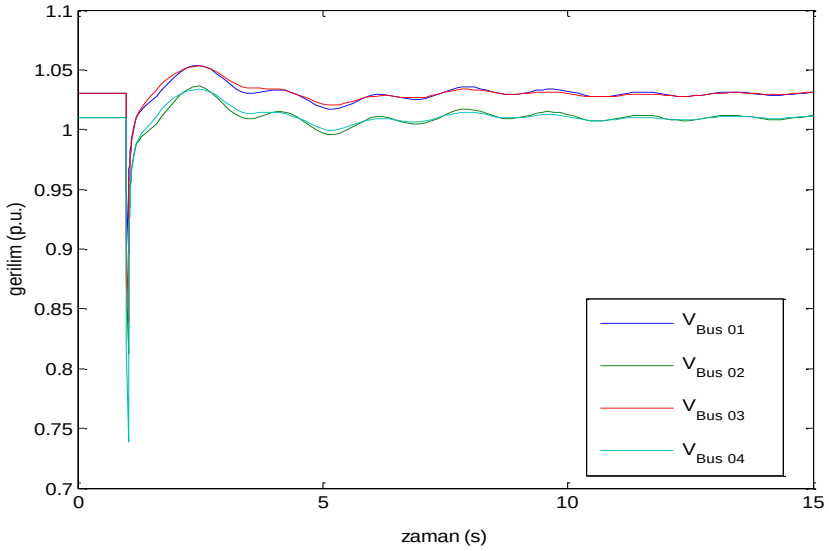


Şekil 5. PSS ve AVR yok iken generatör barası gerilim değişimleri

4 Makineli sistemde generatörlerde PSS ve AVR olduğu durumdaki açısal hız ve generatör barası gerilim değişimleri Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. PSS ve AVR var iken generatör açısal hız değişimleri



Şekil 7. PSS ve AVR var iken generatör barası gerilim değişimleri

Bu sistemde PSS ve AVR kullanılmadığı durumda açısal hız ve generatör barası gerilim değerlerinin kararsız bir hal aldığı görülmektedir. Her iki parametre değerinde salınımların zaman içinde azaldığı görülmüştür. Özelliklede PSS ve AVR kullanılmadığı durumlarda açısal hız değerlerinin1. 0035 p.u değerlerine yükseldiği görülürken, generatör barası gerilim değişimlerinin 0.73 p.u değerine kadar azaldığı görülmüştür. PSS ve AVR'nin kullanıldığı durumda parametrelerin kısa süre içerisinde kararlı hale geldiği görülürken, salınımlarında azaldığı tespit edilmiştir. PSS ve AVR'nin kullanıldığı durumda açısal hız değerlerinin 1.0022 p.u değerinde olduğu bulunurken, generatör barası gerilim değişimlerinin 0.735 p.u değerinde olduğu bulunmuştur.

PSS ve AVR'nin kullanılmadığı ve kullanıldığı durumda küçük sinyal kararlılığı için elde edilen sayısal sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. PSS ve AVR yok iken elde edilen sonuçlar

Baskın Makineler	**Özdeğerler**	**Osilasyon Frekansı (Hz)**	**Sönümleme Oranı ζ (%)**	**Katılım Faktörü (%)**
δ_1, ω_1 (Makine-1)	-0.5619 ± 6.798	1.0819	8.237	**δ_1=25.6** **ω_1=25.6** δ_2=0.37 ω_2=0.37 δ_4=14.1 ω_4=14.1
ω_2, δ_2 (Makine-2)	-0.5623 ± 6.611	1.0522	8.475	**ω_2=24.8** **δ_2= 24.8** ω_1=0.76 δ_1=0.76 ω_4=5.35 δ_4=5.35
δ_4, ω_4 (Makine-4)	-0.1247 ± 3.463	0.55117	3.598	**ω_4=18.8** **δ_4= 18.8** **ω_1=19.00** **δ_1=19.00** ω_2=0.90 δ_2=0.90

Tablo 2. PSS ve AVR var iken elde edilen sonuçlar

Baskın Makineler	Özdeğerler	Osilasyon Frekansı (Hz)	Sönümleme Oranı ζ (%)	Katılım Faktörü (%)
δ_1, ω_1 (Makine-1)	-0.5974 ± 6.947	1.1058	8.567	**δ_1=24.5** **ω_1=25.4** δ_2=0.31 ω_2=0.31 δ_4=13.5 ω_4=14.4
ω_2, δ_2 (Makine-2)	-0.5911 ± 6.746	1.0737	8.728	**ω_2=23.93** **δ_2= 24.81** ω_1=0.63 δ_1=0.63 ω_4=4.19 δ_4=4.62
δ_4, ω_4 (Makine-4)	-0.1505 ± 3.551	0.5652	4.234	**ω_4=17.96** **δ_4= 19.05** **ω_1=18.15** **δ_1=19.95** ω_2=0.80 δ_2=0.84

Senkron generatörlerde PSS ve AVR'nin kullanıldığı durumlarda özdeğerlerin, salınım frekansının, sönümleme oranlarının ve katılım faktörlerinin PSS ve AVR kullanılmadığı duruma göre daha iyi sonuçlarda olduğu elde edilmiştir.

7. SONUÇ

Güç sistemlerinin arızalar esnasında daha iyi çalışma koşullarını oluşturmak ve sistemin daha güvenilir bir şekilde olması generatörlerde kullanılan denetleyiciler ile sağlanabilmektedir. Güç sistemlerinde küçük sinyal kararlılık durumları için PSS ve AVR'nin tercih edilmesinin ne kadar önemli olduğu bu çalışmada görülmektedir. PSS ve AVR'nin kullanılması ile sistem özdeğerlerinin, salınım frekanslarının, sönümleme oranlarının ve katılım faktörlerinin kararlılık açısından iyi değerler aldığı görülmüştür. Özellikle PSS ve AVR ile sistem özdeğerlerinin negatif yönde sonsuza gitmesi söz konusudur. Dahası PSS ve AVR'nin lokal mod çalışmada ve bölgeler arası mod çalışmada etkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışma ile senkron generatörde kullanılan PSS ve AVR'nin daha farklı denetleyiciler ile geliştirilmesi ve daha farklı güç sistem uygulamalarına zemin hazırladığını söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

Bian X. Y., Geng Y., Lo K. L., Fu Y., Zhou, Q. B. 2015. Coordination of PSSs and SVC damping controller to improve probabilistic small-signal stability of power system with wind farm integration. IEEE Transactions on Power Systems, 31 (3), 2371-2382.

Delavari H., Flahzadeh, K. 2019. Robust fractional order adaptive power system stabilizer for a multi-machine system. In 2019 27th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE) (pp. 544-548). IEEE.

Dey P., Mitra S., Bhattacharya A., Das, P. 2019. Comparative study of the effects of SVC and TCSC on the small signal stability of a power system with renewables. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 11 (3), 033305.

Hasanvand H., Arvan M. R., Mozafari B., Amraee, T. 2016. Coordinated design of PSS and TCSC to mitigate interarea oscillations. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 78, 194-206.

He B. T., Li M. S., Ji T. Y., Wu Q. H. 2014. Optimal coordinated control of PSS and STATCOM in a multimachine power system. In 2014 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC) (pp. 1-6). IEEE.

Kumara K., A. D. Srinivasan. 2017. Design of optimal controllers for the power system stabilizer—Effect of operating conditions. 2017 Second International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT) (pp. 1-6). IEEE.

Law, K. T., Hill D. J., Godfrey, N. R. 1994. Robust controller structure for coordinated power system voltage regulator and stabilizer design. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2 (3), 220-232.

Liu Z., Yao W., Wen J. 2017. Enhancement of power system stability using a novel power system stabilizer with large critical gain. Energies, 10 (4), 449.

Milano F, 2005. Power System Analysis Toolbox, Version 1.3.4, Software and Documentation, Available at: http://faraday1.ucd.ie/psat.html (Erişim Tarihi: 19.05.2020).

Milano, F, 2005. Documentation for PSAT version 1. 3. 4., Available at: http://www.Power.uwaterloo.ca/fmilano/archive/psat-1.3.4.pdf (Erişim Tarihi: 30.12.2007).

Prakash T., Singh V. P., Mohanty S. R. 2019. A synchrophasor measurement based wide-area power system stabilizer design for inter-area oscillation damping considering variable time-delays. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 105, 131-141.

Quinot H., Bourles H., Margotin, T. 1999. Robust coordinated AVR+ PSS for damping large scale power systems. IEEE Transactions on Power Systems, 14 (4), 1446-1451.

Wu H., Wang Q., Li X. 2008. PMU-based wide area damping control of power systems. In 2008 Joint International Conference on Power System Technology and IEEE Power India Conference (pp. 1-4). IEEE.

MEKANİK ÖLÇÜM MASTARLARI VE TAMPON MASTARI ANALİZİ

Yuşa Haktanır
Beykent Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü/ Y.L. Makine Mühendisliği
yusahktnr34@gmail.com ORCID ID 0000-0002-4808-7390

Şenol Durmuşoğlu
Beykent Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
senoldurmusoglu@beykent.edu.tr ORCID ID 0000-0003-32328484

Özet
Mastarlar günümüzün en önemli ölçüm aletleridir. Farklı özelliklere sahip birçok çeşidi mevcuttur. Özellikle gelişen teknoloji ile birlikte dijital olarak üretimleri yapılmaktadır. Türiyede' ki mastar üretimine ait sektörel azınlıktan dolayı, global sektörde dünyaca ünlü firmalarla yarışamamaktadır. Türkiye' de mastar üretimi yapan firma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu çalışmadaki amaç firmaların dikkatini bu yöne çekmek ve mastarların incelenmesi çalışmalarının azlığı ile birlikte bilimsel bir çalışma hazırlamaktır. Dünyaca ünlü mastar üretimi yapan firmalar aynı zamanda mastar üretimi için gerekli takım tezgahlarından bazılarını kesici takım üretiminde de kullanmaktadırlar. 1985 yılında Türkiye'nin ilk yerli mastar üreticisi olan Fer-Ter bu alanda öncü olma özelliğini sürdürmektedir. Mastar üretimi yapan bir diğer firma MKE (MAKİNE KİMYA ENDÜSTRİSİ)'dir. Bu iki firma alanında uzman firmalardır ve kendi labaratuvarlarında kalibrasyonlarını yapmaktadırlar. Çalışmanın amacı üretimi yapılacak mastarlar için; 1.2080 malzeme ve tungsten karbür (WC) malzemeli tampon mastar analizleri incelenecek ve mastar üretimi için en uygun malzeme seçimi yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mastar üretimi, 1.2080 ve tungsten karbür malzeme, Mastar analizi

MECHANICAL GAUGE AND PLUG GAUGE ANALYSIS

Abstract
Measurement gauge are the most important measurement tools of today. There are many varieties with different characteristics. They are produced digitally, especially with developing technology. Due to the sectoral minority of gauge production in Turkey, it is not able to compete with world-famous companies in the global sector. In Turkey, the number of firms producing infinitives is almost nonexistent. The aim of this study is to draw the attention of the companies in this direction and to prepare a scientific study together with the scarcity of studies on the study of infinitives. The world-famous scale production companies also use some of the machine tools necessary for scale production in the production of cutting tools. Fer-Ter, which became the first domestic gauge manufacturer in Turkey in 1985, continues to be a pioneer in this field. Another company that makes infinitive production is MKE (machine chemical industry). These two companies are specialized companies in the field and do their calibration in their own laboratories. Purpose of the study for the infinitives to be produced; 1.2080 materials and tungsten carbide (WC) materials plug gauge analysis will be examined and the most appropriate material selection will be made for gauge production.

Key Words: Gauge production, 1.2080 and tungsten carbide material, Gauge analysis

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte özel iş parçlarının ölçümleri makineler ile yapılırken seri üretim imalat parçalarının ölçümleri mastarlar ile yapılmaktadır. Mastarların üretimini Türkiye' de öncü firma özelliğini taşıyan Fer-Ter firması sürdürmektedir. Mastar üretimi yapan firma sayısı azlığı Türkiye'yi ithalata itmektedir. Sektördeki diğer firmalar ile yarışmak adına mastar üretimi yapan firmalar ithalatı azaltıp ihracat yapmalı ve firma hedefleri koymalıdır.

Fer-Ter'in hedefleri ; ''sanayinin gereksinimlerine en yüksek kalite ve en uygun fiyata ürün sunma suretiyle cevap vermek, dünyadaki gelişmeleri yakından takip ederek bilgi ve birikimini kullanarak

hizmet verdiği sektörlerin gelişmesine katkıda bulunmak, kontrol mastarları ve ölçme sistemler imalatında sanayinin dışa bağımlılığını en aza indirmek hedefleri arasındadır'' olarak tanımlamıştır.[1] Mastar üretimi yapan yerli firmalarda aynı hedefler doğrultusunda ilerlemelidir. Özellikle vida mastarları yapan dünyaca ünlü firmalar aynı zamanda pafta, kılavuz, diş frezesi gibi kesici takım üretimlerinin yanında bazı mastar firmaları kumpas, kompratör saati, mikro metre gibi ölçüm cihazlarıda yapmaktadırlar. Gelişen teknolojinin artması ile ile birlikte Türkiyede' ki mastar firmaları sınırlı kalmış ve dünyaca ünlü firmalarla yarışamamaktadırlar. Dünyaca ünlü firmalar ile yarışabilmek için yukarıda ki hedefler göz önüne alınmalıdır.

''Mastarlar sadece kontrolü yapılacak cismin istenilen şekilde olup olmadığını veya olması gerekli ölçülerden sapıp sapmadığını tespit için kullanılır. Kontrol, ya evet/hayır, ya geçer/geçmez, ya da iyi/kötü olmak üzere sonuçlandırılır. ölçme işlemi çok çabuk ve kolay yapılmasına rağmen, sayısal bir okuma (test) değeri vermediği için ölçme amacından ziyade kontrol amacına dönük kullanılır.''[2] Mastar üretimi için bir çok parametre olmasına karşın en önemlisi malzeme seçimidir ve bu malzeme seçiminin mastar üzerinde nedenli etkili olduğunu araştırmak gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, mastar üretimi için seçilecek en uygun malzemenin belirlenmesi ve mastar üzerindeki etkisi için analizinin yapılması amaçlanmıştır.

2. TAMPON MASTAR ANALİZİ

Mastar üretimi yapılacak malzeme; aşınma direnci ve rijitlik özelliğinin yanısıra tokluk ve kolay işlenebilirlik özelliklerine sahip olmalıdır. Litaratür ve sektörde faliyet gösteren firmalardan alınan bilgiler doğrultusunda mastar üretimi için en uygun malzeme ; 1.2080 veya 1.2379 malzemelerdir. Bu malzemelerin özellikleri birbiri özelliklerine yakın olmasına karşın, mastarlar uzun vadeli kullanıma sahip olmalı fakat korozif özellikleri içermemesi ve büyük yükler altında kullanılmaması öngörüldüğünden mastar üretimi yapılacak malzemenin rijitlik özelliği ve aşınma direnci birinci parametre olacaktır.

Mastar üretimi için gerekli olan malzemelerin özelliklerini Engineering metrology and measurements kitabında şu şekilde sıralanmıştır ;

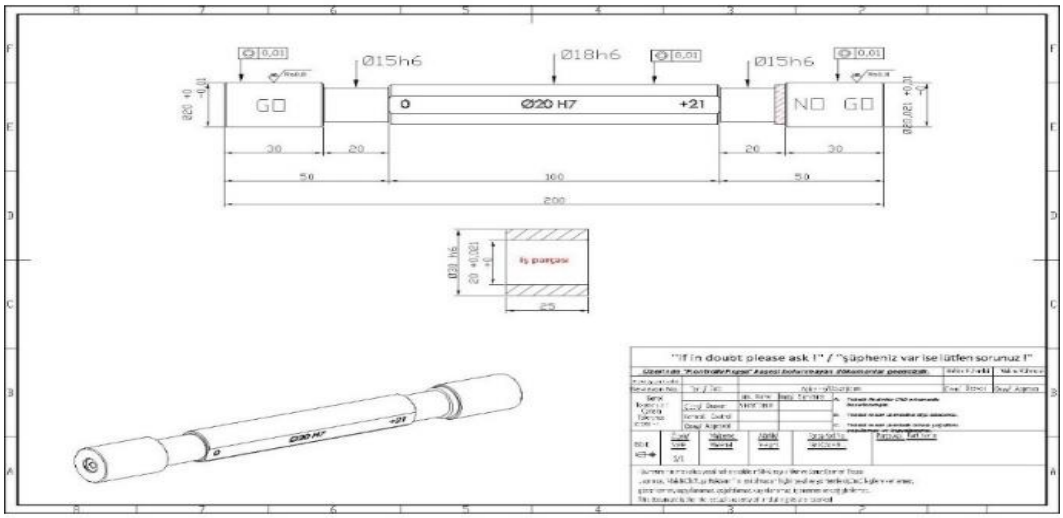
1. Mastar üretimi yapılacak malzemenin rijitlik ve yorulma dayanıma sahip olmalıdır, bu mastar üretimi için malzeme seçimindeki birinci parametredir.
2. Boyutsal kararlılık ve formunu koruyabilmelidir.
3. Korozyona dayanklı olmalıdır
4. İstenilen yüzey kalitesi için kolay işlenebilirliğe sahip olmalıdır.
5. Sıcaklık etkisinden etkilenmemek için düşük genleşme katsayısına sahip malzemeler olmalıdır
6. Isıl işlem görmeye yatkın çelik kullanılmalıdır. [3]

Quantum Takım Sanayi A.Ş. firmasına ait takım çelikleri katoloğunda geçen ''1,2080 malzeme özellikleri ; tavı 180-230 HB'dir. Standartları; X:210, Cr:12, AISI:D3, BS:BD3'tür. Malzeme özellikleri; Yüksek aşınma direnci,düşük korozif özellik, %12 Cr çelik, yüksek boyutsal kararlılık ve ısıl işlem sonrası alacağı max. sertlik 64 HRc'dir. Kimyasal bileşimi; %2,00 C, %0,30 Si, %12 Cr, %0,40 Mn' dir. Kesme kalıplarında, yuvarlak ve altı köşe zımba ve broşlarda, plastic kesme bıçaklarında kullanılır, içersinde yüksek oranda karbon bulunur.'' olarak tanımlamıştır.[4] Mastar üretimi yapılan bir diğer malzeme tungsten karbürlerdir. Tungsten karbürler rijitlik özelliği, sertlik ve aşınma direnci özelliği yüksek malzeme olmasına karşın göreceli tokluğu düşük malzemelerdir. Tungsten karbür malzeme özellikleri ; ''92 HRA sertliğe sahiptir. Tungsten karbürler üretici firmalar tarafından bir çok standartlarda ve farklı kimyasal bileşikler halinde üretebilirler. Kimyasal özellikleri verilecek karbürler ISO standartlarına göre K10 kalitesindeki karbüre aittir. %90 WC, %6 Co içerirler.

Kesici takım üretiminde, kalıp üretiminde, mühimmat üretiminde, makine parça üretiminde kullanılırlar.''[5] Mastar üretimi yapılacak malzemenin tungsten karbür seçilmesinin önemli sebebi, tolerans aralığının dar olması ve 1.2080 veya 1.2379 malzeme işlenirken oluşacak esnemelere karşı daha iyi özellikte rijitliğe sahip olmasıdır. Tunsgten karbür mastarlar, 1.2080 veya 1.2379 malzemeden üretilen mastarlara nazaran yüksek maliyetlere üretilmektedirler. Maliyetlerin yüksek

olmasının sebebi; tungsten karbür üretimi yapan yerli firma olmaması ve toz metal teknoloji ile üretimi yapılmasıdır. Ortalama bir insanın 20 cm dirsek açıklığında uygulayabileceği ağırlık 12 kg ile 15 kg arasındadır. Geçer/geçmez tampon mastarları fazlaca yük uygulanmadan kullanılmalıdır, analizi yapılacak tampon mastarı ortalama bir insanın uygulayacağı kuvvet 140N(Newton) olarak belirlenmiş olup 140N(Newton)'luk kuvvetle tampon mastarının aşırı zorlamalar ve kuvvetler altındaki analizi incelenecektir.

Yapılan analiz dinamik yükler altında yapılmadığından, gerilme, gerinim, yer değiştirme, güvenlik faktörü etüdleri incelenecektir.Aşınma direnci ve malzeme yorulması dinamik yükler altında gerçekleşeceğinden ve bu parametreler sadece malzeme özelliklerine bağlı değil kulanıcı,ortam ve mastar kullanımı yapılacak iş parçası gibi diğer değişken parametrelerede bağlıdır. Buradaki amaç, iki farklı malzemenin tampon mastar üretiminde kullanıldığındaki sonuçları incelemektir. 1.2080 ve tungsten karbür (WC) malzemelerden üretimi yapılan Ø22 H7 geçer/geçmez tampon mastarının statik analizleri ve karşılaştırması Solidworks Ansys Simulation' da yapılmıştır. Analizi yapılacak tampon mastarı teknik resmi Şekil 1. gösterilmiştir.

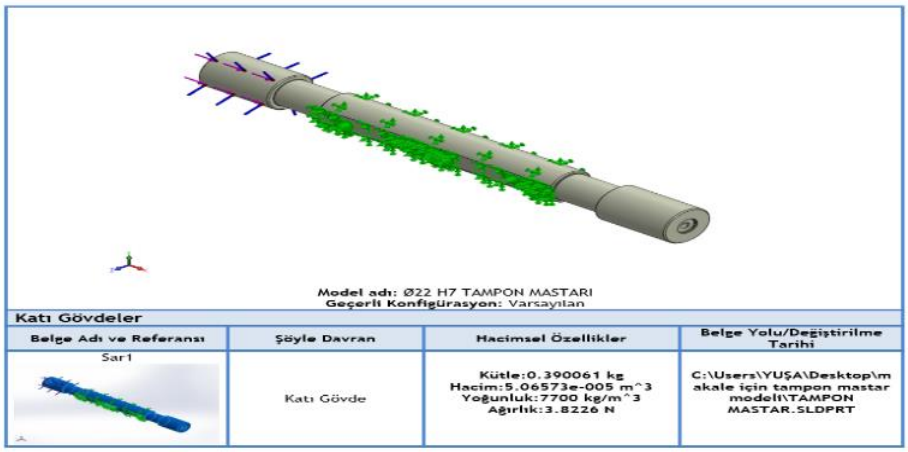


Şekil 1. Ø22 H7 Tampon Mastarı Teknik Resmi

2.1. Ø22 H7 TAMPON MASTARI STATİK ANALİZİ

1.2080 malzeme ve tungsten karbür ile modellenmiş tampon mastarları için von-misses gerilme, gerinim, yer değiştirme ve güvenlik faktörleri için statik analizleri yapılmıştır. Analizin yapılmasındaki amaç, 1.2080 malzeme ile tungsten karbür malzemeden üretilen tampon mastarı arasındaki statik analiz farklarını tespit etmek ve mastar üretimi için en uygun kullanılacak malzeme seçimini saptamaktır.

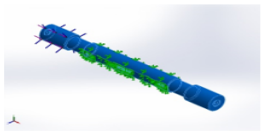
1.2080 malzemeli tampon mastarı analizi için; tampon mastarı model bilgisi Şekil 2.'de, analiz birimleri 1.2080 ve tungsten karbür malzemeli tampon mastarı için Şekil 3.'de, 1.2080 malzeme özellikleri Şekil 4'de, Von misses gerilmelerine ait sonuçlar Şekil 5.' de, yer değiştirme sonuçları Şekil 6.'da, gerinim değerleri Şekil 7.'de ve güvenlik faktörü Şekil 8.'de gösterilmiştir. Tungsten karbür malzemeli tampon mastarı analizi için; tampon mastarı model bilgisi Şekil 9.'da, tungsten karbür malzeme özellikleri Şekil 10.'da, Von misses gerilmelerine ait sonuçlar Şekil 11.'de, yer değiştirme sonuçları Şekil 12.'de, gerinim değerleri Şekil 13.' de ve güvenlik faktörü 14.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1.2080 Malzemeli Tampon Mastarı Model Bilgisi

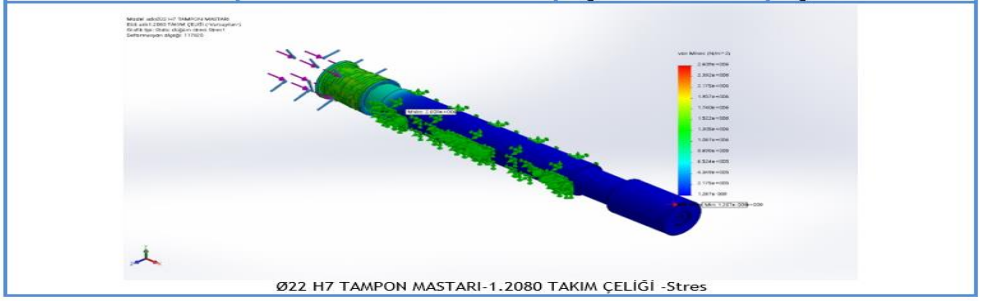
Birim sistemi:	SI (MKS)
Uzunluk/Yer Değiştirme	mm
Sıcaklık	Kelvin
Açısal hız	Rad/sn
Basınç/Gerilim	N/m^2

Şekil 3. 1.2080 Ve Tungsten Karbür Malzemeli Tampon Mastarı İçin Analiz Birimleri

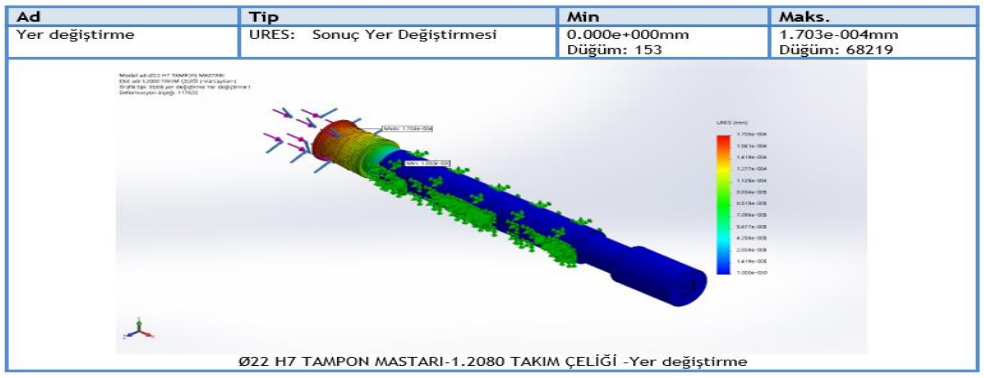
Model Referansı	Özellikler		Bileşenler
	**Ad:**	1.2080 ısıl işlem görmüş soğuk iş takım çeliği	SolidBody 1(Sar1) (TAMPON MASTAR-2)
	Model tipi:	İzotropik Doğrusal Elastik Analizi	
	Varsayılan hata kriteri:	Maks. Von Mises Gerilimi	
	Akma mukavemeti:	2.15e+009 N/m^2	
	Gerilme mukavemeti:	2.05e+009 N/m^2	
	Elastik modül:	1.9e+011 N/m^2	
	Poisson oranı:	0.28	
	Kütle yoğunluğu:	7700 kg/m^3	
	Termal genleşme katsayısı:	1e-005 /Kelvin	
Eğri Verisi: N/A			

Şekil 4. 1.2080 Malzemeli Tampon Mastarı Malzeme Özellikleri

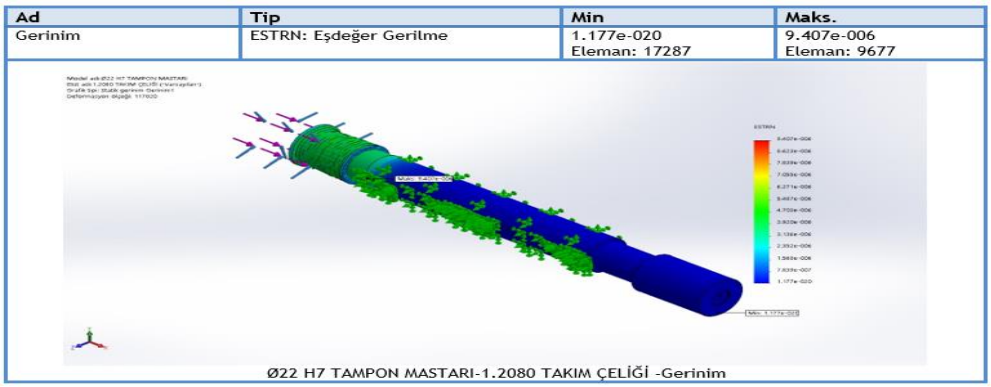
Ad	Tip	Min	Maks.
Stres	VON: von Mises Stresi	1.267e-009N/m^2 Düğüm: 462	2.609e+006N/m^2 Düğüm: 84269



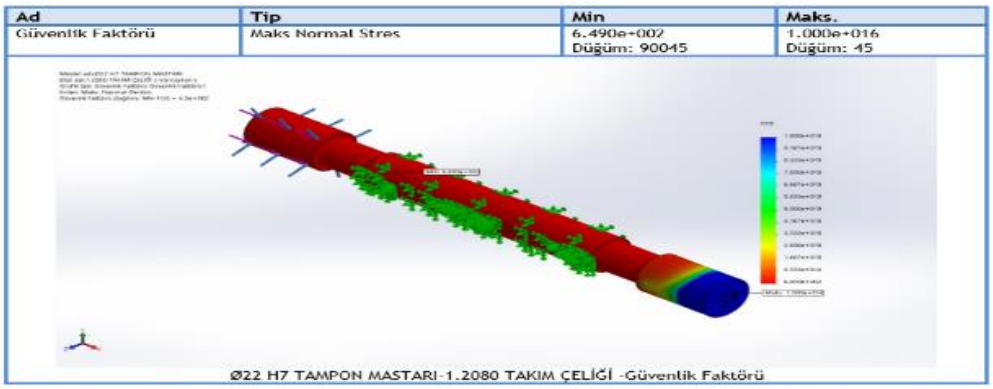
Şekil 5. 1.2080 Malzemeli Tampon Mastarı Üzerinde Von-Mises Gerilme Kuvveti



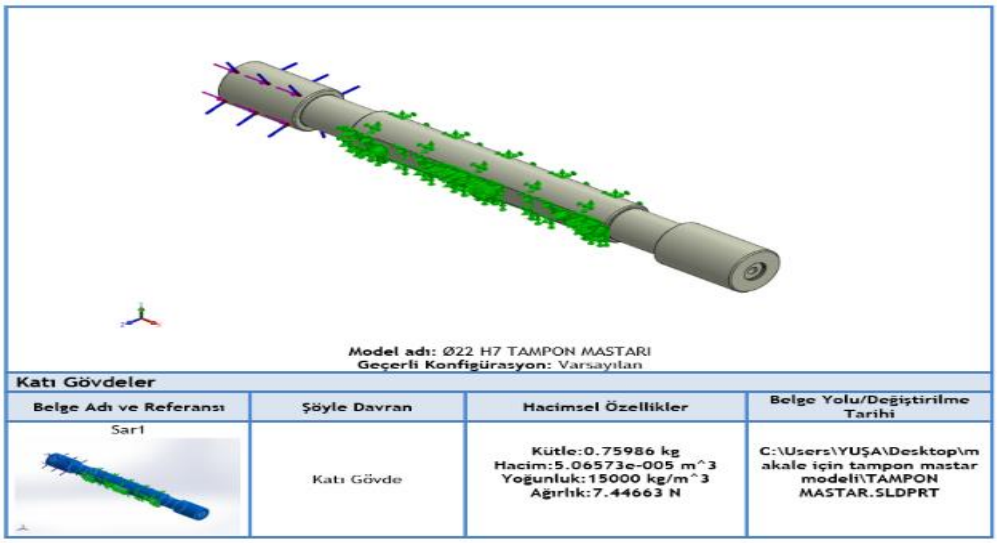
Şekil 6. 1.2080 Malzemeli Tampon Mastarı Üzerinde Yer Değiştirme



Şekil 7. 1.2080 Malzemeli Tampon Mastarı Üzerinde Gerinim



Şekil 8. 1.2080 Malzemeli Tampon Mastarı Güvenlik Faktörü



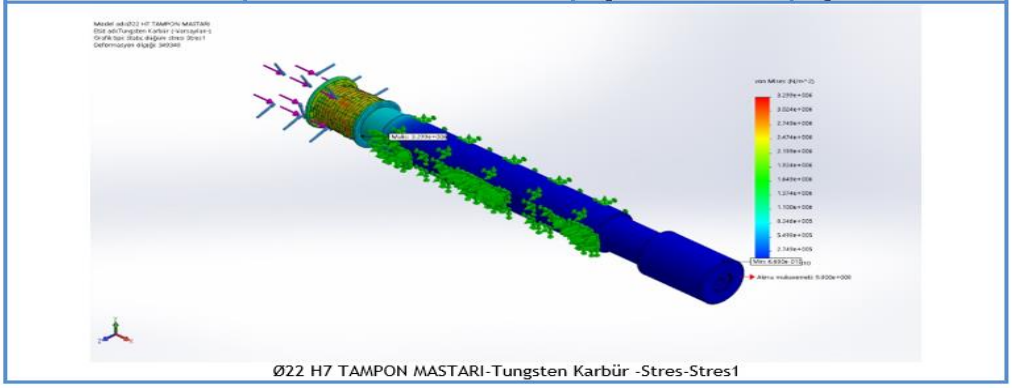
Katı Gövdeler			
Belge Adı ve Referansı	**Şöyle Davran**	**Hacimsel Özellikler**	**Belge Yolu/Değiştirilme Tarihi**
Sar1	Katı Gövde	Kütle:0.75986 kg Hacim:5.06573e-005 m^3 Yoğunluk:15000 kg/m^3 Ağırlık:7.44663 N	C:\Users\YUŞA\Desktop\makale için tampon mastar modeli\TAMPON MASTAR.SLDPRT

Şekil 9. Tungsten Karbür (WC) Malzemeli Tampon Mastarı Model Bilgisi

Model Referansı	Özellikler		Bileşenler
	Ad:	Tungsten karbür malzeme ile modellenmiş tampon mastarı	SolidBody 1(Sar1)(TAMPON MASTAR-2)
	Model tipi:	İzotropik Doğrusal Elastik Analizi	
	Varsayılan hata kriteri:	Maks. von Mises Gerilimi	
	Akma mukavemeti:	9.8e+008 N/m^2	
	Gerilme mukavemeti:	3.5e+008 N/m^2	
	Sıkıştırma mukavemeti:	4.78e+009 N/m^2	
	Elastik modül:	6.3e+011 N/m^2	
	Poisson oranı:	0.24	
	Kütle yoğunluğu:	15000 kg/m^3	
	Termal genleşme katsayısı:	5.4e-006 /Kelvin	
Eğri Verisi:N/A			

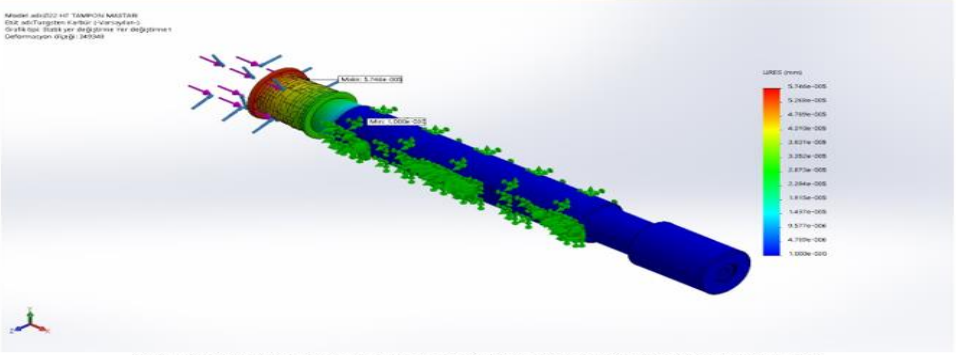
Şekil 10. Tungsten Karbür (WC) Malzemeli Tampon Mastarı Malzeme Özellikleri

Ad	Tip	Min	Maks.
Stres	VON: von Mises Stresi	6.680e-010N/m^2 Düğüm: 89400	3.299e+006N/m^2 Düğüm: 83240



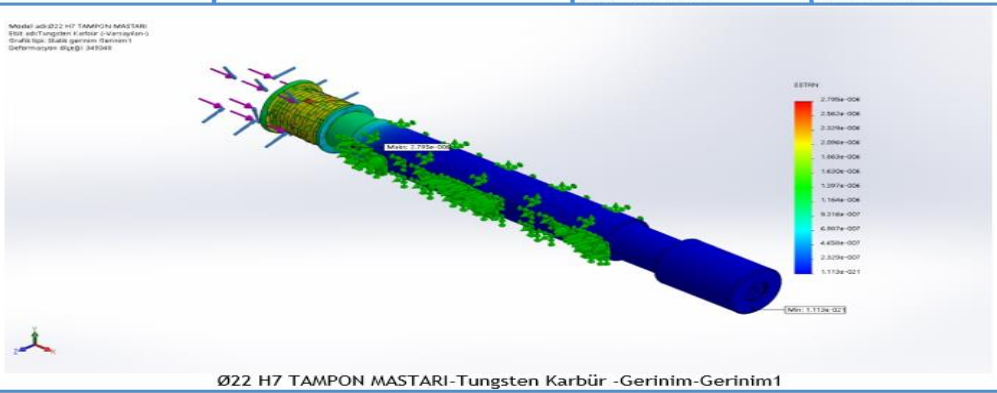
Şekil 11. Tungsten Karbür (WC) Malzemeli Tampon Mastarı Üzerinde Von-Mises Gerilme Kuvveti

Ad	Tip	Min	Maks.
Yer değiştirme	URES: Sonuç Yer Değiştirmesi	0.000e+000mm Düğüm: 153	5.746e-005mm Düğüm: 68219



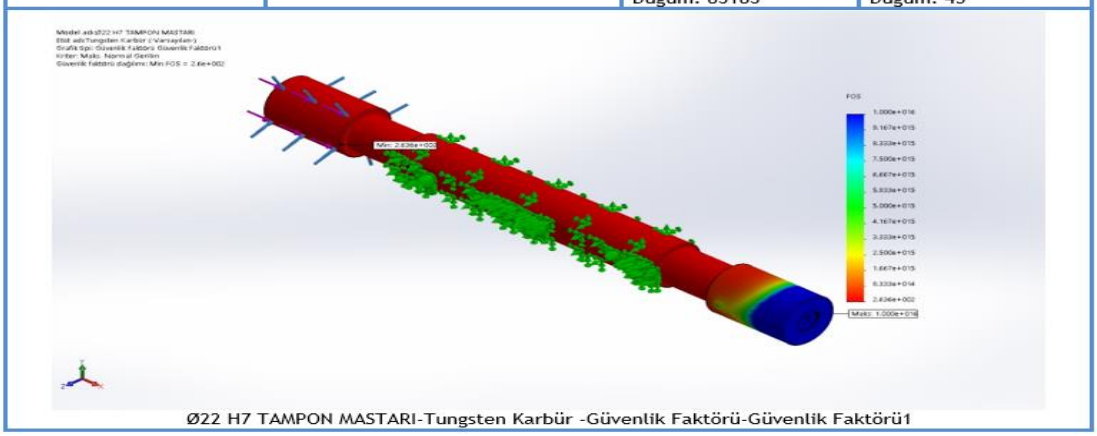
Şekil 12. Tungsten Karbür (WC) Malzemeli Tampon Mastarı Üzerinde Yer Değiştrme

Ad	Tip	Min	Maks.
Gerinim	ESTRN: Eşdeğer Gerilme	1.113e-021 Eleman: 17287	2.795e-006 Eleman: 9677



Şekil 13. Tungsten Karbür (WC) Malzemeli Tampon Mastarı Üzerinde Gerinim

Ad	Tip	Min	Maks.
Güvenlik Faktörü	Maks Normal Stres	2.636e+002 Düğüm: 83183	1.000e+016 Düğüm: 45



Şekil 14. Tungsten Karbür Malzemeli Tampon Mastarı Güvenlik Faktör

3. SONUÇ

Mastar üretimi için kullanılacak 1.2080 malzeme seçimi doğrudur, gerek tokluk değeri düşük ve aynı zamanda rijitlik özelliği yüksek malzeme kullanılmalı gerekse maliyetleri düşürmek için analizde kullanılan ısıl işlem görmüş soğuk iş takım çeliği üretime uygundur. Analiz sonucunda max. ve min. değerler gösterilmiştir, bu bilgiler ışığında tasarımı yapılan tampon mastarının gerilme mukavemeti, gerinim,güvenlik faktörü ve yer değiştirmesi görülebilir. Analizde sürtünme, akış vb. diğer dinamik

parametreler ihmal edildiğinden, mastarların kullanım aşamasında kırılma ve aşınma gerçekleştirme miktarları görülmemektedir. Aşınma, korozyon,rijitlik ve kırılma gibi parametreler doğrudan mazleme seçimi ve yüklere bağlı değil ölçü kontrolü yapan operatör ve ortam şartlarına da bağlıdır. Mastarlar, zorlayarak ve sıkıştırarak kullanımı yapılmamalıdır, aksi taktirde analiz sonucunda da görüldüğü gibi gerilmelere, aşınmalara ve yer değiştirmelere mağruz kalacaktır.

Von-mises gerilmesi, güvenlik faktörü ve yer değiştirmeler için tungsten karbür malzeme ile modellenen tampon mastarı, 1.2080 malzemeye göre plastik şekil değiştirme değeri yüksektir. Tunsgten karbür malzemelerin akma mukavemetleri düşük olduğundan gerinim değerleride ufaktır, 1.2080 malzeme tungsten karbür malzemeye oranla uzama miktarı büyüktür, kırılmalar tungsten karbüre göre daha geç gerçekleşir. Yer değiştirme oranı; Tungsten karbür malzemelerin 1.2080 soğuk iş takım çeliğine nazaran daha büyük olduğu görülmektedir. Aynı zamanda kriter olarak normal gerilim baz alınır ise tungsten karbür malzemelerin güvenlik faktörü 1.2080 malzemeye göre yüksektir.

4. TARTIŞMA

Gelişen teknoloji ile birlikte seri üretim ürünlerinin kontrollerini tek tek yapmak zaman kaybı ve uzun uğraşlar gerektirmektedir. Zaman kaybının yanında üretilen ürünlerin hepsini aynı şartlarda ölçmek mümkün değildir. Hassas mekanik ölçüm aletleri olan mastarlar seri üretim ile bilikte imalatı yapılan ürünlerin uygun tolerans aralığında olup olmadığını ölçmenin en kolay yöntemidir. Üretimi yapılcak mastarlar için 1.2080 soğuk iş takım çeliği seçmek daha doğru olacaktır. Çok dar tolerasn aralıkları ve rijitlik özelliği 1.2080 malzemenin özelliklerinden daha fazla istendiği durumlarda tungsten karbür malzemeden üretimi yapılan mastarlar tercih edilmelidir, bu olası durum haricinde tungsten karbür ile yapılacak mastarların olası yükler altında daha çabuk kırılacağı ve gerilmeler altında kalacağı analiz sonuçlarında görülmektedir. Aynı zamanda tungsten karbür mastarlar, 1.2080 soğuk iş takım çeliğinden üretimi yapılan mastarlara nazaran çok daha yüksek maliyetler ile üretilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ferter Hassas Mekanik İşleri San.Tic. *Ürün Katalog.* Nisan 18, 2020 tarihinde www.ferter.com.tr: http://ferter.com.tr/upl/kontrol-mastarlari.pdf adresinden alındı
2. Nisan 18, 2020 tarihinde https://www.makinaegitimi.com: https://www.makinaegitimi.com/mastarlar/ adresinden alındı
3. KRISHNAMURTHY, L., & RAGHAVENDRA, N. (2013). Limits, Fits, and tolerasnces. *ENGINEERING METROLOGY AND MEASUREMENTS* (Y. Haktanır, Çev., 1 b., s. 43-68). India: Oxford University.
4. Quantum Takım Sanayi A.Ş. Takım çelikleri. *Kalıpmalzemeleri ve ısıl işlem* (s.136-153). İstanbul: Taner ofset. Şubat 05, 2020 tarihinde alındı
5. Iron Boar Labs Ltd. Nisan 18, 2020 tarihinde https://www.makeitfrom.com: https://www.makeitfrom.com/material-properties/Tungsten-Carbide-WC adresinden alındı

TRAFİK PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜNDE YAPAY ZEKA YAKLAŞIMLARININ KULLANILMASI

Tufan Demirel
Yıldız Teknik Üniversitesi / Makina Fakültesi / Endüstri Müh. Bölümü
tdemirel@yildiz.edu.tr

Yaşar Baki Cengiz
Yıldız Teknik Üniversitesi / Makina Fakültesi / Endüstri Müh. Bölümü
ybcengiz@hotmail.com

Özet
Hızlı büyüyen kentlerin en önemli sorunlarından biri trafik problemidir. Özellikle kritik saatlerde meydana gelen yoğunluk ve tıkanıklık günlük hayatı olumsuz yönde etkilemektedir. Günümüzde, karmaşık bir problem olarak ortaya çıkan trafik problemlerinin çözümünde kullanılan mevcut tekniklere ilaveten yapay zeka tekniklerinden de faydalanılmaktadır. Ayrıca yapay zeka teknikleri trafik yönetim ve denetim sistemlerinde de kullanılmaktadır. Bir gün boyunca trafik akışı ve yoğunluk verileri incelendiğinde gün içerisinde bu veriler önemli bir şekilde değişiklik göstermektedir. Trafik ışıklarının bu değişkenliğe uyumlu bir şekilde çalışması trafik akışını daha düzenli bir hale getirir. Bu problemlerin çözümüne yönelik olarak yapılan trafik simülasyonu ve trafik modelleme ile ilgili çalışmalarda yapay zeka teknikleri mevcut yöntemlerle bütünleştirilmektedir. Bu çalışmada bir kavşaktaki trafik ışıklarının simülasyonu için yapay zeka destekli bir simülasyon ortamı tasarlanmıştır. Bir kavşaktaki trafik ışıklarının analizi tipik bir kuyruk problemidir. Tasarlanan yapay zeka destekli simülasyon ortamı tüm simülasyon süreçlerini yönetmektedir. Öncelikle bu sistem bir diyalog arayüzü ile kullanıcıdan elde edilen verileri değerlendirerek bir problemin simülasyon ile çözümünde karar vericiye destek sağlamaktadır. Tasarlanan yapı içerisinde yer alan bileşenler kullanıcı arayüzü, çıkarım mekanizması, veri tabanı, bilgi tabanı, simülasyon modülü, çıktı analizi modülü ve senaryo üretme modülü olarak sayılabilir. Sonuçlar kullanıcıya grafikler ve tablolar halinde sunulmaktadır. Üretilen alternatif senaryolar arasından en iyi senaryo seçiminde birim zamanda kavşaktan geçen araç sayısının maksimizasyonu kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Simülasyon, Yapay Zeka, Trafik Problemleri

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACHES IN THE SOLUTION OF TRAFFIC PROBLEMS

Abstract
One of the most important problems of fast growing cities is the traffic problem. Density and congestion, especially during critical hours, adversely affect daily life. Today, in addition to the existing techniques used in the solution of traffic problems that arise as a complex problem, artificial intelligence techniques are also utilized. In addition, artificial intelligence techniques are used in traffic management and control systems. When traffic flow and intensity data are analyzed for a day, these data change significantly during the day. Traffic lights work in a way that is consistent with variability, making traffic flow more regular. Artificial intelligence techniques are integrated with the existing methods in the studies about traffic simulation and traffic modeling to solve these problems. In this study, a simulation environment with artificial intelligence is designed for simulation of traffic lights at an intersection. Analysis of traffic lights at an intersection is a typical queuing problem. The artificial intelligence supported simulation environment is designed to manage the simulation processes and this system provides a support to the user in the solution of a problem by simulation by evaluating the data obtained from the user through a dialogue interface. The components within the designed structure can be counted as user interface, inference mechanism, database, knowledge base, simulation module, output analysis module and scenario generation module. The results are presented to the user in graphs and tables. The best scenario selection among the alternative scenarios produced is maximization of the number of vehicles passing through the junction per unit time.

Keywords: Simulation, Artificial Intelligence, Traffic Problems.

1. GİRİŞ

Ulaşım ve trafik problemi büyük kentlerin en önemli sorunlarından biridir. Özellikle kritik saatlerde meydana gelen yoğunluk ve tıkanıklık günlük hayatı olumsuz yönde etkilemektedir. Trafik yönetimi kavramı, sadece kent içindeki akışı, kavşaklar, trafik ışıklarının yönetim ve kontrolünü kapsamakla kalmaz aynı zamanda şehirlerarası yolların ve otobanların yönetim ve denetimini de kapsamaktadır. Günümüzde, karmaşık bir problem olarak ortaya çıkan trafik ve ulaşım problemlerinin çözümünde kullanılan mevcut tekniklere ilaveten yapay zeka tekniklerinden de faydalanılmaktadır. Mahmutoğlu ve Çukurçayır (2012) trafik sorunlarına yönelik olarak yaptıkları bir çalışmada, günümüzde özellikle büyük kentlerde trafiğin giderek arttığı ve onun yol açtığı sorunların, psikolojiden sosyolojiye, hukuktan tıbba, coğrafyadan çevreye, ekonomiden etik alana kadar çağdaş yaşamın merkezinde yer almakta olduğunu belirtmişlerdir.

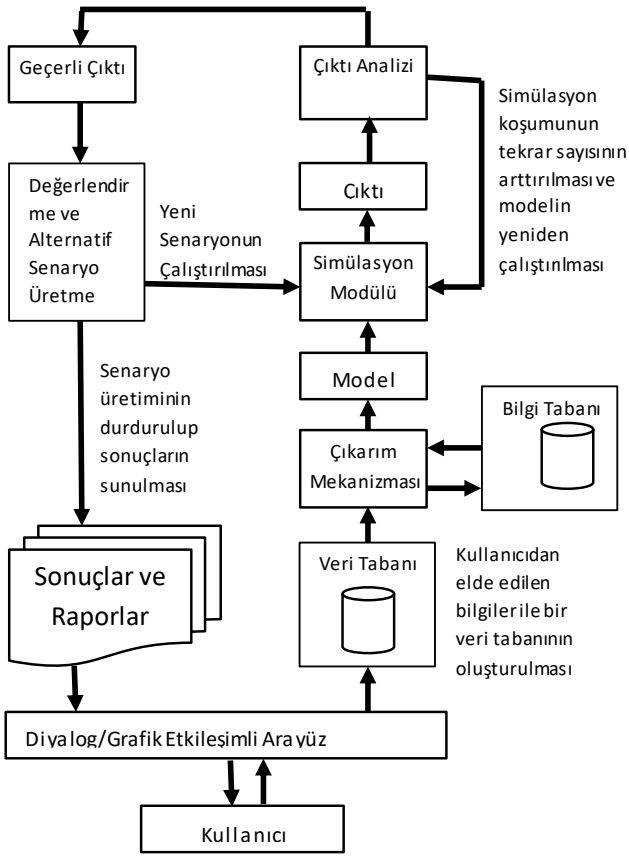
Trafik yönetimi, trafik problemlerinin modellenmesi ve yapay zeka ile entegrasyonu ve çözümü pek çok akademisyen ve uzmanın oldukça ilgisini çeken ve üzerinde sürekli çalışmaların yapıldığı bir konudur. König ve Langbein (1992), PROROAD adı verilen bir proje çerçevesinde, bir bütünleşik trafik yönetim sistemine yönelik bilgi yapılarının simülasyonu için bir yapı geliştirmişlerdir. Creme ve Merbrer (1993), büyük otoyol şebekelerindeki trafik akışı için, esnekliği oldukça yüksek bir simülasyon paketi geliştirmişlerdir.

Trafik yönetiminde akıllı sistemlere ihtiyaç duyulmasının nedenleri olarak, kritik trafik şartları ve tıkanıklıklar göz önüne alındığında, mevcut trafik yönetim ve kontrol sistemlerinin sahip olduğu limitler; trafik yönetim merkezlerindeki operatörlerin rolünün günlük operasyonlarda hala çok önemli olması ve yeni kuşak trafik yönetim yapılarında (gelişmiş izleme sistemleri, olay keşfetme, toplu ve kişisel rota servisleri vb.) dış trafik izleme ve yönetim tesislerinin gittikçe artan bir şekilde bütünleştirilmesi sayılabilir (Kirschfink ve ark. 2000, Hernandez ve ark. 2002).

Jeon ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada bir kavşaktaki trafik durumunu temsil etmek için kavşağın video görüntülerini kullanan yapay zeka tabanlı bir yaklaşım önermektedir. Khanna ve ark. (2018) ortaya koydukları sistemle, trafik yönetim yetkililerinin en uygun rotayı tahmin etme, ortalama bekleme süresi, trafik sıkışıklığı, seyahat maliyetini ve hava kirliliğinin kapsamını azaltma açısından karşılaştığı sayısız zorluğun giderilmesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmanın amacı simülasyon ile yapay zeka tekniklerini bütünleştirerek bir kavşaktaki trafik ışıklarının analizi için yapay zeka tabanlı bir simülasyon ortamının geliştirilmesidir.

2. TRAFİK SİMÜLASYONU İÇİN YAPAY ZEKA TABANLI BİR ORTAMIN TASARLANMASI

Burada geliştirilen sistem bir diyalog arayüzü ile kullanıcıdan elde edilen verileri kullanarak problemin simülasyon ile çözümünde kullanıcıya tam destek sağlamaktadır (Demirel, 1999). Kullanıcı bir kez verilerini sisteme tanımladıktan sonra, gerisini yapay zeka tabanlı simülasyon ortamına bırakmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi tasarlanan yapı içerisinde yer alan bileşenler, kullanıcı arayüzü, çıkarım mekanizması, veri tabanı, bilgi tabanı, simülasyon modülü, çıktı analizi modülü ve senaryo geliştirme modülüdür (Demirel, 1999). Sonuçlar kullanıcıya grafikler ve tablolar halinde sunulmaktadır.



Şekil 1. Tasarlanan sistemin genel yapısı

Çeşitli kavşak yapılarının oluşturulması ve simülasyonu için kullanıcıdan elde edilecek veriler şunlardır:

- Simülasyonu yapılacak olan kavşağın adı
- Kavşaktaki yol sayısı
- Her yoldaki şerit sayısı
- Her yol için araçların geliş dağılımları
- Araçların bulundukları yoldan hangi yola gidebilecekleri
- Araçların hangi olasılıkla hangi yola saptıkları
- Bir aracın sapacağı yola bağlı olarak kavşak boşaltma süresi
- Bir aracın birim mesafeyi kat etme süresi
- Bekleme yaparken bir aracın birim zamandaki yakıt harcaması
- Simülasyon koşum süresi

Oluşturulan modelin kısıtları şunlardır:

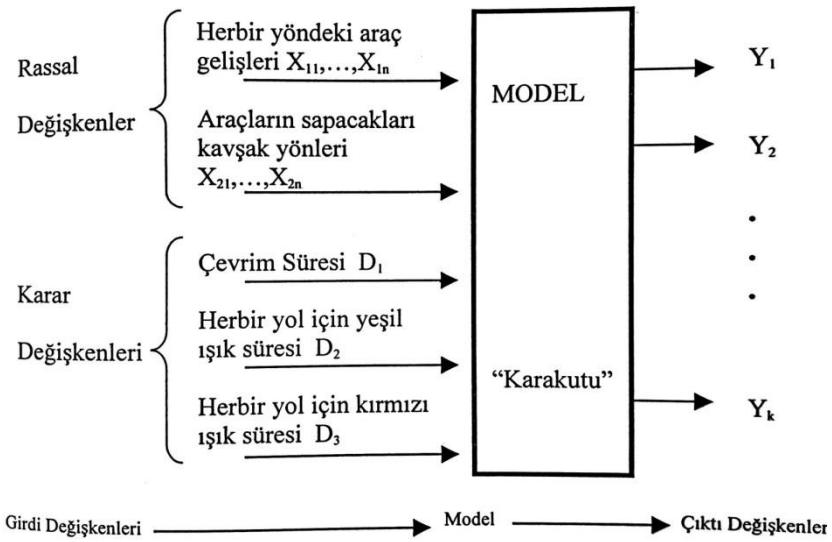
- Kavşaktaki yol sayısı
- Her bir yoldaki şerit sayısı
- Çevrim süresi
- Yeşil ışığın yanma süresi
- Kırmızı ışığın yanma süresi
- Kavşak boşaltma süresi
- Bir araçlık mesafeyi kat etme süresi

Simülasyon modelinin çalışması sonucu elde edilen çıktı değişkenleri şunlardır:

- Belirli bir zaman diliminde kavşaktan geçen araç sayısı
- Kuyrukta bekleyen ortalama araç sayısı

- Bekleyen araçlar için ortalama yakıt sarfiyatı
- Ortalama bekleme süresi
- Kavşağa gelen bir aracın beklemek zorunda kalma ihtimali
- Bir araç için ortalama sistem süresi
- Kavşak verimi

Geliştirilen simülasyon modelinde girdi değişkenlerinin, bir dönüştürücü olarak "karakutu" şeklinde ifade edebileceğimiz bir model tarafından çıktı değişkenlerine dönüşümü Şekil 2' de görüldüğü gibidir (Demirel 1999). Burada kontrol edilemeyen girdi değişkenleri Xij, karar değişkenleri Di ve çıktı değişkenleri de Yi'dir.



Şekil 2. Model girdi-çıktı dönüşümü

Bu dönüşüm aynı zamanda bağıntı (1)'de gösterildiği gibi bir fonksiyon olarak da ifade edilebilir.

$$f(X, D) = Y \tag{1}$$

Modelde yer alan rassal değişkenler X_{ij}'lere herhangi bir müdahale de bulunulamayacağından, bu fonksiyonun en iyilenmesi ancak karar değişkenleri olan D_i'lerin farklı değerleri için model icra edilerek sağlanabilir. Bu durumda farklı D_i değerleriyle farklı senaryolar oluşturulabilir. Bu durum sembolik olarak, bir döngü çerisinde yer alan bağıntı (2) ile ifade edilebilir.

$$for\ i = 1\ to\ n\ do\ f(X, D_i) = Y_i \tag{2}$$

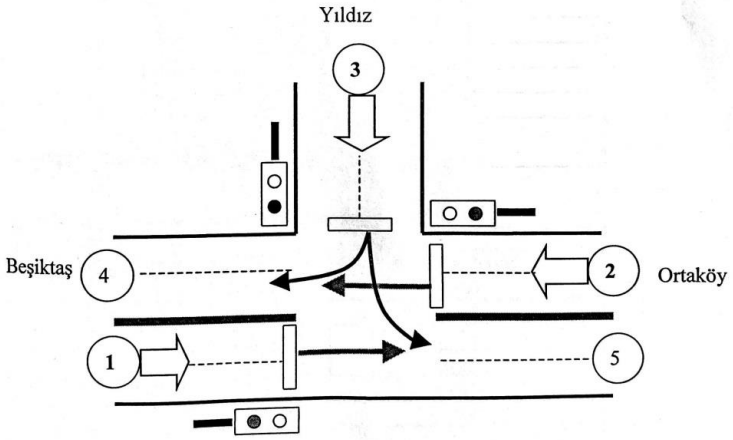
Bu senaryolar içerisinden modelin amacının maksimizasyon veya minimizasyon olmasına bağlı olarak en iyi senaryonun seçilmesi sembolik olarak bağıntı (3) ile ifade edilebilir.

$$optimal\ senaryo = max/min\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\} \tag{3}$$

Geliştirilen modelde daha önce de belirtildiği gibi karar değişkenleri, çevrim süresi, her bir yol için yeşil ışık ve kırmızı ışık süreleridir. Bu karar değişkenleri altında optimize edilmeye çalışılan çıktı değişkeni de belirli zaman diliminde kavşaktan geçen araç sayısıdır. Çevrim süreleri ve ışık sürelerinde değişiklikler yapılarak farklı senaryolar üretilmektedir.

3. GELİŞTİRİLEN SİSTEM İLE YAPILAN BİR UYGULAMA

Geliştirilen sistem Şekil 3'de görülen yapıya sahip üç yollu bir kavşak üzerinde uygulandı. Bu üç geliş yönüne sahip kavşağa ait veriler Tablo 1'de verildiği gibidir (Demirel 1999).

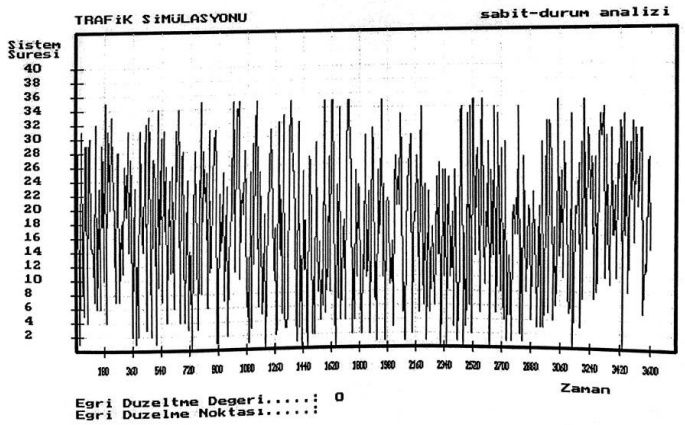


Şekil 3. Kavşağın genel yapısı.

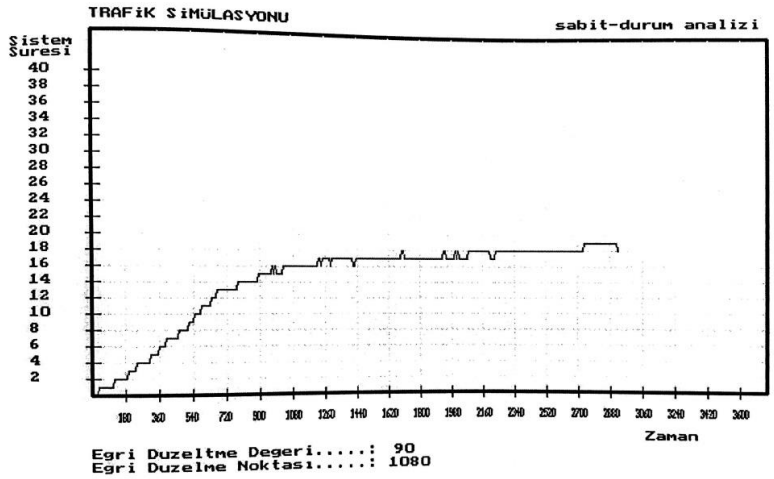
Tablo 1. Üç yol kavşağına ait girdi verileri

YOL NO	Geliş Yönüne Ait Dağılım	Gelişler Arası Süre (saniye)	Şerit sayısı	Dönüş yapılabilecek yol sayısı	Dönüş yapılabilecek yönler	Dönüş süreleri (kavşak içi)	Dönüş olasılıkları
1	Normal	11.27; 3.45	2	2	4, 5	2, 4	0.25; 0.75
2	Üssel	3.04	2	1	5	3	1.0
3	Üssel	3.44	2	1	4	3	1.0
4	-	-	2	-	-	-	-
5	-	-	2	-	-	-	-

Program çalıştığı zaman, öncelikle kullanıcıdan verilerin girilmesi beklenmektedir. Tablo 1 de verilen veriler kullanıcı tarafından diyalog etkileşimli bir arayüz aracılığıyla sisteme girilmektedir. Geliştirilen yazılım, kullanıcıdan verileri elde ettikten sonra, girilen verilere bağlı olarak kavşağın simülasyon modelini oluşturarak, problemin çözümünü alternatif senaryolar elde ederek bulmaya ve problemi sonuçlandırmaya çalışır. Bu aşamada model kurma ve simülasyon süreçleri otomatik olarak yürütülerek, çıktı analizi, sabit-durum analizi, senaryo analizi yapılarak, istenilen her aşama kullanıcıya sunulur. Şekil 4, Şekil 5 ve Tablo 2 de bu aşamalarla ilgili olarak program tarafından oluşturulan bazı sonuçlar görülmektedir.



Şekil 4. Üç yol kavşağının sabit durum analiziyle ilgili olarak elde edilen ilk çıktı.



Şekil 5. Düzeltilmiş eğri ve bir budama noktası bulunmuş çıktı.

Tablo 2. Otomatik olarak üretilen senaryolar içinden seçilmiş olan en iyi senaryo

En iyi çözüm			
		Simülasyon Sonuçları	
			SENARYO
Kavsak Adi : UCYOL			4
Cevrim Suresi : 41 saniye			
		Gelisler	
	1.Yon	2.Yon	3.Yon
Yesil Isık Suresi	: 13	24	24
Kırmızı Isık Suresi	: 28	17	17
Gecen Arac Sayisi	: 316	1192	1057
Gelen Arac Sayisi	: 320	1206	1070
Ort.Kuy.Bek.Sure.	: 14.5	19.7	16.1
Ort.Kuy.Uzunlugu	: 4	14	12
Verim	: 0.99	0.99	0.99
Ort.Sis.Suresi	: 18.57	31.23	26.61
Kavsaktan gec. Arac	:	2565	
Kavsaga gelen Arac	:	2596	
Verim	:	0.99	

4. SONUÇ

Yapay zeka ve simülasyonun birleştirilmesi fikri ortaya atıldığından beri bu alanda çok sayıda akademik çalışma yapılmış ve pek çok yeni fikir ortaya atılmıştır. Bu çalışmada yapay zeka ve simülasyon teknikleri bazı açılardan bütünleştirilerek bir yapı tasarlanmıştır. Bu sistem ile bir kullanıcıdan veriler elde edildikten sonra bir karar vericiye danışılmadan gerekli kararları sistem kendi başına alarak otomatik senaryolar üretmekte, çıktıları analiz etmekte ve en iyi senaryoyu belirleyerek kullanıcıya sunmaktadır.

Daha ileri aşamalarda bu tip sistemler akıllı trafik sistemleriyle bütünleştirilerek bütün bir sistemin optimal bir şekilde yönetilmesi, trafik ışıklarının duruma göre değişkenliğinin sağlanması, sıkışıklık önleme stratejileri geliştirme, alternatif rota belirleme, otoyol ve otobanların akıllı sistemlerle yönetilmesi gibi durumlara da uygulanabilir.

KAYNAKLAR

Cremer, M. And Meibner, F., 1993, Traffic Prediction and Optimization Using an Efficeint Macroscopic Simulation Tool, Proceeding of the 1993 Europan Simulation Multi Conference.

Demirel, T., 1999. Yapay Zeka ile Bütünleşik Simülasyon Ortamları ve Bir Kavşaktaki Trafik Işıklarının Analizi için Zeki Bir Simülasyon Ortamının Tasarlanması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 182s.

Hernandez, J.Z., Ossowski, S., Gracia-Serrano, A., 2002. Multiagent Architectures For İntelligent Traffic Management Systems, Transportation Research Part C 10, 473–506.

Jeon, H., Lee, J. & Sohn, K., 2018. Artificial intelligence for traffic signal control based solely on video images, Journal of Intelligent Transportation Systems, 22(5), 433-445.

Khanna, A., Goyal, R., Verma, M., Joshi, D., 2018. Intelligent Traffic Management System for Smart Cities, First International Conference on Futuristic Trends in Network and Communication Technologies, FTNCT 2018, Solan, India, February 9–10.

Kirschfink, H., Hernandez, J.Z., Boero, M., 2000. Intelligent Trafic Management Models, ESIT 2000, 14-15 September 2000, Aachen-GERMANY.

König R. And Langbein, R., 1992. PROROAD Simulation of the Consequences of Traffic Management Strategies on the Road Traffic, Proceedings of the 1992 European Simulation System.

Mahmutoğlu, A, ve Çukurçayır, M.A., 2012. Trafik Sorununa Bir Çözüm Önerisi: Trafik İzleme Başkanlığı, Sayıştay Dergisi, 86, Temmuz-Eylül, 79-99.

GEMİ ÇALIŞMA KOŞULLARININ PERSONEL ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yıldız Şahin
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr ORCID No: http://orcid.org/0000-0002-6283-5340

Ezel Özkan
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli
ozkanezel92@gmail.com ORCID No : http://orcid.org/0000-0002-2638-3674

S. Selay Kasap
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli
selaykasap@gmail.com ORCID No : http://orcid.org/0000-0002-4168-9436

Fatih Merzifonluoğlu
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
fatih_bab_06@hotmail.com

Özet
Çoğunlukla yoğun, stresli ve zorlu çalışma şartlarına uzun süre maruz kalan kişilerde görülen ve yorgunluk hali, enerji düşüklüğü ve genel bir başarısızlık hissi gibi bir takım problemlerin ortaya çıkmasına neden olan psikolojik kökenli bir sorundur. Tükenmişlik, kişilerin mesleğin özgün anlamı ve amacından kopması, hizmet verdiği insanlarla ilgilenemez hale gelmesi ya da mesleki doyumsuzluk ve aşırı stresli ortama tepki olarak kişinin kendini işinden geri çekmesi şeklinde de açıklanabilmektedir. Bu çalışmanın amacı Türk Deniz Kuvvetlerinde askeri gemilerde çalışan farklı görevlerdeki gemi personelinin çalışma koşullarının incelenmesi ve gemi çalışma koşullarının çalışanlar üzerindeki olumsuz etkilerin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle çalışma koşullarının değerlendirilmesine yönelik kriterler tespit edilmiştir. Bu kapsamda mevcut çalışma koşullarına maruz kalan kişilerle görüşülerek ve mevcut literatürden yararlanarak ailevi, sosyal, çevresel ve kişisel olmak üzere 4 ana kriter ve her bir ana kriter için de açıklayıcı alt kriterler tespit edilmiştir. Daha sonra bu kriterler dikkate alınarak bir anket hazırlanmış ve çalışma kapsamında toplam 20 gemi personeline uygulanmıştır. Araştırmadaki verilerin değerlendirilmesinde literatürde yaygın olarak kullanılan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları, gemi personelinin içinde bulunduğu olumsuz şartlar dikkate alındığında tükenmişlik sendromunun ortaya çıkmasına neden olabilecek en etkili kriterler ile bu kriterlerin etki düzeylerini ortaya koymuştur. Ulaşılan sonuçlar mevcut koşullardan hangisinin iyileştirmeye açık olduğunu belirlemeye ve tedbir almaya yönelik katkılar sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Gemi Çalışma Koşulları, Tükenmişlik Sendromu, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci.

EVALUATION OF THE EFFECT OF SHIP WORKING CONDITIONS ON THE STAFF BY FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

Abstract
Burnout is a psychological problem mostly seen in people who are exposed to intense, stressful and challenging working conditions for a long time and cause some problems such as fatigue, low energy and a general feeling of failure. Burnout can be explained by the fact that the people are away from the purpose of their profession, they can not interested in the people they serve, or they are withdrawn from the job in response to the professional dissatisfaction and extremely stressful environment. The purpose of this study is to investigate the working conditions of the ship's personnel working in military ships in the Turkish Navy and to investigate the negative effects of the ship working conditions on the employees. In line with this purpose, first of all, criteria for the evaluation of working conditions were determined. In this context, 4 main criteria, namely family, social,

environmental and personal, and explanatory sub-criteria for each main criterion were determined by interviewing the people exposed to the current working conditions and benefiting from the existing literature. Afterwards, a questionnaire was prepared taking into account these criteria and within the scope of the study it is applied to a total of 20 ship personnel. Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP), which is widely used in the literature, was used to evaluate the data in the study. The results of the analysis revealed the most effective criteria that may lead to burnout syndrome and the effect levels of these criteria considering the adverse conditions of the ship's crew. The results achieved have contributed to determining which of the current conditions are open to improvement and taking measures.

Keywords: Ship Working Conditions, Burnout Syndrome, Multiple Criteria Decision Making, Fuzzy Analytical Hierarchy Process.

1. GİRİŞ

Tükenmişlik kavramı ilk defa sosyal bir problem olarak 1970'li yıllardan itibaren literatüre girmiş araştırmacıların zamanla daha fazla önem verdiği ve incelediği bir konu haline gelmiştir. Basitçe "Fiziksel ve Ruhsal olarak enerjinin tükenişi" şeklinde tanımlanan tükenmişlik, mevcut çalışma koşulları ile ilintili stres durumunun uzaması halinde sendroma dönüşmektedir. Duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve düşük kişisel başarı tükenmişliğin üç temel belirtisidir. Kişinin kendisini duygusal olarak aşırı yıpranmış, tükenmiş ve yüklenmiş olarak hissetmesi duygusal tükenme olarak tanımlanmaktadır. Duyarsızlaşma ise hizmet verdiği kişilere insan gibi değil nesne gibi davranma ve başkalarına karşı olumsuz davranışlarda bulunma şeklinde kendini gösterir. Kişinin kendinin yeterli olmadığını düşünmesi ve olumsuz değerlendirmesi düşük kişisel başarı ile açıklanmaktadır (Kurt, 2010; Zorba, 2016). Türkiye Devleti'nin deniz unsurları olan gemilerde yaşayan personelin zamana bağlı olarak yıpranması kaçınılmazdır. Bu yıpranmanın etkisiyle kişilerde tükenmişlik sendromunun etkileri gözlenmektedir. Çalışmada 19 maddelik gemideki çalışma koşullarının gemi personeli üzerindeki olumsuz etkileri ile ilgili anket çalışması yapılmıştır. Anket sonuçları çok kriterli karar verme yöntemi olan BAHS ile 4 ana kritere dayandırılarak incelenmiştir. Öncelikle bu 4 ana kriter kendi aralarında kıyaslanarak bir sıralama belirlenmiştir. Sonrasında ise ana nedenlere bağlı olan alt kriterler kendi içlerinde kıyaslanarak hangi kriterin gemi ortamında daha çok olumsuzluk yarattığı ortaya konulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Bulanık AHS

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), 1980 yıllarında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen bir ÇKKV yöntemidir. Bulanık AHS yöntemi, ilk olarak 1983 yılında Van Laarhoven ve Pedrycz tarafından ortaya çıkarılmıştır (Van Laarhoven, 1983). Bilimsel literatür incelendiğinde birçok araştırmacı tarafından, çok kriterli ortamda bulanık kümeler teoremi ve hiyerarşik süreç yapısının birleştirildiği, böylelikle en uygun alternatifi belirlemeye veya seçenekleri sıralamaya yönelik çalışmaların ortaya konulduğu görülebilmektedir (Saaty, 1998; Stojcetovic, 2016).

Bu çalışma ile Chang (1996) tarafından önerilen bulanık AHS Mertebe Analizi Yöntemi işlem adımları detaylı biçimde aktarılarak, problem uygulanacaktır. Üçgensel bulanık bir sayının üyelik derecesi değerlerine göre lineer ifadesi aşağıda yer almaktadır.

$$\mu\left(x/\tilde{M}\right)=\begin{cases}0 & x<l,\\ (x-l)/(m-l) & l\le x\le m,\\ (u-x)/(u-m) & m\le x\le u,\\ 0 & x>u.\end{cases} \quad (1)$$

$x = \{x_1, x_2, K, x_n\}$, ölçüt kümesi, $U = \{u_1, u_2, K, u_n\}$ ise bir amaç kümesi olmak üzere, Chang yöntemine göre, her bir ölçüt her bir hedef için ele alınır ve mertebe analizi yapılır. Bu sayede her bir ölçüt için m adet mertebe analiz değerlerine ulaşılır. Bu değerler aşağıdaki gibidir.

$$M_{gi,}^{1} M_{gi}^{2}, \ldots., M_{gi}^{m} \qquad i = 1,2, \ldots, n \tag{2}$$

Chang'in mertebe analizi aşağıdaki formüllerde verildiği gibi detaylandırılabilir:
Adım 1: i ölçütüne göre bulanık sentetik mertebe değeri şu şekilde formüle edilir.

$$S_{\text{i}} = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1} \tag{3}$$

m mertebe analiz değerine formül (4)'de yer alan bulanık toplama işlemi uygulanarak $\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j}$ değeri elde edilir.

$$\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_{j,} \sum_{j=1}^{m} m_{j,} \sum_{j=1}^{m} u_{j} \right) \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_{i,} \sum_{i=1}^{n} m_{i,} \sum_{i=1}^{n} u_{i} \right) \tag{5}$$

Sonraki aşamada formül (5)'deki vektörün tersi bulunur.

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{J=1}^{m} M_{g_i}^{j} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i} \right) \tag{6}$$

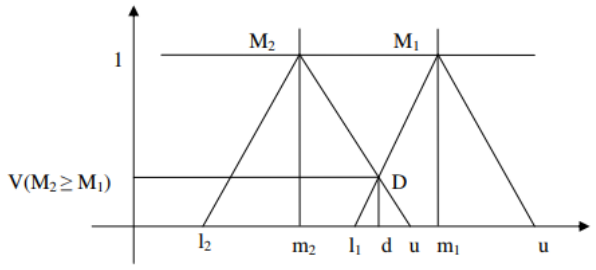
Adım 2: $M_2 = (l_{2,} m_{2,} u_2) \geq M_1 = (l_{1,} m_{1,} u_1)$ 'nin olabilirlik derecesi

$$V(M_2 \geq M_1) = sup\left[min \mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y) \right] \tag{7}$$

şekilde tanımlanır. M_1 ve M_2 üçgensel konveks bulanık sayılar olmak üzere,

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) \begin{Bmatrix} 1, & eger\ m_2 \geq m_1 \\ 0, & eger\ l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & diger \end{Bmatrix} \tag{8}$$

ifadesi elde edilir. $V(M_2 \geq M_1)$'i, arasında Şekil 1.'de görüldüğü gibi en maksimum kesişim noktası D'nin ordinatı yani üyelik fonksiyonu değeridir.



Şekil 1. M_1 ve M_2 Arasındaki En Yüksek Kesişim Noktası (Chang, 1996)

M_1 ve M_2'yi karşılaştırabilmek adına $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin her ikisine de ihtiyaç duyulmaktadır.

Adım 3: k tane konveks bulanık sayıda $M_i (i = 1, 2, \ldots, k)$ bir konveks bulanık sayının büyük olmasının olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanır.

$$= V(M \geq M_1, M_2, .., M_k)$$
$$= V[(M \geq M_1) ve\ (M \geq M_2)\ ve\ ....ve\ (M \geq M_k)] \quad (9)$$
$$= minV(M \geq M_i), \text{İ} = 1,2, \dots, k$$

$$d'^{(A_i)} = minV(S_i > S_k), \quad (10)$$

olduğunu düşünelim, $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$ için ağırlık vektörü formül (11)'deki gibidir.

$$W' = \left(d'(A_1), d'(A_2), d'(A_n)\right)^T \quad (11)$$

Burada A_1 $(i = 1,2, \dots, n)$ n sayısı kadardır.

Adım 4: Formül (12)'de normalize edilmiş kriter ağırlıkları yer almaktadır. Formüldeki W, bulanık bir sayı değildir.

$$W' = \left(d'(A_1), d'(A_2), d'(A_n)\right)^T \quad (12)$$

Tablo 1'de gösterilen bulanık önem dereceleri ikili karşılaştırmalarda kullanılmaktadır.

Tablo 1. Chang 'a Göre Bulanık Önem Dereceleri (Chang, 1996)

Sözel Önem	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Önem	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
Biraz daha fazla önemli	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
Kuvvetli derecede önemli	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
Çok kuvvetli derecede önemli	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
Tamamıyla önemli	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)

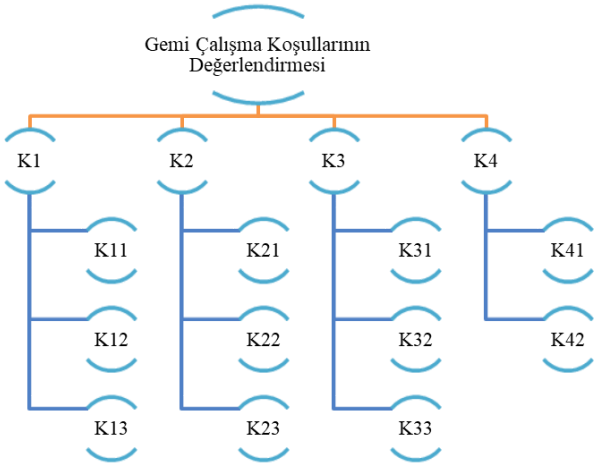
3. UYGULAMA

Bu çalışmada Türk Deniz Kuvvetlerine ait askeri gemilerde farklı görevlerde çalışan gemi personelinin çalışma koşullarının incelenmesi ve gemi çalışma koşullarının çalışanlar üzerindeki olumsuz etkilerin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle bir odak grup oluşturularak çalışanlar üzerinde etkili olan kriterler tespit edilmiştir. Odak grubun oluşturulması sırasında hali hazırda gemi personeli olarak çalışan kişiler tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda tespit edilen kriterler aşağıdaki Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Karar Problemine Ait Kriter Ve Alt Kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler
K1. Ailesel Faktörler	K1.1. Aidiyet Hissinde Azalma
	K1.2. Aile İçi İletişimin Azalması
	K1.3. Maddi Şartların Çalışmaya Zorlaması
K2. Sosyal Faktörler	K2.1. Sosyal Çevreden Uzak Kalma
	K2.2. Gemi Sınırlı Sosyalleşme İmkanları
	K2.3. Monoton Yaşam Biçimi
K3. Çevresel Faktörler	K3.1. Gürültü
	K3.2. Elektromanyetik Etki ve Zararları
	K3.3. Kısıtlı Yaşam Alanı
K4. Kişisel faktörler	K4.1. İletişim Bozukluğu
	K4.2. Kişilik Özellikleri

Kriterlerin tespit edilmesinden sonra karar problemine ait hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur. Oluşturulan hiyerarşik model Şekil 2'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2. Karar Problemine Ait AHS Modeli

Hiyerarşik modelin oluşturulmasından sonra karar probleminin BAHS ile çözümüne geçilmiştir. Karar probleminde yer alan değerlendirme kriterlerinin göreceli ağırlıklarının tespit edilmesi amacıyla uzman görüşleri doğrultusunda elde edilen ana kriter ve alt kriterlere ait bulanık ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 3-4-5-6-7'de verilmiştir.

Tablo 3. Ana Kriterler İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	K1	K2	K3	K4
K1	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 2, 3)
K2	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(2, 3, 4)
K3	(3, 4, 5)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)
K4	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)

Tablo 4. Ailesel Faktörler Ana Kriteri ve Alt Kriterleri İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	K11	K12	K13
K11	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
K12	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)
K13	(2, 3, 4)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)

Tablo 5. Sosyal Faktörler Ana Kriteri ve Alt Kriterleri İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	K21	K22	K23
K21	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)	(1, 1, 1)
K22	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1/5, 1/4, 1/3)
K23	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)	(1, 1, 1)

Tablo 5. Çevresel Faktörler Ana Kriteri ve Alt Kriterleri İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	K31	K32	K33
K31	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
K32	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
K33	(1, 2, 3)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

Tablo 7. Kişisel Faktörler Ana Kriteri ve Alt Kriterleri İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	K41	K42
K41	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)
K42	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)

Tablo 3'de verilen bulanık ikili karılaştırma matrisi kullanılarak gerçekleştirilen işlemler sonucunda BAHS sürecinden elde edilen kriter ve alt kriter ağırlıkları aşağıda görüldüğü gibidir.

Tablo 8. Ana Ve Alt Kriterlere Ait Ağırlık Tablosu

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Ağırlık (W)
K1. Ailesel Faktörler (0,158)	K1.1. Aidiyet Hissinde Azalma	0,307
	K1.2. Aile İçi İletişimin Azalması	0,186
	K1.3. Maddi Şartların Çalışmaya Zorlaması	0,508
K2. Sosyal Faktörler (**0,376**)	K2.1. Sosyal Çevreden Uzak Kalma	**0,443**
	K2.2. Gemi Sınırlı Sosyalleşme İmkanları	0,115
	K2.3. Monoton Yaşam Biçimi	**0,443**
K3. Çevresel Faktörler (0,367)	K3.1. Gürültü	0,306
	K3.2. Elektromanyetik Etki ve Zararları	0,174
	K3.3. Kısıtlı Yaşam Alanı	0,520
K4. Kişisel faktörler (0,099)	K4.1. İletişim Bozukluğu	0,361
	K4.2. Kişilik Özellikleri	0,639

Türk Deniz Kuvvetlerinde askeri gemilerde çalışan farklı görevlerdeki gemi personelinin çalışma koşullarının incelenmesi ve gemi çalışma koşullarının çalışanlar üzerindeki olumsuz etkilerin araştırılması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda; Sosyal Faktörler (0,376) ağırlık değeri ile en önemli ana kriter olarak tespit edilmiştir. Çevresel Faktörler (0,367), Ailesel Faktörler (0,158), Kişisel Faktörler (0,099) ağırlık değeri olarak belirlenmiştir. Sosyal faktörler ana kriterinin en önemli alt kriterleri ise (0,443) ile Sosyal Çevreden Uzak Kalma ve Monoton Yaşam Biçimi olarak tespit edilmiştir.

4. SONUÇ

Ortalama yetişkin bir insanın iş yaşamı boyunca yaklaşık 20 yılı çalışarak geçmektedir. Kişiden kişiye farklılık göstermekte birlikte sektöre ve yapılan işin özelliklerine bağlı olarak iş yoğunluğu, stres ve zorlu çalışma şartları gündelik rutinin bir parçası haline gelebilmektedir. Bu tür çalışma şartlarına uzun süre maruz kalma durumunda çalışanlarda genel başarısızlık hissi, yorgunluk ve enerji düşüklüğü gibi problemlerin ortaya çıktığı gözlemlenebilmektedir. Bu durum genel olarak psikolojik kökenli bir sorun olan tükenmişliği işaret etmektedir.

Bu çalışmada, Türk Deniz Kuvvetlerinde askeri gemilerde farklı görevlerde çalışan gemi personelinin çalışma koşullarının incelenmesi ve gemi çalışma koşullarının çalışanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda mevcut çalışma koşullarına maruz kalan kişilerle görüşülerek ve mevcut literatürden yararlanarak ailevi, sosyal, çevresel ve kişisel olmak üzere 4 ana kriter ve her bir ana kriter için de açıklayıcı alt kriterler tespit edilmiştir. Tespit edilen karar problemi değerlendirme kriterleri BAHS yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları ile, gemi personelinin içinde bulunduğu olumsuz şartlar dikkate alındığında tükenmişlik sendromunun ortaya çıkmasına neden olabilecek en etkili kriterin Sosyal Faktörler (0,376) olduğu, bu ana kriteri sırasıyla Çevresel Faktörler (0,367), Ailesel Faktörler (0,158) ve Kişisel Faktörlerin (0,099) takip ettiği görülmektedir. Sosyal Faktörler ana kriterinin en önemli alt kriterleri ise (0,443) ile Sosyal Çevreden Uzak Kalma ve Monoton Yaşam Biçimi olarak tespit edilmiştir. Sosyal Faktörler ana kriterinden sonra en etkili kriter Çevresel Faktörlerdir. Kısıtlı Yaşam Alanı (0,520), Gürültü (0,306) ve Elektromanyetik Etki ve Zararları (0,174) gemi personelini etkileyen Çevresel Faktör alt kriterleridir.
Elde edilen kriter ve alt kriter ağırlıkları dikkate alındığında, Sosyal ve Çevresel faktörlerin çalışan gemi personeli üzerinde en büyük etkiye sahip olduğu ve çalışanlar üzerindeki olumsuz etkiyi

azaltmak için bu alanlarda iyileştirmeler yapılması gerektiği söylenebilmektedir. Gemide çalışan personelin çok sık ve uzun süre seyir yapması personel üzerinde sosyal ortamdan ve aileden uzun süre uzak kalma nedeniyle olumsuz etkilere neden olabildiği açıktır. Personel için fiziksel, zihinsel ve psikolojik etkileri azaltmaya yönelik olarak seyir çizelgelerinde optimize edilmiş süreler ve gemi ortamında monoton yaşam tarzının önüne geçmek için kişisel özellikleri dikkate alarak sosyalleşmeyi destekleyecek faaliyetler önerilebilmektedir. Bunun yanı sıra Çevresel faktörlerden gürültü önemli bir bozucu etken olarak tespit edildiğinden gürültü düzeylerinin minimize edilmesi için gerekli izolasyon çalışmalarının yapılması iyileştirici bir öneri olarak sunulabilir.

KAYNAKLAR

CHANG, D.Y. (1996). Applications Of The Extent Analysis Method On Fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649– 655. doi: https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2.

KURT, Ö. (2010), Gemide Çalışma Koşullarının Gemi Adamları Üzerindeki Olumsuz Etkileri, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

SAATY, Thomas L. (1988), The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, *McGraw-Hill*, New York, NY.

STOJCETOVİC, B., NİKOLİC, D., VELİNOV, V. ve BOGDANOVİC, D. (2016). Application Of İntegrated Strengths, Weaknesses, Pportunities, And Threats And Analytic Hierarchy Process Methodology To Renewable Energy Project Selection İn Serbia, *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 8(3), 035906. doi: https://doi.org/10.1063/1.4950950

VAN LAARHOVEN, P.J.M. ve PEDRYCZ, W. (1983). A Fuzzy Extension Of Saaty's Priority Theory, *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 229-241. doi: https://doi.org/10.1016/S0165-0114(83)80082-7

ZORBA, Y. (2016). Tükenmişlik Sendromu: Gemi Kaptanları Ve Güverte Zabitleri Üzerine Tanımlayıcı Bir Çalışma, *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8 (1) , 97-127. DOI: 10.18613/deudfd.74852

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ FİRMASINDA HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ İLE PROSES GELİŞTİRME

Yıldız Şahin
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr ORCID No: http://orcid.org/0000-0002-6283-5340

Ezel Özkan
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli
ozkanezel92@gmail.com ORCID No : http://orcid.org/0000-0002-2638-3674

S. Selay Kasap
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli
selaykasap@gmail.com ORCID No : http://orcid.org/0000-0002-4168-9436

Şevval Deveci
sevvalldeveci@gmail.com

Özet
Kalite günümüzde firmalar için oldukça önemli bir hale gelmiştir. Özellikle rekabet avantajı ve pazarda kalıcılık açısından, her geçen gün önemi artmaktadır. Kaliteli ürünlerin üretilebilmesi için tüm süreçlerde hataya neden olabilecek riskleri en etkili şekilde yönetebilmek ve bu riskleri azaltmak hatta ortadan kaldırabilmek gerekir. Bu noktada risk yönetimi, riski öğrenme ve bu riski ekonomik ve teknik açıdan ele alıp çeşitli kararlar verebilmeyi sağlar. Riskleri en aza indirmek ya da ortadan kaldırmak için, risklere bağlı olarak ortaya çıkacak olası sonuçları ve ortaya çıkma olasılıklarını değerlendirmek olmazsa olmazdır. Bu değerlendirmeleri yapabilmek için birçok kalite teknikleri mevcuttur. Bu tekniklerden biri de Hata Türleri ve Etkileri Analizi Yöntemi' dir (HTEA). HTEA yönteminde belirlenen bütün hataların ortaya çıkma, şiddet ve saptanabilirlik tahmini hesabı yapılmaktadır. Hata türleri ve etkileri analizi, çok fazla sayıdaki hata türü için iyileştirme planlamak yerine, sistemin tamamı üzerinde en büyük etkiyi sağlayacak hata türlerini öncelikli olarak sıralayan bir yöntemdir. HTEA, doğru uygulandığı sürece firmalara pek çok fayda getirecek etkileyici kalite yöntemlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yöntemin uygulamasındaki asıl hedef, olası hata sebeplerinin buna bağlı olarak hataların etkisinin minimum düzeye düşürülmesidir. HTEA uygulamasının maliyet üzerindeki etkisinin yanı sıra işgücü üzerinde de etkili kazanımları vardır. Bu bağlamda, bu çalışmada, otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren bir şirketteki bir hatta proses HTEA uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama aşamasında, önce olası hata türleri tanımlanmıştır. Daha sonra her hata türü için ortaya çıkma, şiddet ve saptama değerleri belirlenmiştir. Son olarak, risk öncelik sayısı hesaplanarak hataların önem düzeylerine göre sıralanması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hata Türleri ve Etkileri Analizi, Risk Öncelik Sayısı, Olasılık, Şiddet, Saptanabilirlik.

PROCESS DEVELOPMENT BY FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS IN AN AUTOMOTIVE COMPANY

Abstract
Quality has become very important for companies today. Its importance is increasing day by day especially in terms of competitive advantage and permanence in the market. In order to produce quality products, it is necessary to manage the risks that may cause errors in all processes in the most effective way and to reduce or even eliminate these risks. At this point, risk management enables to learn about the risk and to take various decisions by addressing this risk economically and technically. In order to minimize or eliminate the risks, it is essential to evaluate the possible consequences and probabilities of the risks. Many quality techniques are available to make these evaluations. One of these techniques is Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Method. The occurrence, severity and detection estimation of all errors determined in the FMEA method are calculated. Failure mode and

effects analysis is a method that prioritizes the types of errors that will provide the greatest impact on the entire system, rather than planning improvements for too many types of errors. FMEA is one of the impressive quality methods that will bring many benefits to companies as long as it is applied correctly. The main goal in the application of the method is to minimize the effect of the possible causes of errors accordingly. In addition to its impact on cost, FMEA implementation also has effective gains on the labor. In this context, in the current study, a process FMEA application was carried out on a line in a company operating in the automotive industry. At the application stage, possible error types were identified first. Then occurance ratings and detection ratings were determined for each type of error. Finally, by calculating the risk priority numbers, it is ensured that the errors are ranked according to their level of importance.

Keywords: Failure Mode and Effects Analysis, Risk Priority Number, Occurance, Severity, Detectability.

1. GİRİŞ

Kalite günümüzde firmalar için oldukça önemli bir hale gelmiştir. Özellikle rekabet avantajı ve pazarda kalıcılık açısından her geçen gün önemi daha da artmıştır. Kalite, adını önemli çalışmalara imza atan Joseph Juran için kalitenin iki önemli anlamı vardır; ‘’ Müşterinin ihtiyaçlarını karşılamak ve müşterinin tatmini sağlamak’’ ile ‘’Kusursuz ürünler ortaya çıkarmak’’ dır. Sahip olduğumuz yüksek kalite ile daha fazla müşteri tatmini ve gelir artışı sağlanır. Yüksek kaliteyi sağlamak için fazladan yatırım yapmak gerekir ve bu da maliyet artışına sebebiyet verir. Ancak kalitesiz ürünler üretmek; tekrar işlem görmeye, hurdaya çıkmaya, müşteride tatminsizlik yaratmaya bunun sonucunda da müşteri kayına ve buna benzer bir sürü maliyete yol açar. Tekrar değerlendirecek olursak aslında kusursuz üretim tüm bu kalitesizliğin getirdiği fazladan maliyeti ortadan kaldıracak ve maliyet düşüşüne sebep olacaktır.

Üretilen ürünlerin kaliteli olabilmesi için, baştan sona geçirdikleri tüm süreçlerde hataya neden olabilecek riskleri en etkili şekilde yönetebilmek ve bu riskleri azaltmak hatta ortadan kaldırabilmektir. Bu noktada risk yönetimi, riski öğrenme ve bu riski ekonomik ve teknik açıdan ele alıp çeşitli kararlar verebilmeyi sağlar. Riskleri en aza indirmek ya da ortadan kaldırmak için, risklere bağlı olarak ortaya çıkacak olası sonuçları ve ortaya çıkma olasılıklarını değerlendirmek olmazsa olmazdır. Bu değerlendirmeleri yapabilmek için birçok kalite teknikleri mevcuttur. Bu tekniklerden biri de Hata Türleri ve Etkileri Analizi Yöntemi’ dir (HTEA).

Hata türleri ve etkileri analizinin amacı riskleri önceden tahmin etmek ve hataları önlemek için yöntemler geliştirmeye yönelik bir analiz tekniğidir. Hata türleri ve etkileri analizi, çok fazla sayıdaki hata türü için iyileştirme çalışmasını planlamak yerine, sistemin tamamı üzerinde en büyük katkıyı sağlayacak hata türlerini öncelikli olarak sıralayan bir yöntemdir. Ancak yüzlerce hata türü için, veri derleme ve bu verilerin analizi büyük zaman ve işgücü gerektirmektedir. HTEA’nın başlangıcında ön eleme yapmak ve sadece önemli olarak belirlenen parçalar için veri toplamak, HTEA’nın etkinliğini artıracaktır.

Yapılan çalışmanın asıl amacı ürünün geçtiği prosesler sonucu ortaya çıkan hatalar sebebiyle hurda olan parça oranını azaltmaktır. Bu azaltmanın karşılığı olarak da oluşan maliyetlerin azalması, kaliteli ürün üretimi ve müşteri memnuniyeti gibi getiriler de hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Hata türleri ve etkileri analizi, ortaya çıkabilecek olası hatalara odaklanarak ana sebeplerini bulup ortadan kaldırabilmek için kullanılmaktır. Uygulanma adımı, sürecin veya ürünün son kullanıcıya ulaşmadan önceki proseslerde gerçekleştirilir. Risk seviyesini en aza indirmek için sistem incelenir, geçmiş verilere bakılır, derlenir ve üretimin operasyonel verimliliğini arttırılır (Scipioni ve ark., 2002). Hata türleri ve etkileri analizinde belirlenen bütün hataların ortaya çıkma, şiddet ve saptanabilirlik tahmini hesabı yapılmaktadır (Akın, 1998). HTEA genel olarak Sistem, Tasarım, Proses ve Servis olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır.

2.1 Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin Öğeleri

HTEA tekniğinde potansiyel hatalar belirlenir, bunların ortaya çıkarabileceği etkileri hesaplanır, öncelikleri ve de fark edilebilirlikleri belirlenir. Hata önceliklerini belirlerken kullanılan 3 ana etmen; Ortaya çıkma, (Olasılık) (O), Ağırlık, (Şiddet) (A) ve Saptama (Fark edilebilirlik) (S)'dır. Hatanın sıklığını ortaya çıkma, hatanın ciddiyetini (etkisini) ağırlık, hatanın ürün müşteriye gitmeden önce tespit edebilme yeteneğini ise saptama gösterir. Bu bileşenlerin değerlerini belirlemek için pek çok yöntem mevcuttur. Çoğunlukla kullanılan yöntem ise, sayısal skalaların (risk ölçüt tablosu) kullanıldığı yöntemdir (Kahraman, 2009). Ortaya çıkma (olasılık) faktörü, olası hata nedeninin meydana gelmesi ve ürünün tahmin edilen ömrü içerisinde kullanımı sırasında hata türüne yol açmasının olasılığıdır. Hatanın ne kadar sıklık ile meydan geldiğini gösterir. Her bir olası hata türünün ileride oluşması ihtimali üzerinde durulur (Durhan, 2006). Ortaya çıkma derecelendirme değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Ortaya Çıkma Derecelendirme Tablosu (Pillay ve ark., 2003)

Oluşum Sıklığı İhtimali	Derece	Hata İhtimali (İşgünü olarak)
Neredeyse Hiç	1	<1:20.000
Düşük	2	1:20.000
	3	1:10.000
Orta	4	1:2.000
	5	1:1.000
	6	1:200
Yüksek	7	1:100
	8	1:20
Çok Yüksek	9	1:10
	10	1:2

Ağırlık (şiddet), olası hata etkilerinin son kullanıcı olan müşteriye yansıyan sonuçlarının değerlendirilmesidir. Hata ile etki arasında doğrusal bir ilişki vardır. Hatanın etkisi arttıkça şiddeti de artar. Ağırlık derecesini belirlemek için kullanılan veri kaynakları hata etkisini belirlemede kullanılanlarla aynıdır (Durhan, 2006).

Hata ağırlığını (şiddetini) belirlerken, kabul edilmemiş ürünlerle ilgili tutulan kayıtlardan, müşteri anketlerinden, geçmiş dönemlerde tutulan benzer ürün veya sistem kayıtlarından, laboratuvar deneylerinden ya da benzetim çalışmaları sonuçlarından ve HTEA takımında yer alan kişilerin geçmiş tecrübelerinden yararlanılır.

Saptanabilirlik veya tespit edilebilirlik, hali hazırda yapılan kontrollerin hatanın tespit edilerek müşteriye ulaşmasını önlemenin derecesidir. Olası hata türünün, bir sonraki adımda ya da son kullanıcının kullanımı sırasında ortaya çıkacağı düşünüldüğünden, öngörülen saptama önlemlerinden geçmiş olması gereklidir. Bu nedenle, saptanabilirlik ile ilgili olasılık değeri, ortaya çıktığı varsayılan hata nedeninin veya şeklinin müşteriye ulaşabilme olasılığı olarak tanımlanır (Durhan, 2006).

Saptanabilirlik değerleri; analizi yapılan birimlere benzeyenlerden, önceki dönemlerdeki verilerinden, ürünün iç denetimlerinden ve somut veriye ulaşamadığımız durumlarda takım üyelerinin tecrübelerinden yararlanılarak bulunur.

Tablo 2. Tespit Edilebilirlik Derecelendirme Tablosu (Pillay ve ark., 2003)

Tespit Edilebilirlik	Derece	Saptama İhtimali (%)
Çok Yüksek	1	86 - 100
	2	76 - 85
Yüksek	3	66 - 75
	4	56 - 65
	5	46 - 55
Orta	6	36 - 45
	7	26 - 35
	8	16 - 25
Düşük	9	6 - 15
Neredeyse İmkansız	10	0 - 5

Tablo 1 ve Tablo 2'de verilen değerler sektörel bazda değişiklik göstermektedir. Bazen derecelendirmede 1 - 10 skalası yerine 1 – 5 skalası veya başka skalalar da kullanılabilmektedir.

2.2 Risk Öncelik Sayısı

Risk öncelik sayısı (RÖS), belirlediğimiz ortaya çıkma (O), ağırlık (A) ve saptanabilirlik (S) değerleri kullanılarak elde edilir. Hata türlerinin kritikliğinin göstergesidir ve hata türlerini öncelik sırasına koymamızı sağlar.

RÖS 'ü hesaplarken kullanılan iki matematiksel denklem (1) ve (2) olarak aşağıda gösterilmiştir;

$$Çarpma\ ile\ RÖS\ hesabı = O * A * S \quad (1)$$

$$Toplama\ ile\ RÖS\ hesabı = O + A + S \quad (2)$$

Uygulamada yaygın olarak kullanılan yaklaşım risk faktörleri olan ortaya çıkma, ağırlık ve tespit saptanabilirlik değerleri olduğu için çarpma işlemi ile RÖS hesaplanmaktadır (Durhan, 2006). Risk öncelik sayısı adından da anlaşılacağı üzere hataların veya risklerin öncelik durumlarına göre sıralanıp ilk önce müdahale edilecek hatanın hangisi olduğunu, hangisinden başlanılması gerektiğine karar vermemizi sağlar (Yılmaz, 2000).

3. UYGULAMA

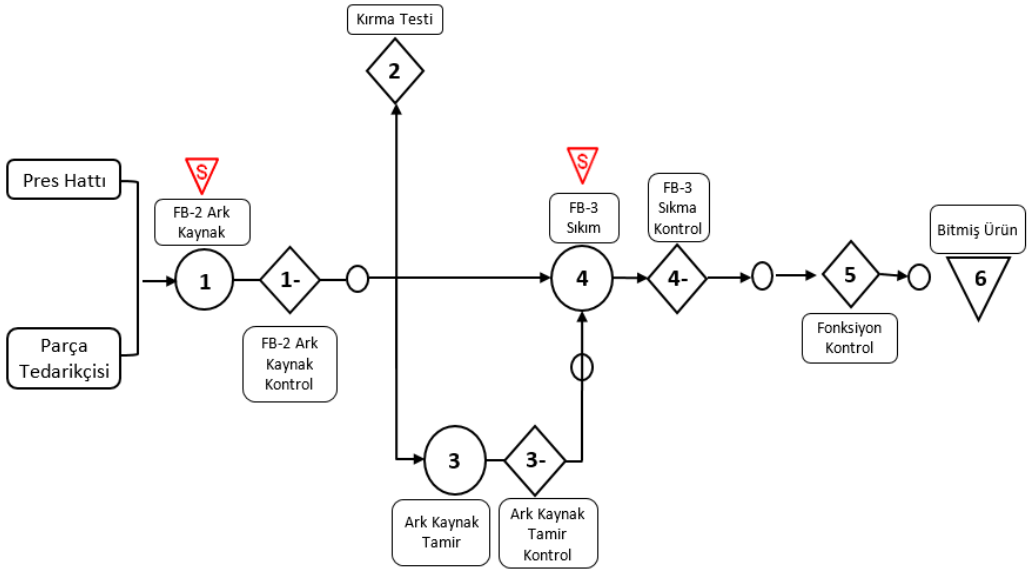
Çalışma kapsamında Proses HTEA uygulaması otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın metal üretim fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Uygulama işlem adımları aşağıda belirtildiği gibidir.

3.1 Hata türleri ve etkileri analizi takımının oluşturulması

Hata türleri ve etkileri analizi takımı 5 kişiden oluşmaktadır. Bu kişiler üretimin çeşitli alanlarında görev sahibidirler. Takım üyeleri arasında, üretim müdürü, üretim şefi, üretimden sorumlu formen, Ar-Ge mühendisi ve teknik bakım sorumlusu yer almaktadır.

3.2 Hata türleri ve etkileri analizinin uygulanacağı prosesin incelenmesi

HTEA uygulanacak olan proses (FBA), araba ön koltuğunun sırt yaslama yerinin metal kısmının üretim hattıdır. Uygulama yapılacak olan proses Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. FBA hattı proses akış şeması

Proses açıklamaları;

1- FB-2 Ark Kaynak: Pres hattından ve tedarikçiden gelen parçalar bu proseste robot yardımıyla kaynatılır. Safety noktadır. Bu proseste oluşabilecek herhangi bir hata doğrudan müşterinin güvenliğine etki eder.
2- Ark Kaynak Kontrol: Kaynatılan parçaların kontrolü yapılır.
3- Kırma Testi: Bu test operatörler tarafından yapılır. Kaynak noktalarının sağlamlığını kontrol etmek amacıyla parçaya güç uygulanır.
4- Ark Kaynak Tamir: Parça kaynak yerlerinde tespit edilen manuel şekilde düzeltilebilecek hataların tamiri bu proseste yapılır.
5- FB-3 Sıkım: Bu proseste parçaya monte edilmesi gereken vidalar eklenip sıkılır.
6- FB-3 Sıkım Kontrol: Operatör tarafından FB-3 sıkım noktasında sıkılan vidaların kontrolü yapılır.
7- Fonksiyon Kontrol: Bu kontrol noktasında sessiz odaya yerleştirilen ürünün robot yardımıyla işlevini yerine getirip getirmediği kontrol edilir.
8- Bitmiş Ürün: Son proseste bitmiş ürün kontrol edilir ve parça uygun ise bitmiş ürün arabalarına asılır.

Üretim alanı gezilip akış şemasındaki prosesler incelendikten sonra HTEA sorumlularıyla birlikte, olası hata nedenlerini belirlemek üzere kapsamlı bir araştırma yapılmıştır.

3.3 Beyin fırtınası yöntemi ile potansiyel hata türlerinin saptanması

HTEA takımı ile FBA hattı potansiyel hata türlerinin belirlenmesi için yapılan beyin fırtınasında 10 adet olası hata türü bulunmuştur. Bu hatalar aşağıda verilen Tablo 3'te görülmektedir. HTEA ekibi ile tespit edilen olası hatalardan da görüldüğü gibi en çok hata parçaya yapılan kaynak prosesinden kaynaklanmıştır.

3.4 Olası hataların sebeplerinin saptanması

Parça üzerine kaynak, robotlar tarafından yapılmaktadır. Robot kaynaklı hatalar olduğu gibi operatör kaynaklı hatalar da olabilmektedir. Bir hata birden çok nedenden dolayı meydana gelebilir aynı şekilde birden çok hataya da neden olabilir. Olası hataların sebeplerini belirlerken "Olası hata türlerine neden olabilecek sebepler nelerdir?" sorusu yanıtlanır. HTEA ekibi ile tespit edilen olası hata türlerinin potansiyel etkileri ve ortaya çıkma potansiyel sebepleri Tablo 3' te görülmektedir.

Tablo 3. Hata Türlerine Göre Potansiyel Etki Ve Sebepler

Sıra No.	Olası Hata Türleri	Hatanın Potansiyel Etkileri	Hatanın Potansiyel Sebepleri
1	Kaynak Hatası	Yetersiz mukavemet, güvenlik riski	Setleme referans bloklarının aşınması
			Uygunsuz setleme, yetersiz klamp baskısı
2	Eksik Parça Setleme	Yanlış/eksik parça gönderimi hat duruşu	Parça setlemenin unutulması
3	Delik Kaçıklığı	Koltuk araca takılamaz, müşteride hat duruşu	Setleme pimlerinin aşınması
4	Eksik Kaynak	Yetersiz mukavemet, güvenlik riski	Parça setleme yüzeyinde çapak olması
			Setlenen parçalar arası boşluk olması
5	Undercut	Yetersiz mukavemet, güvenlik riski	Parça setleme yüzeyinde çapak olması
			Setlenen parçalar arası boşluk olması
			Yetersiz hava basıncı olması
			Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması
			Kaynak çipinin aşınması/çapak birikimi
			Serbest tel uzunluğunun uygun olmaması
6,7,8	Parçada Erime/Delik Kaynakta Çatlak Kaynak Kopması	Yetersiz mukavemet, güvenlik riski	Parça setleme yüzeyinde çapak olması
			Setlenen parçalar arası boşluk olması
			Yetersiz hava basıncı olması
			Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması
			Kaynak çipinin aşınması/çapak birikimi
			Serbest tel uzunluğunun uygun olmaması
9,10	Odak Kaçıklığı (+/- 1mm) Kısa Kaynak Boyu (0 /+25mm)	Yetersiz mukavemet, güvenlik riski	Parça setleme yüzeyinde çapak olması
			Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması
			Kaynak çipinin aşınması/çapak birikimi
			Serbest tel uzunluğunun uygun olmaması
			Çapak kapağının aşınması, kırılması
11	Kaynak Yüzeyinde Gözenek	Yetersiz mukavemet, güvenlik riski	Uygunsuz kaynak sıralaması
12	Parça Üzerinde Çapak	Operatöre zarar vermesi, iş güvenliği riski	Yetersiz hava basıncı olması

3.5 Şiddet, ortaya çıkma ve saptanabilirlik değerlerinin saptanması

Şiddet, ortaya çıkma ve saptanabilirlik değerleri hesaplanırken yukarıda verilen tablolardan faydalanılmıştır (Tablo 1 ve Tablo 2). Puanlama yapılırken 1-10 skalası kullanılmıştır. Değerler hesaplanırken geçmiş verilerden de yararlanılmış, ortaya çıkma, şiddet ve saptama değerleri takımdaki kişiler tarafından belirlenmiştir. Risk öncelik sayısı hesaplanırken "Çarpma ile RÖS Hesabı" yöntemi kullanılmıştır.

3.6 Risk öncelik sayısı değerinin hesaplanması ve değerlendirilmesi

Risk öncelik sayısı (RÖS) her bir hata türü için tek tek hesaplanmıştır. Hata türlerine göre olasılık, şiddet ve saptanabilirlik değerlerine bakıldığında şiddet değerinin genellikle 9 olduğunu görülmüştür. Bunun sebebi kaynak proseslerindeki hatanın müşteriye etkisinin çok fazla olmasıdır. Hesaplanan RÖS değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4. Hata Türlerine Göre RÖS Değerleri

Sıra No.	Olası Hata Türleri	Hatanın Potansiyel Sebepleri	A	O	S	RÖS
1	Kaynak Hatası	Setleme referans bloklarının aşınması	9	4	4	144
		Uygunsuz setleme, yetersiz klamp baskısı	9	4	4	144
2	Eksik Parça Setleme	Parça setlemenin unutulması	8	4	4	128
3	Delik Kaçıklığı	Setleme pimlerinin aşınması	8	4	4	128
4	Eksik Kaynak	Parça setleme yüzeyinde çapak olması	9	4	4	144
		Setlenen parçalar arası boşluk olması	9	3	4	108
5	Undercut	Parça setleme yüzeyinde çapak olması	9	3	4	108
		Setlenen parçalar arası boşluk olması	9	4	4	144
		Yetersiz hava basıncı olması	9	4	4	144
		Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması	9	5	4	**180**
		Kaynak çipinin aşınması/çapak birikimi	9	3	4	108
		Serbest tel uzunluğunun uygun olmaması	9	4	4	144
6,7,8	Parçada Erime/Delik Kaynakta Çatlak Kaynak Kopması	Parça setleme yüzeyinde çapak olması	9	3	5	135
		Setlenen parçalar arası boşluk olması	9	4	5	**180**
		Yetersiz hava basıncı olması	9	4	5	**180**
		Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması	9	4	5	**180**
		Kaynak çipinin aşınması/çapak birikimi	9	3	5	135
		Serbest tel uzunluğunun uygun olmaması	9	4	5	**180**
9,10	Odak Kaçıklığı (+/- 1mm) Kısa Kaynak Boyu (0 /+25mm)	Parça setleme yüzeyinde çapak olması	9	3	4	108
		Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması	9	5	4	**180**
		Kaynak çipinin aşınması/çapak birikimi	9	3	4	108
		Serbest tel uzunluğunun uygun olmaması	9	4	4	144
		Çapak kapağının aşınması, kırılması	8	5	5	**200**
11	Kaynak Yüzeyinde Gözenek	Uygunsuz kaynak sıralaması	9	2	5	90
12	Parça Üzerinde Çapak	Yetersiz hava basıncı olması	9	4	5	**180**

Hesaplanan RÖS değerleri dikkate alınarak en büyük değere sahip (200 ve 180) 8 potansiyel hata sebebi Tablo 5'te sıralanmıştır. Tabloda belirlenen potansyel hata sebepleri için önerilen önleme faaliyetleri görülmektedir.

Tablo 5. En Büyük RÖS Değerine Sahip 8 Potansiyel Hata için Önleme Faaliyetleri

Sıra No.	Hatanın Potansiyel Sebepleri	Önleme Faaliyetleri
5	Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması	Tel değişimlerinde kontrol
6,7,8	Setlenen parçalar arası boşluk olması	Vardiyada 1 defa sentil ile kontrol
	Yetersiz hava basıncı olması	Vardiyada 1 defa görsel kontrol
	Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması	Tel değişimlerinde kontrol
	Serbest tel uzunluğunun uygun olmaması	Vardiyada 1 defa görsel kontrol
9,10	Tel besleme radyus uygunsuzluğu olması	Tel değişimlerinde kontrol
	Çapak kapağının aşınması, kırılması	Vardiyada 1 defa görsel kontrol
12	Yetersiz hava basıncı olması	Vardiyada 1 defa %100 kontrol

4. SONUÇ

Kalite anlayışına göre, ürünü hatasız üretmek yeterli değildir, bununla birlikte müşteri tatminini de sağlamak gerekir. Ürünü üretirken sıfır hata veya sıfır hataya en yakın oranda gerçekleştirmek için kullanılan tekniklerden biri de Hata Türleri ve Analizi Yöntemi (HTEA) tekniğidir. HTEA yönteminin en çok kullanıldığı alan otomotiv sektörüdür. Ancak diğer endüstri alanlarında da başarıyla uygulanabilmektedir. Bu çalışmada uygulama alanı olarak bir otomotiv yan sanayi seçilmiştir. HTEA yönteminin 4 uygulama türünden biri olan proses HTEA uygulanmıştır. Firmanın 3 ana ürünü bulunmaktadır. Araba koltuğu, kapı içi komponentleri ve ön konsoldur. Çalışma kapsamında FBA hattının Proses HTEA'sı gerçekleştirilmiştir. RÖS değerleri incelendiğinde en yüksek değer 200, en düşük değer ise 90 olduğu görülmüştür. En yüksek RÖS değerine sahip hata türleri odak kaçıklığı, kısa kaynak boyu, parça üzerinde çapak, parçada erime/delme, kaynakta çatlak ve kaynak kopması olduğu görülmüştür. Bu hataların önüne geçmek için HTEA takımı ile beyin fırtınası gerçekleştirilmiş ve önleyici faaliyetler önerilmiştir. Önleyici faaliyetlerin uygulanması sonrası elde edilen yeni RÖS değerleri hesaplanarak sonraki iyileştrme faaliyetleri planlanacaktır.

KAYNAKLAR

AKIN, B. (1998), *ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi*, Ankara: Bilim Teknik Yayınevi.

DURHAN, D. (2006), Hata Türü ve Etkileri Analizi(FMEA) ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

KAHRAMAN, Ö. (2009), Bir Otomobil Fabrikasında İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında HTEA (FMEA) Yöntemi İle Risk Analizi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

PILLAY, A., WANG J. (2003) Modified Failure Mode And Effect Analysis Using Approximate Reasoning. Reliabilty *Engineering and System Safety*.

SCIPIONI, A., SACCAROLA, G., CENTAZZO, A., ve ARENA, F. (2002), FMEA Methodology Design İmplementation And İntegration With HACCP System İn A Food Company. *Food Control,* 13(8), 495-501.

YILMAZ, B. S. (2000), Hata Türü ve Etkileri Analizi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.

PROJE/VANA SEKTÖRÜNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİ İLE PAZARLAMA STRATEJİSİ BELİRLEME

Yıldız Şahin
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr

S. Selay Kasap
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli
selaykasap@gmail.com

Ezel Özkan
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli
ozkanezel92@gmail.com

Gözde Ağar
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi, Kocaeli
gozde.agar.26@gmail.com

Özet
Müşteriler ile ilişkileri yönetme fikri, doğru müşterileri daha kolay bulma ve o müşterilerin memnuniyetini sağlama arzusuna dayanır. Bu sebeple firmalar, müşterileriyle doğru ilişkiler kurarak karlılığı artırmayı hedefler. Müşteri İlişkileri Yönetimi (MİY), müşteriler ile uzun süreli ilişkilerin kurulmasına, geliştirilmesine ve korunmasına odaklandığından bu kavramı doğru anlamak ve uygulamaya geçirmek firmalar için ilk önemli pazarlama stratejisi olarak kabul edilebilir. Bu çalışmanın amacı, vana sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin müşteri ilişkileri yönetimi kapsamında pazarlama faaliyetlerini destekleyen iki ayrı pazarlama stratejisini Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemiyle analiz etmek ve şirkete en fazla fayda sağlayacak stratejiye karar vermektir. Bu çalışmada öncelikle müşteri ilişkileri yönetimi kavramı ve pazarlama faaliyetleri üzerindeki etkisi açıklanmaya çalışılmış, bu doğrultuda etkili olan kriterler tanımlanmıştır. Kriterlerin tespit edilmesi aşamasında sektöre has değerlendirmeler yapabilecek yeterliliğe sahip olan firma pazarlama ve satış departmanı yöneticileri ile stratejik karar mekanizmasında söz sahibi olabilecek diğer yöneticilerle saha personelinin görüşleri dikkate alınmıştır. Karar problemini temsil eden hiyerarşik modelin oluşturulması sonrası yine aynı uzmanların görüşleri doğrultusunda ikili karşılaştırma esasına dayalı nihai çözümler elde edilmiştir. Son durumda yapılan analizin doğruluğu test edilmiş ve uygun görülen stratejiye karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Müşteri İlişkileri Yönetimi, Pazarlama, Strateji Belirleme, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci.

DETERMINING MARKETING STRATEGY IN THE PROJECT / VALVE SECTOR BY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS METHOD

Abstract
The idea of managing relationships with customers is based on the desire to find the right customers more easily and ensure the satisfaction of those customers. For this reason, companies aim to increase profitability by establishing correct relationships with their customers. Since Customer Relationship Management (CRM) focuses on establishing, developing and maintaining long-term relationships with customers, understanding this concept correctly and implementing it can be considered as the first important marketing strategy for companies.The aim of this study is to analyze two separate marketing strategies that support marketing activities within the scope of customer relations management of an enterprise operating in the valve industry using the Analytical Hierarchy Process method and to decide the strategy that will benefit the company the most. In this study firstly the concept of customer relationship management and its effects on marketing activities are tried to be explained and effective criteria are defined accordingly. During the determination of the criteria the opinions of the company

marketing and sales department managers who can make sector-specific evaluations and other managers and field personnel who may have a voice in the strategic decision mechanism were taken into consideration. After creating a hierarchical model representing the decision problem final solutions based on the principle of pairwise comparison were obtained in line with the opinions of the same experts. Finally, the accuracy of the analysis has been tested and the appropriate strategy is chosen.

Keywords: Customer Relationship Management, Marketing, Determining Strategy, Multi Criteria Decision Making, Analytical Hierarchy Process.

1. GİRİŞ

Alınan kararların doğru ve isabetli olması hem karar vericilerin bireysel başarısını arttırmakta hem de karar verilen problem için etkin sonuçlar üretilmesine doğrudan katkı sağlamaktadır. Karar verme süreçlerinin başarısının arttırılabilmesi için öncelikli olarak probleme uygun ve doğru bir model kurulması gerekir. Sonrasında ise karar modeline uygun bir çözüm yönteminin seçilmiş olması önem arz etmektedir. Literatür çalışmaları incelendiğinde çok sayıda karar probleminin hiyerarşik şekilde modellendiği ve çözümde başarılı sonuçlar elde edildiği görülebilmektedir.

Pazarlama alanında son yıllarda yaşanan gelişmelerin başında, sadece satışa önem veren faaliyetlere odaklanmak yerine müşteri ilişkilerine odaklanan bir dönüşüm yaşanmaktadır. Satış işlemlerini maksimize etmek yerine müşterileri gerçek bir değer olarak kabullenmek büyük önem taşımaktadır (Yurdakul, 2015).

MİY müşteriler ile uzun süreli ilişkilerin kurulmasına, geliştirilmesine ve korunmasına odaklandığından (Mohammad ve ark., 2013) bu kavramı doğru anlamak ve uygulamaya geçirmek firmalar için ilk önemli pazarlama stratejisi olarak kabul edilebilir (Ergün ve Büyüker İşler, 2020).
Üreticiler rekabet koşullarının ağırlaşmasının bir sonucu olarak müşteri odaklı pazarlama süreçleri yürütmek durumunda kalmışlardır. Müşteriler bu süreçleri çok iyi yürüten üreticiler tarafından sürece ürünün tasarım aşamasından itibaren dahil edilebilmektedir. Bu durum müşterilerde fikirlerinin önemsendiği algısı yaratmakta ve ürüne sahip çıkma ve hatta ürünü savunma ihtiyacı hissettirmektedir. Rekabetin bu derece zor olduğu bir ortamda tüm üreticiler çeşitli fikirler geliştirme ve bir adım öne geçme arzusu içinde olduklarından pazarlama stratejileri oluşturulmaya başlanmış ve bu stratejileri değişen rekabet koşullarına entegre edebilme ihtiyacı hasıl olmuştur (Josiassen ve ark., 2014).

Bununla birlikte firmalar vizyon ve misyonları doğrultusunda ulaşmak istedikleri yıllık veya proje bazlı nihai satış hedeflerini detaylı analizler sonucunda belirlemeli ve tüm pazarlama stratejilerine bu doğrultuda da yön vermelidirler. Bu sebeple MİY uygulamalarının belirlenen stratejiler ile olan uyumu ve entegrasyonu önemlidir. Hali hazırda MİY süreci yürüten firmalar, satış hedefleri doğrultusunda farklı bir stratejiye geçiş yapmak isteyebilirler. Bu durumda MİY uygulamaları revize edilmeli ve yeni süreçler başlatılmalıdır.

Bu çalışmada, vana sektöründe hizmet veren bir firmanın satış rakamlarını artırmak için pazarlama stratejisi belirleme ihtiyacının doğması üzerine firmanın daha fazla satış gerçekleştirmesini ilk sıralarda etkileyen kriterler çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHS yöntemi ile değerlendirmeye alınarak firma için en uygun olan pazarlama stratejisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.
Çok Kriterli Karar Verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) “maliyet”, “müşteri memnuniyeti”, “sürdürebilirlik”, “marka bilinirliği”, “ürün rekabet gücü”, ve “firma rekabet gücü” kriterleri göz önüne alınarak uygulanmış ve sonrasında pazarlama stratejisine karar verilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Thomas L. Saaty (1988) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), çeşitli karar vericiler tarafından verilecek kararlarının analizinde kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemidir (Saaty, 1988). AHS, karar problemlerini modellerken hiyerarşik yapıyı esas alır ve hiyerarşideki elemanların birbirinden bağımsız olduğu kabulüne dayanmaktadır.

2.1. AHS Uygulama Adımları

1.Adım: Karar verme probleminin tanımlanması. karar noktalarının -yani alternatiflerin- saptanması ile karar noktalarını etkileyen kriterler saptanması olmak üzere iki aşamadan oluşur.
2.Adım: İkili kıyaslama matrislerinin oluşturulması. Birinci adımda ortaya konan kriterler ikili karşılaştırılarak birbirine göre sahip oldukları önem değerleri belirlenerek matrise aktarılır. Karşılaştırmalar matrisin köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılırken köşegenin altında kalan değerler
3.Adım: Kriterlerin yüzde önem dağılımlarının belirlenmesi. Karşılaştırma matrisi, kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerini gösterirken, kriterlerin bütün içerisindeki ağırlıklarının bilgisini veremez. Bu amaçla Denklem 1 kullanılarak kriter sayısı kadar normalize vektör oluşturulur.

$$b_{ij} = {a_{ij}}/{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \quad (1)$$

Formül 1 kullanılarak elde edilen kriter sayısı kadar normalize vektör matris formatında bir araya getirilerek C matrisi oluşturulur. C matrisinde Denklem 2 kullanılarak faktörlerin önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilir. Buna W öncelik vektörü adı verilir.

$$W_i = {\sum_{j=1}^{n} c_{ij}}/{n} \quad (2)$$

4.Adım: Karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının belirlenmesi. Kriterlerin birbirine göre önem dereceleri karar verici tarafından subjektif olarak belirlendiği için tutarlılığın ölçümünde kullanılan özdeğer (λ) Denklem 3 ve Denklem 4 kullanılarak hesaplanır.

$$E_i = {d_i}/{W_i} \quad (3)$$

$$\lambda = {\sum_{i=1}^{n} E_i}/{n} \quad (4)$$

λ Hesaplandıktan sonra Denklem 5'dan yararlanılarak Tutarlılık Göstergesi (CI) hesaplanır.

$$CI = {\lambda - n}/{n-1} \quad (5)$$

Son aşamada ise CI, Random Gösterge (RI) tablosunda kriter sayısına karşılık gelen değere bölünerek CR hesaplanır. Hesaplanan CR değeri 0,10 değerinden küçük olduğu durumlarda karşılaştırmalar tutarlı bir şekilde yapılmıştır denebilir.
5.Adım: Her bir kriter ve karar noktaları için yüzde önemlerinin bulunması. Karar noktaları birbiri içinde karşılaştırtılırken faktörlerin karşılaştırılmasındaki işlemler tekrarlanır. Kriter sayısı kadar, mxm boyutunda G karşılaştırma matrisi oluşturulur. Sonuç olarak, mx1 boyutlu S sütun vektörleri elde edilir. Karar noktalarındaki sonuç önem düzeylerinin belirlenmesinde öncelikle n tane S vektörü kullanılarak mxn boyutlu K karar matrisi oluşturulur. K karar matrisi ile W öncelik vektörü çarpıldığında m elemanı olan ve elemanların toplamı 1 olan önem sırasını gösteren L sütun vektörü elde edilir (Dündar, 2008; Rao ve ark., 2018).

3. UYGULAMA

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHS yöntemi ile vana sektöründe hizmet vermekte olan bir firmanın satış oranlarını mümkün olan en üst seviyeye çıkarması planlanan pazarlama stratejisi seçilmeye çalışılmıştır.

3.1 Kriter Belirleme ve Hiyerarşi Gösterimi

Öncelikle satış oranlarının artmasında etkili olduğu düşünülen tüm kriterler firmanın üst düzey yöneticileri ve firmada çalışan satış ekibi ile birlikte gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmaları ile detaylı şekilde tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında alternatif pazarlama stratejilerini değerlendirmek

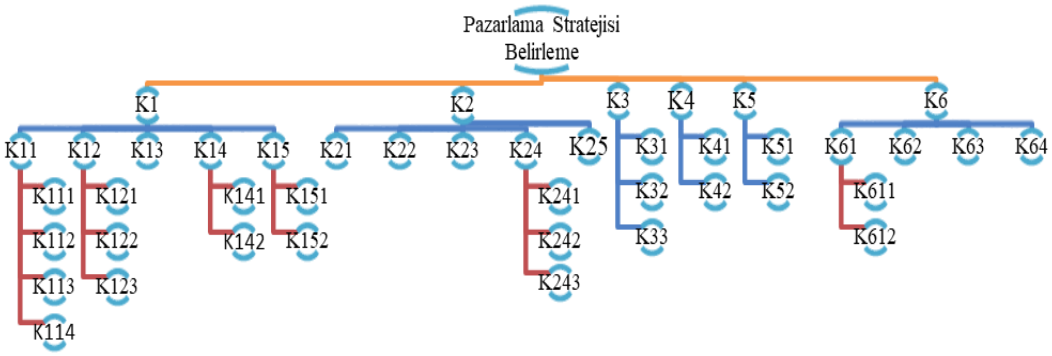
üzere maliyet, müşteri memnuniyeti, sürdürülebilirlik, marka bilinirliği, ürün rekabet gücü ve firma rekabet gücü olmak üzere 6 ana kriterler tespit edilmiştir. Maliyet ve müşteri memnuniyeti için 5, sürdürülebilirlik, marka bilinirliği, ürün rekabet gücü ve firma rekabet gücü ana kriteri için ise sırasıyla 3, 2, 3 ve 4 tane alt kriter belirlenmiştir.

Amaç doğrultusunda değerlendirilecek alternatif pazarlama stratejileri Tablo 1'de yer almaktadır. Satış oranlarının artmasında etkili olduğu düşünülen kriterler ve bunlara bağlı tüm alt kriterler detaylı olarak Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 1. Pazarlama Stratejisi Alternatifleri

1. Müşteri Sadakati Yaratma
2. Yeni Müşteri Kazanma

AHS yönteminde kullanılan hiyerarşi gösterimi için gerekli kriter ve alt kriterler belirlendiğinden hiyerarşi modeli oluşturulabilir. Şekil 1'de hiyerarşi modelinin gösterimine yer verilmiştir.



Şekil 1. Karar Problemine Ait AHS Modeli

Bu aşamada pazarlama oranlarını artırması açısından her bir kriterin diğerlerinden hangi oranda önemli olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için her bir ekip üyesi için 1-9 ölçeğine uygun olarak ayrı ayrı hazırlanan değerlendirme formları üst düzey yöneticileri ve firmada çalışan satış ekibi ile paylaşılmıştır.

3.2 AHS Yönteminin Uygulaması

AHS yöntemi uygulama aşamasında öncelikle her bir ana kriter ve alt kriterler için hiyerarşik yapıya uygun biçimde oluşturulan kriter puanlama tabloları yardımı ile uzman görüşleri dikkate alınarak ikili kıyaslamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 2, ana kriterler için uzlaşık uzman görüşlerine göre yapılan ikili kıyaslamaları göstermektedir. Tablo 2'deki veriler ışığında ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3'te gösterildiği gibi oluşturulmuştur. Diğer tüm kriterler için işlemler benzer şekilde yapılarak ağırlıklar elde edilmiştir.

Tablo 2. Ana Kriter Puanlama Tablosu

K 1	Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Müşteri Memnuniyeti	K 2
K	Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sürdürebilirlik	K

1																			3
K1	Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Marka Bilinirliği	K4
K1	Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Rekabet Gücü	K5
K1	Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Rekabet Gücü	K6
K2	Müşteri Memnuniyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sürdürebilirlik	K3
K2	Müşteri Memnuniyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Marka Bilinirliği	K4
K2	Müşteri Memnuniyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Rekabet Gücü	K5
K2	Müşteri Memnuniyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Rekabet Gücü	K6
K3	Sürdürebilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Marka Bilinirliği	K4
K3	Sürdürebilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Rekabet Gücü	K5
K3	Sürdürebilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Rekabet Gücü	K6
K4	Marka Bilinirliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Rekabet Gücü	K5
K4	Marka Bilinirliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Rekabet Gücü	K6
K5	Ürün Rekabet Gücü	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Rekabet Gücü	K6

Tablo 3. Ana Kriter İkili Karşılaştırma Tablosu

	Maliyet	Müşteri Memnuniyeti	Sürdürebilirlik	Marka Bilinirliği	Ürün Rekabet Gücü	Firma Rekabet Gücü	W
Maliyet	1,00	1,00	0,50	4,00	2,00	2,00	0,20
Müşteri Memnuniyeti	1,00	1,00	0,50	5,00	2,00	2,00	0,20
Sürdürebilirlik	2,00	2,00	1,00	5,00	3,00	3,00	**0,33**
Marka Bilinirliği	0,25	0,20	0,20	1,00	0,33	0,33	0,05
Ürün Rekabet Gücü	0,50	0,50	0,33	3,00	1,00	1,00	0,11
Firma Rekabet Gücü	0,50	0,50	0,33	3,00	1,00	1,00	0,11

Uzman görüşleri doğrultusunda AHS analizleri sonucu hesaplanan ana kriter ve alt kriter ağırlıkları Tablo 4'de gösterildiği gibidir. Tablo 4'te verilen ağırlıklar kullanılarak, Müşteri Sadakati Yaratma ve Yeni Müşteri Kazanma alternatifleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucundan alternatif ağırlıkları ortaya konulmuştur. Tablo 5 nihai alternatif ağırlıklarını göstermektedir.

Tablo 4. Ana Kriter ve Alt Kriter Ağırlıkları

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Ağırlık (W)
K1. Maliyet	1.1.Teknik Altyapı İyileştirme (0,06)	

(0,20)	1.1.1.Müşteri ilişkileri yönetimi paket programı satın alma	0,48
	1.1.2.Stok yönetimi paket program satın alma	0,30
	1.1.3.Website ve mobil site geliştirme	0,11
	1.1.4.E Katalog çalışması yapma	0,11
	1.2. Personel Giderleri (0,20)	
	1.2.1. Müşteri ziyaretleri için yol masrafları	0,27
	1.2.2. Müşteri ziyaretleri için yol harçlıkları	0,12
	1.2.3. Personel aylık ücretleri	0,61
	1.3. Ürün tedariği için peşinat ödemeleri (0,45)	
	1.4. Gümrük ödemeleri (0,09)	
	1.4.1.Yük ağırlığı	0,17
	1.4.2.Sipariş sıklığı	0,83
	1.5. Stok yönetimi maliyetleri (0,20)	
	1.5.1.Yetersiz stok durumu	0,80
	1.5.2.Stokta bekleme maliyeti	0,20
K2.Müşteri Memnuniyeti (0,20)	2.1. Ürün iade sayıları (0,38)	
	2.2. Teslimat gecikmeleri (0,15)	
	2.3. Ürün performansı şikayet sayısı (0,15)	
	2.4. Servis hizmetleri şikayet sayısı (0,12)	
	2.4.1.Servis personeli sayısı	0,14
	2.4.2.Servis personeli yetkinliği	0,43
	2.4.3.Tezgah işlevselliği	0,43
	2.5.Müşteri iletişim ile ilgili şikayet sayısı (0,20)	
K3. Sürdürülebilirlik (0,33)	3.1. Yönetim desteği (0,62)	
	3.2. Zaman yönetimi (0,14)	
	3.3. Kaynak yönetimi (0,24)	
K4.Marka Bilinirliği (0,05)	4.1. Kulaktan kulağa pazarlama (0,25)	
	4.2. Sponsorluk anlaşmaları (0,75)	
K5.Ürün Rekabet Gücü (0,11)	5.1. Ürün kalitesi (0,21)	
	5.2. Garanti süresi (0,08)	
	5.3. Ürün fiyatı (0,71)	
K6. Firma Rekabet Gücü (0,11)	6.1.Ulaşılabilirlik (0,09)	
	6.1.1.Satış personeli sayısı	0,25
	6.1.2.Satış personeli yetkinliği	0,75
	6.2.Ödeme şartlarının uygunluğu (0,50)	
	6.3.Talep karşılama kapasitesi (0,32)	
	6.4.Yedek parça satış hizmeti (0,09)	

Tablo 4 incelendiğinde ana kriter ağırlıkları arasında en büyük değeri alan kriterin 0,33 ile sürdürebilirlik olduğu, en küçük değeri alan kriterin ise 0,05 ağırlık değeri ile marka bilinirliği olmuştur. Sürdürülebilirlik ana kriteri altında yer alan alt kriterler; yönetim desteği, zaman yönetimi ve kaynak yönetimidir. Bu alt kriterler arasındaki ağırlıklara bakıldığında ise 0,62 yönetim desteği, 0,24 kaynak yönetimi ve 0,14 zaman yönetimi olduğu görülmektedir. Yönetim desteğinin sürdürülebilirlik açısından en büyük öneme sahip alt kriter olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilirlik kriterine göre avantajlı olan pazarlama stratejisi alternatifinin diğerine göre daha fazla tercih edileceği anlaşılmaktadır.

Alternatiflerin alt kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisleri ile kıyaslanması sonucu kriterlere göre alternatif ağırlıkları belirlenmiştir. Her bir kriter açısından belirlenen alternatif ağırlıklarının ana kriter ağırlıkları ile çarpılması nihai alternatif ağırlıkları hesaplanmıştır. Nihai alternatif ağırlıkları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Nihai Alternatif Ağırlıkları

	Maliyet	Müşteri Memnuniyeti	Sürdürebilirlik	Marka Bilinirliği	Ürün Rekabet Gücü	Firma Rekabet Gücü	W_i
Ana Kriter Ağırlıkları	0,20	0,20	0,33	0,05	0,11	0,11	
Müşteri Sadakati Yaratma	0,61	0,60	0,48	0,69	0,78	0,54	**0,58**
Yeni Müşteri Kazanma	0,39	0,40	0,52	0,31	0,22	0,46	0,42

4. SONUÇ

Firmalar açısından doğru pazarlama stratejisinin seçilmiş olması hem müşteri ile doğru bir iletişim oluşturulmasına hem de rakiplere göre daha avantajlı bir konuma geçilmesine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla pazarlama stratejisi seçim problemi firmalar için en önemli stratejik kararlardan biridir. Bu çalışmada vana sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin müşteri ilişkileri yönetimi kapsamında pazarlama faaliyetlerini destekleyen iki ayrı pazarlama stratejisi Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemiyle analiz edilmiş ve firmaya en fazla fayda sağlayacak stratejiye karar vermiştir.

AHS yöntemi ile elde edilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde, 0,58 göreli ağırlık değeri ile müşteri sadakati yaratma alternatifinin yeni müşteri kazanma alternatifine göre öne çıktığı görülmektedir. Bu pazarlama stratejisinin öne çıkmasında 0,33 ağırlık değeri ile sürdürülebilirlik kriterinin etkili olduğu, bunun yanı sarı maliyet ve müşteri memnuniyeti kriterlerinin 0,20 ağırlık değeri ile bu sonuca katkı sağladığı.

Firma açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, firmanın pazarda çok eski olmamasına rağmen bağlı olduğu şirketler grubunun müşteri portföyüne yönelik üretim yapmasından dolayı hali hazırda satış gerçekleştirdiği bir müşteri kitlesi bulunmaktadır. Yeni müşteri kazanma stratejisi de önemli olmasına rağmen var olan müşteriye kendini kanıtlaması pazarda kalıcı olması açısından daha fazla önem arz etmektedir. Bu nedenle gerçekleştirilen AHS analiz sonuçlarının gerçekçi ve tutarlı olduğu söylenebilmektedir.

KAYNAKLAR

DÜNDAR, S. (2008), Ders Seçiminde Analitik Hiyerarşi Proses Uygulaması, *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 13(2), 217-226.

ERGÜN, E., BÜYÜKER İŞLER, D. (2020), Konaklama İşletmelerinde Sosyal Müşteri İlişkileri Yönetimi Yetenekleri ve İşletme Performansı: Fethiye ve Marmaris Bölgelerinde Bir Uygulama, *Uluslararası Yönetim ve İşletme Dergisi*, 16(1), 199-217.

MOHAMMAD A.A., RASHİD B., ve TAHİR S. (2013), Assessing The Influence Of Customer Relationship Management (CRM) Dimensions on Organization Performance: An Emperical Study in The Hotel Industry, *Journal of Hospitality And Tourism Technology*, **4**(3), 228–247.

RAO, M. S. ve PAWAR, P. J. (2018). Application Of AHP For Process Parameter Selection And Consistency Verification In Secondary Steel Manufacturing. *Materials today: proceedings*, *5*(13), 27166-27170. Doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.09.027

SAATY, Thomas L. (1988), The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, *McGraw-Hill*, New York, NY.

YURDAKUL, M. (2015), İlişkisel Pazarlama Anlayışında Müşteri Sadakati Olgusunun Ayrıntılı Bir Şekilde Analizi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17, 268-287.

JOSIASSEN, A., ASSAF, A. G., ve CVELBAR, L. K. (2014). CRM And The Bottom Line: Do All CRM Dimensions Affect firm Performance, *International Journal Of Hospitality Management*, 2013, 130–136.

İTHAL KÖMÜR DEPOLAMA SAHASI ATIKSULARININ NANOFİLTRASYON PROSESİ İLE GERİ KAZANIMI

Ebru Avcı Kaplan
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
ebr.avci@hotmail.com ORCID NO : 0000-0001-5978-8064

Ali Oğuzhan NARCI
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
alioguzhannarci@gmail.com

Esra CAN DOĞAN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
esracdogan@gmail.com

Özet
Nüfus artışı ve endüstrileşme, temiz su kaynaklarına olan ihtiyacı arttırmış ve ulaşılabilir su kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmuştur. Su kaynaklarının etkin kullanılması için alternatif kaynak arayışları başlamış ve endüstriyel atıksuların geri kazanımı/yeniden kullanımı ile ilgili çalışmalar ivme kazanmıştır. Bu çalışmada, ithal kömür depolama tesislerinde kömürlerin yıkanması sonucu ve yağmur sonrası oluşan atıksuların geri kazanımı için Nanofiltrasyon (NF) membran prosesi laboratuvar ölçekte araştırılmıştır. Deneyler Taguchi deneysel tasarım uygulaması ile planlanmış ve membran türü (ESNA-1-LF; NP030; DESAL-5-DK), basınç (10; 12,5; 15 bar), VRF (Hacim Azaltma Faktörü; 2; 3; 4) ve pH (5; 7,6-7,7; 10) faktörlerinin geri kazanım suyu kalitesi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Proses performans değerlendirmeleri Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Çözünmüş Katı (TÇK), elektriksel iletkenlik, renk, $UV_{254nm,}$ bulanıklık ve sülfür parametreleri ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda NF prosesinde 41,78 L/m^2.sa akıda DESAL-5-DK membranı ile, yüksek organik madde giderimi (% 95 KOİ) ve % 100'e yakın renk ve bulanıklık giderimleri sağlanmıştır. Benzer kalitede atıksu üreten endüstrilerde yüksek kalitede su geri kazanımı için NF prosesinin etkin olarak kullanılabilecek bir alternatif olduğu teknik olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: atıksu arıtımı, membran proses, nanofiltrasyon, kömür endüstrisi, su geri kazanımı.

IMPORTED COAL STORAGE AREA WASTEWATERS RECOVERY WITH NANOFILTRATION PROCESSES

Abstract
Population growth and industrialization have increased the need for clean water resources and have caused the rapid depletion of available water resources. Searching of alternative resources has started for the efficient use of water resources, and studies on the recovery / reuse of industrial wastewater have gained momentum. In this study, Nanofiltration (NF) membrane process was investigated for recovery of wastewater, which formed after rain and washing coal in imported coal storage fields, on a laboratory scale. Experiments were planned with the "Taguchi Experimental Design" and the effects of membrane type (ESNA-1-LF, NP030, DESAL-5-DK), pressure (10, 12.5, 15 bar), VRF (Volume Reduction Factor, 2, 3, 4) and pH (5, 7.63-7.71, 10) factors on recovery water quality were evaluated. Process performance evaluations were made with chemical oxygen demand (COD), total dissolved solid (TDS), conductivity, color, UV_{254nm}, turbidity and sulfur parameters. As a result of the study, high organic removal efficiency (95% COD), 41.78 L/m^2.sa flux and nearly 100 % color, turbidity removal performance were obtained with the DESAL-5-DK membrane in the NF process. It has been technically determined that the NF process is an effective alternative for high quality water recovery in industries which producing similar quality wastewater.

Keywords: coal industry, membrane process, nanofiltration, wastewater treatment, water recovery

1. GİRİŞ

Nüfus artışı ve endüstrileşme, temiz su kaynaklarına olan ihtiyacı arttırmış ve ulaşılabilir su kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmuştur (Luo vd., 2017). Su kaynaklarının etkin kullanılması için alternatif kaynak arayışları başlamış ve endüstriyel atıksuların geri kazanımı/yeniden kullanımı ile ilgili çalışmalar ivme kazanmıştır. Literatürde özellikle yoğun su tüketimi olan tekstil ve kağıt endüstrileri gibi sektörlerde proses suyunun geri kazanımı ile ilgili oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. Diğer taraftan kömür endüstrisi (maden, işleme ve depolama gibi) sektör bazında değişmekle beraber yüksek su tüketimine sahip bir endüstridir. Literatürde bu sektörle ilgili olarak su yönetimi/geri kazanımı çalışmaları özellikle kömür madeni drenaj sularının ve kömür gazlaştırma atıksularının arıtımına yoğunlaşılmış durumdadır.

Yapılan çalışmalarda kömür madeni atıksuyunda pıhtılaşma, sedimantasyon, filtrasyon, membran prosesler veya bu proseslerin entegrasyonu araştırılmıştır. (Dang ve ark., 2018). Kok atık suyunun endüstriyel yeniden kullanımı için pilot ölçekli membran biyoreaktör (MBR), nanofiltrasyon (NF) ve ters osmoz (RO) entegre sistemi ile birlikte anaerobik, anoksik ve oksik süreçleri kullanan çalışmalara literatürde rastlamak mümkündür (Jin ve ark., 2013). Öte yandan kömür gazlaştırma atık sularından üç farklı nanofiltrasyon membranı ile sülfat ve KOİ giderimi araştırılmış ve bu teknolojinin kaynak geri kazanımı ve kömür gazlaştırma endüstrisinin sıfıra yakın atıksu deşarjı için uygun olduğu belirtilmiştir (Li ve ark.,2018). Asit maden drenajı (AMD) atık suyunda yapılan çalışmada nanofiltrasyon prosesi ile As, Sb, Pb, Hg giderimi sağlanmıştır (Sierra ve ark., 2013). Kömür depolama sahalarında kömür tozunun önlenmesi için kullanılan şebeke suyunun ya da kömür yığınlarının üzerinden süzülerek kirlenen yağmur suyunun arıtılması konusunda literatürde kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, ithal kömür depolama tesislerinde kömürlerin yıkanması ile yağmur sularının kömür yığınlarından sızması sonucunda oluşan atıksuların NF Prosesi ile arıtılarak geri kazanılabilirliği laboratuvar şartlarında araştırılmıştır. Böylece kömür deponi alanlarında oluşan atıksuların arıtılarak kömür depolama sahalarında yeniden kullanımı ile şebeke suyu kullanımını minimize ederek ekonomik ve çevresel bir katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Atıksu Karakterizasyonu

Çalışmada kullanılan atıksu; ithal kömür depolama alanlarında, kömürün boşaltılması, taşınması ve yüklenmesi esnasında toz oluşumunu minimize etmek için şebekeden temin edilen yaklaşık 1300-1400 m^3/gün suyun, yağmurlama sistemi ile yığın üzerine verilmesi neticesinde oluşmaktadır. Depolama alanları açık olduğundan yağmur yağdığı zamanlarda şebeke suyu kullanılmayıp doğal spreyleme işlemi gerçekleşmektedir. Bu durumda özellikle kış aylarında kömürle temas etmiş yağmur suyu ham atıksuyu oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan atıksu karakterizasyonu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kömür Yıkama Atıksuyunun Karakterizasyonu

Parametre	Birim	Ham su
pH	-	7,6-7,7
Sıcaklık	^{0}C	22
İletkenlik	µS/cm	712
TÇK	mg/L	333
KOİ	mg/L	529
Renk	Pt/Co	133
UV254	cm^{-1}	0,086
Bulanıklık	NTU	10,2
Sülfür	mg/L	0,2

2.2 Analitik Yöntemler

Atıksu karakterizasyonu ve nanofiltrasyon prosesi performansı aynı parametreler üzerinden değerlendirilmiş ve analizler Standart Metodlar (APHA 2005)'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir. pH, sıcaklık, iletkenlik ve TÇK parametreleri Multiparametre ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. KOİ

parametresi 5220 D: Kapalı Refluks Kolorimetrik Yöntem ile ölçülmüştür. Renk ve bulanıklık parametreleri sırasıyla 2120C-Spektrofotometrik Yöntem ve 2130B-Nefelometri Yöntem ile ölçülmüştür. UV_{254} ve sülfür parametreleri Spektrofotometrik Yöntem ile ölçülmüştür.
Bu çalışmada kömür endüstrisi atıksularının arıtımında literatürden etkinlikleri bilinen 3 farklı (NP030, ESNA-1-LF, DESAL-5-DK) membran kullanılmıştır (Tablo 2).

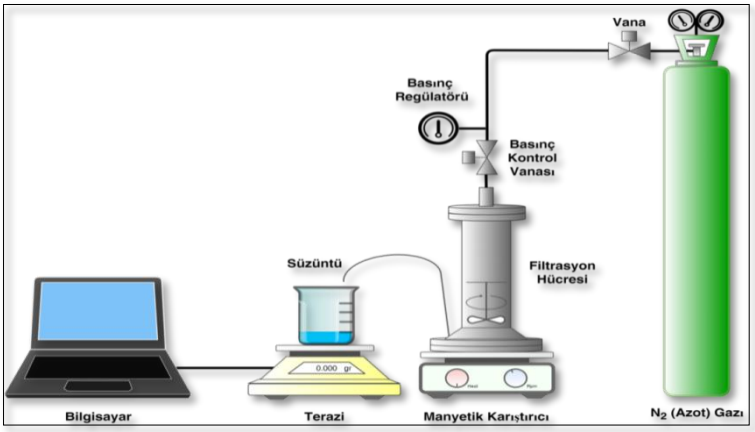
Tablo 2. Deneylerde Kullanılan Membranların Özellikleri

Membran Türü	Üretici Firma	Materyal	MWCO (Da)	pH	$MgSO_4$ (%)	Na_2SO_4 (%)	NaCl (%)	Temiz Su Akısı (L/m^2 sa bar) (25 C^0)	Maksimum Basınç (bar)	Maksimum Sıcaklık (ºC)
NP030	Microdyn ®Nadir	PES	400	0-14	-	80-95	30	>40	40	95
DESAL-5 DK	GE-Osmonics	TFC	150-300	2-11	98	-	98	6,1	41	50
ESNA-1-LF	Hydranautics (Nitto Denko)	PA_{MPD} TFC	250	3-10	89	-	86	4,38	41,6	45

PES: Polietersülfon; TFC: İnce film kompozit; PA_{MPD}: meta-fenilen daimin (MPD)-bazlı poliamid

2.3 Membran Filtrasyon Sistemi

Çalışmada kullanılan tezgahüstü "Sterlitech HP4750" membran filtrasyon sistemi Şekil 1'de verilmiştir. Paslanmaz çelikten imal edilmiş karıştırma hücreli sistem 19,6 cm^2 etkili membran alanına ve 300 ml'lik besleme hacmine sahiptir. Membran geçiş basıncı modüle doğrudan bağlı azot gazı ile temin edilmiştir. Elde edilen süzüntü hassas terazi üzerinde toplanarak, ağırlık verileri RsKey Ver.1.34 (A&D Comp.Ltd., Japan) programı aracılığıyla bilgisayara aktarılmış ve akı hesabı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Nanofiltrasyon Deney Düzeneği

2.4 Deneysel Tasarım Yöntemi

Deneylerin planlamasında "Taguchi Deneysel Tasarım Yöntemi" uygulanmış; deneysel sonuçların analizi, cevap yüzeyi yöntemi (response surface methodology) üzerinden "Design Expert 10.0.4" yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Proses performans değerlendirmeleri KOİ, toplam çözünmüş katı (TÇK), elektriksel iletkenlik, renk, UV_{254nm}, bulanıklık, sülfür ve akı parametreleri üzerinden yapılmıştır. NF prosesinin deneysel tasarımında dikkate alınmış giriş değişkenleri ve seviyelerine ilişkin bilgiler Tablo 3'de belirtilmiştir. Seçilmiş 4 farklı değişken ve seviyelerine ilişkin deneysel tasarımda Taguchi L9 (3^4) ortogonal dizilim kullanılmıştır.

Tablo 3. Taguchi Deney Tasarımı Değişkenler ve Seviyeleri

Değişkenler (Faktörler)	Sembol	Seviye		
		1	2	3
Membran türü	A	NP030	ESNA-1-LF	DESAL-5-DK
Trans membran basıncı TMP (bar)	B	10	12,5	15
VRF	C	1,5	2	3
pH	D	6,12	7,63-7,71(orj.)	10

3.DENEYSEL BULGULAR

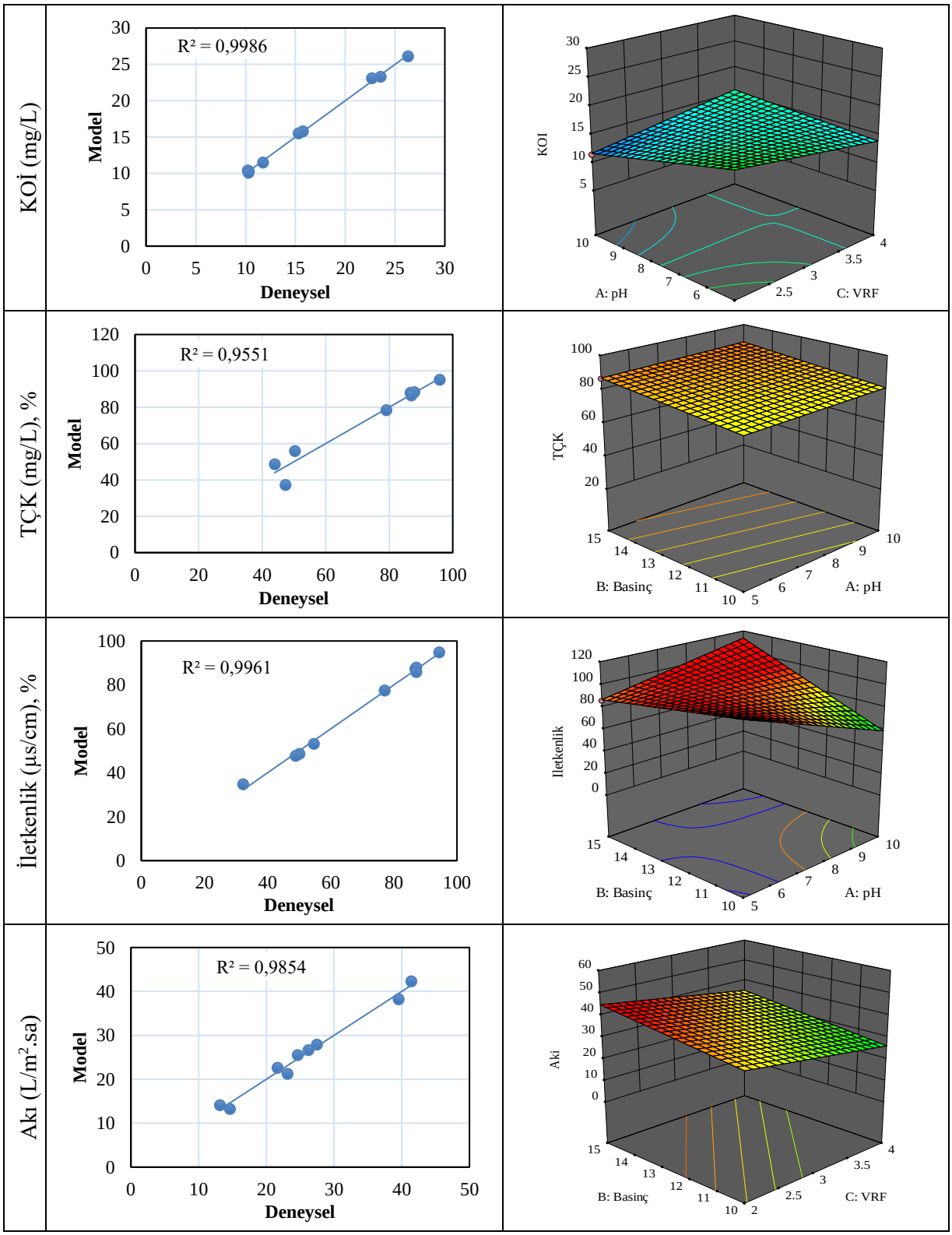
L9 (3^4) orthogonal dizin tasarımına karşılık gelen proses değişkenleri, seviyeleri ve tasarıma ilişkin yürütülen deneylerin cevap değişkenleri (performans parametreleri) sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. L9 (3^4) Orthogonal Dizin Tasarımına Karşılık Gelen Proses Değişkenleri ve Seviyeleri

No	A:Membran Türü	B:Basınç (bar)	C:VRF	D:pH	KOİ %verim	TÇK %verim	İLETKENLİK %verim	RENK %verim	UV_{254nm} %verim	BULANIKLIK %verim
1	ESNA-1-LF	10	3	10	88,35	87,99	48,61	69,11	94,67	99,54
2	NP030	15	4	10	91,62	55,86	53,24	99,48	83,33	99,81
3	DESAL-5-DK	12,5	2	10	94,80	87,93	87,40	100,00	100,00	99,91
4	NP030	12,5	3	7,7	97,12	37,17	34,87	99,75	90,32	99,95
5	ESNA-1-LF	15	2	7,7	97,42	95,09	94,85	99,72	95,45	99,83
6	ESNA-1-LF	12,5	4	5	96,89	88,25	87,99	99,89	100,00	99,94
7	DESAL-5-DK	15	3	5	96,95	86,48	85,89	100,00	99,92	99,99
8	DESAL-5-DK	10	4	7,7	97,19	78,32	77,52	99,95	98,73	99,96
9	NP030	10	2	5	92,47	48,58	47,72	100,00	85,11	99,97

Tablo 4'e bakıldığında NF prosesi ile yüksek organik (KOİ) ve inorganik (TÇK) giderim performansının yanında % 100'e varan renk, bulanıklık ve UV_{254nm} giderim performansı elde edilmiştir. Oldukça yüksek giderim değerlerinden dolayı bu üç parametre NF prosesinin optimizasyon sürecinde hesaba katılmamıştır.

NF prosesinde giriş değişkenlerinin (pH, basınç, VRF ve membran türü) proses performans parametreleri (KOİ, TÇK, İletkenlik ve Akı) üzerindeki etkileşimleri ve ANOVA analizi sonucu elde edilen model verileri ile deneysel verilerin uyumunu gösteren korelasyon eğrileri her bir parametre için Şekil 2'de verilmiştir. Etkileşim grafiklerinin X_1 ve X_2 eksenleri ilgili sonuç parametresi üzerinde ANOVA analizi sonucunda anlamlı etkisi olduğu belirlenen giriş değişkenlerini göstermektedir. Membran türü kategorik değişken olduğu için tüm grafikler en iyi performansın elde edildiği DESAL5-DK membranı sonuçlarını ifade etmektedir.



Şekil 2. Kömür yıkama atıksularının NF prosesi ile geri kazanımında sonuç parametrelerinin giriş değişkenlerine bağlı olarak değişimleri.

Şekil 2'den görüldüğü üzere tüm performans parametrelerinin (R^2 > %95) model değerleri ile yüksek korelasyon sağladığı belirlenmiştir. Organik madde giderim performansı için KOİ parametresi değerlendirildiğinde basınç, VRF ve membran türü etkileri altında yaklaşık % 88-97 arasında değişen yüksek giderim performansı elde edilmiştir. KOİ parametresinin cevap yüzeyi yöntemiyle değerlendirilmesinde giderim performansında yüksek değerlerden dolayı model ile uyumlu sonuçların

elde eildiği çıkış suyu (süzüntü) değerleri kullanılmıştır. İnorganik giderim performans değerlendirilmesi için TÇK ve İletkenlik performans parametreleri değerlendirildiğinde basınç, pH ve membran türü giriş değişkenleri etkisi altında sırasıyla %37,17-95,09 ve %34,87-94,85 arasında değişen giderim performansları elde edilmiştir. Membran proseslerin işletilmesinde önemli performans parametrelerinden biri olan akı parametresi için basınç, VRF ve membran türü etkileri altında 13,7-42,3 L/m^2.sa değerleri arasında değişen akı değerleri elde edilmiştir.

3.1 ANOVA Analizi

Kömür yıkama atıksularının NF prosesi ile geri kazanımında proses giriş değişkenlerinin performans parametreleri üzerindeki etkileri ANOVA analizi ile belirlenmiştir. Buna göre giriş değişkenlerinin KOİ, TÇK, İletkenlik ve Akı parametreleri üzerine etkileri sırasıyla Tablo 5, 6, 7 ve 8'de verilmiştir.

Tablo 5. KOİ Parametresi için ANOVA analizi

KOİ	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri Prob>F	Etki
Model	324,36	6	54,06	239,44	0,0042	Önemli
A-pH	7,69	1	7,69	34,08	0,0281	Önemli
B-Basınç	0,37	1	0,37	1,65	0,3280	-
C-VRF	0,13	1	0,13	0,57	0,5285	-
D-Membran Türü	110,95	2	55,48	245,71	0,0041	Önemli
AC	8,03	1	8,03	35,55	0,0270	Önemli
Artık	0,45	2	0,23			-
Toplam	324,82	8				-

Tablo 5'de verilen KOİ parametresi ANOVA analiz sonuçlarında göre 0,05'den küçük p değerine sahip olan pH ve membran türü proses değişkenlerinin ayrı ayrı, pH ve VRF değişkenlerinin birlikte olmak üzere KOİ giderim performansı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.

Tablo 6. TÇK Parametresi için ANOVA analizi

TÇK	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri Prob>F	Etki
Model	3383,83	5	676,77	12,76	0,0310	Önemli
A-pH	5,71	1	5,71	0,11	0,7644	-
B-Basınç	84,71	1	84,71	1,60	0,2956	-
C-VRF	13,98	1	13,98	0,26	0,6431	-
D-Membran Türü	3279,43	2	1639,72	30,91	0,0100	Önemli
Artık	159,16	3	53,05			-
Toplam	3542,99	8				-

TÇK giderim performansında yalnız membran türü proses değişkeninin anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. İletkenlik parametresi için ise pH, basınç ve membran türü proses değişkenlerinin ayrı ayrı, pH ve basınç değişkenlerinin birlikte olmak üzere iletkenlik giderim performansı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.

Tablo 7. İletkenlik Parametresi için Anova Analizi

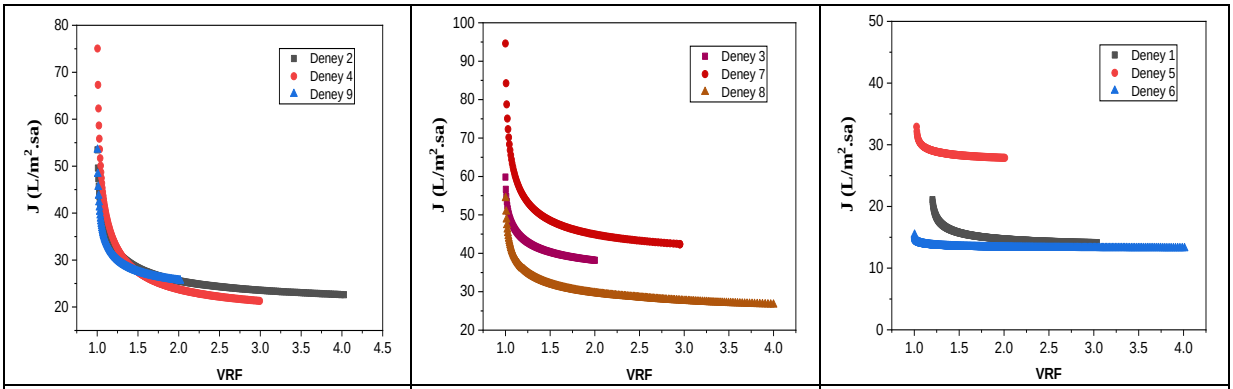
İletkenlik	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri Prob>F	Etki
Model	3990,49	6	665,08	85,64	0,0116	Önemli
A-pH	168,47	1	168,47	21,69	0,0431	Önemli
B-Basınç	602,30	1	602,30	77,56	0,0126	Önemli
C-VRF	1,35	1	1,35	0,17	0,7171	-
D-Membran Türü	2894,79	2	1447,40	186,38	0,0053	Önemli
AB	671,93	1	671,93	86,53	0,0114	Önemli
Artık	15,53	2	7,77			-
Toplam	4006,02	8				-

Tablo 8'de verilen akı parametresi ANOVA analizi sonuçları incelendiğinde basınç, VRF ve membran türü proses değişkenlerinin akı performansı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.

Tablo 8. Akı Parametresi için Anova Analizi

Akı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri Prob>F	Etki
Model	745,54	6	124,26	22,54	0,0431	Önemli
A-pH	6,81	1	6,81	1,23	0,3822	-
B-Basınç	117,33	1	117,33	21,28	0,0439	Önemli
C-VRF	139,94	1	139,94	25,39	0,0372	Önemli
D-Membran Türü	442,93	2	221,46	40,18	0,0243	Önemli
AB	0,091	1	0,091	0,016	0,9098	-
Artık	11,02	2	5,51			-
Toplam	756,57	8				-

Seçilen membran türlerine ait akı grafikleri Şekil 3'de gösterilmiştir. NP030 membranına kıyasla daha düşük moleküler ağırlık kesme sınırı (150-300 Dalton) değerine sahip olmasına rağmen DESAL-5-DK membranı ile 26,63-42,7 L/m^2.sa arasında değişen yüksek akı performansı elde edilmiştir.



NP030	DESAL-5-DK	ESNA

Şekil 3. Membranların Akı Grafikleri

Deneysel sonuçların cevap yüzeyi yöntemi ile analizi sonucu belirlenen optimum proses işletme şartları membran türü; DESAL-5-DK, Basınç; 14,99, pH; 9,99 VRF; 2 olarak belirlenmiştir. Bu şartlarda gerçekleştirilen doğrulama deneyinde modelin tahmin değerleri ile uyumlu doğrulama sonuçları elde edilmiştir. Doğrulama deneyi sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Tahmin ve Doğrulama Deneyi Sonuçları

Parametre	Tahmin	Doğrulama Deneyi
KOİ (mg/L)	11,496	12,7 (% 95)
TÇK (%)	90,47	91,33
İletkenlik (%)	91,52	90,82
Akı ($L/m^2.sa$)	43,74	41,78

4. SONUÇ

Bu çalışmada, ithal kömür depolama tesislerinde kömürlerin yıkanması ve yağmur sularının kömür yığınlarından sızması sonucunda oluşan atıksuların NF Prosesi ile arıtılarak geri kazanılabilirliği laboratuvar şartlarında incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, DESAL-5-DK NF membranı kullanılarak 41.78 L/m2.sa süzüntü akısında yüksek organik madde giderimi (%95 KOİ giderimi) sağlanmış olup %95'in üzerinde sülfür ve %91 seviyesinde TÇK giderimi ile yüksek inorganik madde giderimi elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen süzüntü suyunda %100'e yakın renk ve bulanıklık giderimi de sağlanmıştır. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen sonuçlardan, benzer atıksu üreten endüstrilerde yüksek kalitede su geri kazanımı için NF prosesinin etkin olarak kullanılabilecek bir alternatif olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

APHA, AWWA, (2005) "Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters", 21th ed., American Public Health Association Publication, Washington, USA.

Dang, H. T. T., Tran, H. D., Tran, S. H., Sasakawa M., Narbaitz R. M. (2018), Treatment and reuse of coalmine wastewater in Vietnam: application of microfiltration, *Water Quality Research Journal*, inpress,1-10.

Jin, X., Li, E., Lu, S., Qiu, Z. & Sui, Q. (2013), Coking wastewater treatment for industrial reuse purpose: combining biological processes with ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis, *Journal of Environmental Sciences* 25 (8), 1565–1574.

Li K., Maa W., Hana H., Xua C., Hanb Y., Wanga D., Maa W., Zhua H. (2018) Selective recovery of salt from coal gasification brine by nanofiltration membranes, *Journal of Environmental Management* 223, 306–313.

Luo W., Phan H.V., Xie M., Hai F.I., Price W.E., Elimelech M., Nghiem L.D. 2017. "Osmotic versus conventional membrane bioreactors integrated with reverse osmosis for water reuse: Biological stability, membrane fouling, and contaminant removal", Water Research, 109, 122-134.

Sierra, C., Saiz, J. R. A. & Gallego, J. L. R. (2013), Nanofiltration of acid mine drainage in an abandoned mercury mining area, *Water Air and Soil Pollution* 224 (10), 1734.

MÜŞTERİYE YÖNELİK ÜRÜN ÖNERİSİNDE İŞBİRLİKÇİ YÖNTEMLERİN KULLANILMASI

Sungu Murat Gedikoğlu
İstanbul Okan Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Sistemleri Programı
sugedikoglu@stu.okan.edu.tr Orcid Id:0000-0002-3520-7728

Feridun Özçakır
İstanbul Okan Üniversitesi / Uygulamalı Bilimler Fakültesi / Bilişim Sistemleri ve Teknolojileri Bölümü
feridun.ozcakir@okan.edu.tr

Özet
Perakende sektörü, teknolojinin gelişimi ile birlikte farklılaşmaktadır, bu durum ilk olarak mağaza donanımlarında kendisini göstermiştir. Mağazalar teknolojik altyapı yatırımları ile müşteriye alışveriş kolaylığı sağlanmakta, müşteriler de değişen ve gelişen bu teknolojilerden yararlanarak güncel veriye hızlıca ulaşmaktadır. Müşteriler ilgilendikleri ürünleri internet üzerinden araştırmakta ve ürün ile ilgili derecelendirmeler yaparak beğeni verisi oluşturmaktadır. Dijital ortamlarda oluşan bu veriler, perakende sektöründeki dijital dönüşümünün anahtar noktası haline gelmiştir. Sektördeki markalar rekabet gücünü arttırmak amacı ile müşterilerini tanımak ve müşteri sadakatini arttırmak durumundadır. Bu amaca ulaşmak için firmalar öneri oluşturma yöntemlerinden yararlanarak, müşterilerinin ilgi alanlarını anlamaya ve ürün öneriminde bulunmaya çalışmaktadır. Bu çalışmada öneri sistemlerinden işbirlikçi filtreleme yöntemleriyle (collaborative filtering) ilgili alanyazın (literatür) taraması gerçekleştirilmiş, öneri sistemleri, öneri sistemlerinde kullanılan yöntemler, işbirlikçi filtreleme yöntemi, kullanıcı tabanlı filtreleme (user-based collaborative filtering), öğe tabanlı filtreleme (item-based collaborative filtering), yapay sinir ağları ve matris ayrıştırma yöntemlerine yer verilmektedir. Çalışma kapsamında işbirlikçi filtreleme yöntemlerinin bellek tabanlı ve model tabanlı yöntemleri, kullanıcı ve öğe bazlı benzerlik, tekil değer ayrıştırma (SVD - singular value decomposition) ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanılarak kurulan modelin yapısına değinilmektedir. Perakende sektöründe zincir ayakkabı mağazalarına sahip bir firmanın verileri kullanılarak kurulan model ile elde edilen sonuçlara yer verilmektedir. Bu doğrultuda işbirlikçi filtreleme yöntemleri ile perakende mağazacılık sektöründeki müşteri satınalma verileri kullanılarak ürün önerisinde bulunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İşbirlikçi filtreleme, benzerlik hesaplamaları, kullanıcı tabanlı yöntemler, öğe tabanlı yöntemler

USING COLLABORATIVE FILTERING METHODS FOR PRODUCTS RECOMMENDATION INTENDED FOR TO CUSTOMERS

Abstract
Retail industry has begun to differentiate with technological development, This difference initially manifested itself as shop hardware. The stores are provided with ease of shopping with technological infrastructure investments, customers are also able to access current data quickly by making use of these changing and developing technologies. Customers research the products they are interested in over the internet and generate ratings about products for making taste data. This data, created in digital media, has become the key point of digital transformation in the retail industry. Brands in the sector have to get to know their customers and increase customer loyalty in order to increase their competitiveness. In order to achieve this goal, companies try to understand the interests of their customers and recommend products by using suggestion methods. In this study, related literatüre scanning was carried out with collaborative filtering methods from suggestion systems, recommendation systems, methods used in recommendation systems, collaborative filtering method, user-based collaborative filtering, item-based collaborative filtering, artificial neural networks and matrix separation methods are included. Within the scope of the study, the structure of the model established by using memory-based and model-based methods of collaborative filtering methods, user

and item-based similarity, singular value decomposition and artificial neural networks have been referred. In the retail sector, the results obtained with the model established using the data of a company with chain shoe stores are included. Accordingly, product suggestions are made using collaborative filtering methods and customer purchasing data in the retail store sector.

Keywords: Collaborative filtering, similarity calculations, user-based methods, item-based methods

1. GİRİŞ

İnternet kullanımının her geçen gün katlanarak artması, e-ticaretin hızla büyümesini sağlamaktadır. Tüm firmalar dijital satış kanalları vasıtasıyla satış gelirlerini arttırmayı amaçlamaktadır. Değişen bu koşullar firmalar arasındaki rekabeti arttırmaktadır. Rekabet ile baş edebilmek için gerek geleneksel mağazacılık gerekse internet mağazacılığı olsun müşteriyi daha iyi tanımak gerekmektedir. Perakende sektöründe dijital dönüşüm, bu gelişmelerin sonucudur. Perakende sektöründe dijital dönüşüm ile rekabet ortamında üstünlük sağlamak isteyen firmalar müşterilerini elinde tutmak için onları daha fazla tanımaya çalışmaktadırlar. Müşteriler satın alma işlemini gerçekleştirmeden önce almak istedikleri ürünlerle ilgili araştırma yapmakta ve ürünü istediği yerden almaktadır. Bu durumda müşterilerini elinde tutmak ve müşteri sadakati sağlamak isteyen firmalar, analiz için müşterilerinin satın alma davranışlarına ait verileri toplamaktadırlar. Müşterilerin ürün seçiminden, satın almaya kadar olan deneyimleri hakkında toplanan veriler ile kişisel öneriler yapılması perakende sektöründeki dijital dönüşüm çalışmalarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Öneri sistemleri ile müşteriye beğenebileceği ürünlerin sunulması, müşteri sadakatinin yaratılması, müşteri ile ilişkilerin arttırılması birlikte satışların arttırılması amaçlanmaktadır. Öneri sistemlerinin ana amacı müşterilerin gerek mağaza içi gerekse dijital kanallardaki alışveriş deneyimlerinden çıkarımlar yaparak müşteriye uygun ürünlerin sunulmasını sağlamaktır.

Öneri sistemleriyle ilgili İşbirlikçi Filtreleme (Collaborative Filtering) yöntemleri ve İçerik Tabanlı (Content-Based) yöntemler başta olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. Bulut ve Milli (2016) tarafından öneri sistemlerinin doğruluk değerlerinin arttırılması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın ilk yönteminde kullanıcı oylarının negatif ve pozitif standart sapma değeri üzerinden yakınlık hesaplayarak doğruluğu arttırılması çalışılmıştır. Çalışılan diğer yöntemde ise Pearson korelasyon ve kosinüs benzerliği kullanılmıştır.

2015 yılında Taşçı tarafından haber öneri sisteminde doğruluk oranını arttırmak için bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada içerik tabanlı filtreleme yöntemini kullanmış, haberin okuma zamanına göre kelime ağırlığını arttırmış ya da zayıflatmıştır. Wang ve Kong (2007) öğelerin kategorik bilgilerini kullanan bir sistem tasarlamıştır. Kullanıcı benzerliği, kullanıcı değerlendirme geçmişlerinin benzerliği, kullanıcının demografik verilerinin benzerliği ve öğelerin anlamsal uyumuna dayalı olarak kullanıcıların ilgi bakımından benzerliği kullanılmıştır. Ziegler ve arkadaşları (2005) tarafından e-ticaret ile ilgili bir sistem tasarlanmış, bu sistemde kullanıcı profillerinin tanımlandığı bir ürün sınıflandırmasına dayalı işbirlikçi filtreleme öneri yapısını kullanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

İşbirlikçi filtreleme öneri yöntemleri kapsamında Bellek Tabanlı yöntemler Kullanıcı Tabanlı Filtreleme (User-based Collaborative Filtering) yöntemi, Öğe Tabanlı Filtreleme (Item-based Collaborative Filtering) yöntemi olmak üzere ikiye ayrılır. Bu çalışmada kullanıcı tabanlı filtreleme yöntemi, öğe tabanlı filtreleme yöntemi ile model tabanlı yapılardan Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network), Tekil Değer Ayrıştırma (SVD-Singular Value Decomposition) yöntemi kullanılarak ürün önerisi yapılmaktadır.

2.1. Öneri Sistemleri

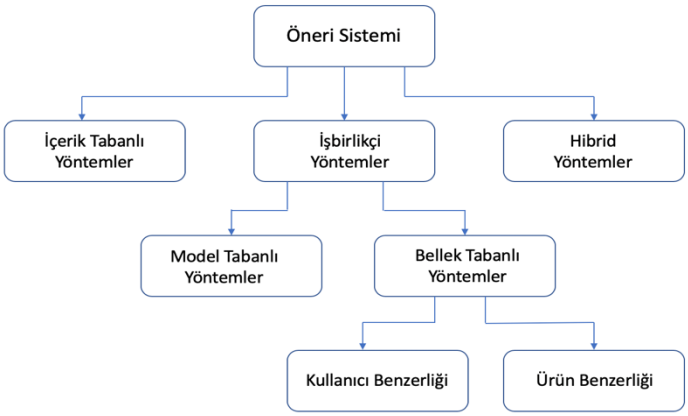
Öneri sistemleri kullanıcılar ve öğeler arasındaki etkileşimi baz alarak, kullanıcıya ürün önerimi sunan yöntemlerdir. Kullanıcıların alışveriş yaparken ürünler üzerine bıraktıkları yorumlar, beğeniler, ürün derecelendirmeleri veya satın alınan ürünler, müşteri olarak yaşanan deneyimin izlerini

oluşturmaktadır (Bobadilla, vd., 2013). Öneri sistemleri bu izlerden yola çıkarak müşterilerin almadıkları ürünler hakkında beğeni derecelerini tahmin etmeye çalışmaktadır (Melville, vd. 2010). Burke (2002)'ye göre öneri sistemleri, müşteri deneyimlerinden yararlanarak öneri oluşturabilmek için çeşitli yöntemlerden yararlanmaktadır. En çok kullanılan yöntemler işbirlikçi filtreleme yöntemler ve içerik tabanlı yöntemlerdir.

2.2. Öneri Sistemlerinde Kullanılan Yöntemler

Öneri sistemlerinde kullanılan yöntemleri üç gruba ayrılmaktadır (Aggarwal, 2016).

- İşbirlikçi filtreleme yöntemleri (Collaborative Filtering)
- İçerik tabanlı yöntemler (Content-Based)
- Hibrit (Karma) yöntemler (Hybrid Approaches)



Şekil 1. Öneri Sistemlerinde Kullanılan Yöntemler

Öneri sistemleri veri olarak müşterinin ürünler için yaptığı derecelendirmeleri kullanmaktadır. Ürün derecelendirmesi kullanıcının ürünler hakkındaki beğeni, beğenmeme etkileşimini gösteren sayısal değerdir. Derecelendirme verilerinden yola çıkarak oluşturulan modeller işbirlikçi yöntemlerdir. Derecelendirmeler açık ve kapalı derecelendirmeler olarak ayrılmaktadır. Müşterinin bir form üzerinden ürün hakkındaki beğenisini ifade ettiği bildirimler açık (explicit) bildirimlerdir. Müşterinin satın alma eyleminden oluşan, açık olarak beğenisini göstermediği bildirimler örtük (implicit) bildirimler olarak ele alınmaktadır. Ürünlerin özellikleri, ürünler için yapılan yorumlardan yola çıkarak yapılan öneri modelleri içerik tabanlı modellerdir. Hibrit yöntemlerde ise işbirlikçi ve içerik tabanlı yöntemlerin bir arada kullanılmaktadır. (Aggarwal, 2016).

2.3. İşbirlikçi Filtreleme Yöntemi

Aggarwal (2016)'e göre işbirlikçi filtreleme yöntemleri kullanıcı ve öğe arasındaki etkileşimden yararlanarak benzer kullanıcıları veya benzer ürünleri bularak öneri üreten modellerdir. Bu yöntemler kullanıcı derecelendirmelerinden yararlanmaktadır. Bir ürün için kullanıcı tarafından ifade edilen tercih, derecelendirme olarak adlandırılır ve sıklıkla kullanıcı-öğe derecelendirme matrisi şeklinde gösterilmektedir.

	Ürün A	Ürün B	Ürün C	Ürün D
Kullanıcı 1	4	?	3	5
Kullanıcı 2	?	5	4	?
Kullanıcı 3	5	4	2	?

Şekil 2. Kullanıcı-Öğe Derecelendirme Matrisi

Genel olarak öneri sistemlerinde iki sonuç noktası bulunmaktadır. Birincisi tahmin, diğeri öneridir. Kullanıcının bir öğe için yapacağı derecelendirmenin tahmin edilmesi ve tahmini derecelendirmeye göre en uygun ürünlerin seçilerek öneri oluşturulmasıdır. (Ekstrand, vd. 2010)

2.4. Kullanıcı Tabanlı Filtreleme Yöntemi

Ekstrand ve arkadaşlarına (2010) göre kullanıcı tabanlı filtreleme yönteminde aktif kullanıcının geçmişteki derecelendirmelerinden yararlanarak, aktif kullanıcıya benzer olan diğer kullanıcılar bulunmaktadır. Aktif kullanıcının derecelendirmediği öğelerin olası değer tahmini için diğer kullanıcıların aynı öğelere verdiği derecelendirmeler kullanılmaktadır. Kullanıcılar arasındaki benzerliği hesaplamak için, kullanıcıların öğeler için verdiği derecelendirmelerden vektör oluşturulmaktadır. Sonrasında benzerlik fonksiyonları kullanılarak aktif kullanıcı ile diğer kullanıcılar arasındaki benzerlik hesaplanmaktadır. Benzerlik hesaplamasında en çok kullanılan fonksiyonlar şunlardır.

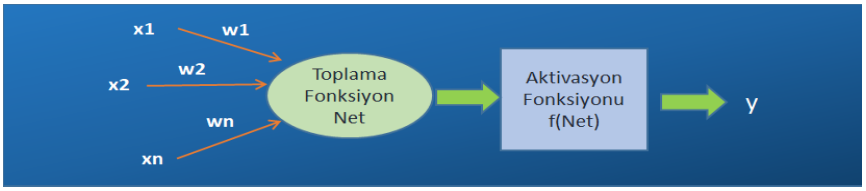
- Öklid mesafesi
- Pearson benzerliği
- Kosinüs benzerliği
- Jaccard benzerliği

2.5. Öğe Tabanlı Filtreleme Yöntemler

Banik (2018)'in çalışmasına göre öğe tabanlı yöntemler, öğelerin derecelendirmeleri arasındaki benzerlikten yararlanmaktadır. Eğer iki öğe aynı kullanıcı tarafından yakın derecelendirilmişse, bu iki öğe benzer olarak düşünülmektedir. Kullanıcılar benzer öğeler için benzer tercihler yapmaktadır. Öğe tabanlı filtreleme yönteminde, kullanıcıların daha önce beğendikleri ürünlere benzeyen ürünleri beğenecekleri varsayılmaktadır.

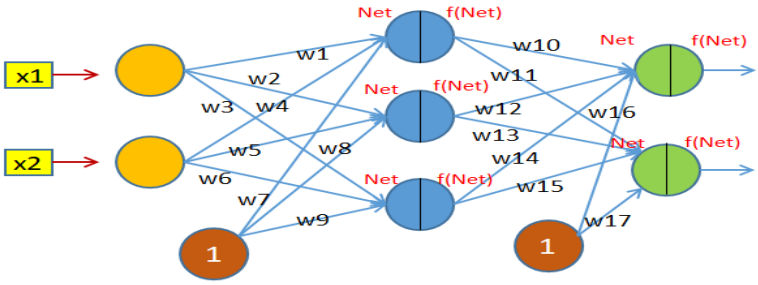
2.6. Yapay Sinir Ağları

Yapay zeka sistemlerinin bir alt dalı olan yapay sinir ağları temel olarak biyolojik sinir sisteminden esinlenerek, biyolojik öğrenme matematiksel olarak modellenmeye çalışılmıştır (Öztemel, 2016).
Beş temel bölümden oluşur; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve hücrenin çıktısıdır. Girdiler ağın eğitilmesi için ağa dışarıdan sağlanan verilerdir. Ağırlıklar hücreye gelen verinin etkisini, önemini göstermektedir. Toplama fonksiyonu hücreye gelen net girdiyi hesaplamak için kullanılmaktadır. Aktivasyon fonksiyonu oluşan net girdiyi işleyerek hücrenin çıktısını hesaplamaktadır. Hücrenin çıktısı ise aktivasyon fonksiyonu sonucunda oluşan değerdir.



Şekil 3. Temel Yapay Sinir Ağı Modeli

Yapay sinir ağları katman sayısına göre iki gruba ayrılmaktadır. Tek katmanlı yapay sinir ağları ve çok katmanlı yapay sinir ağları. Tek katmanlı yapay sinir ağları doğrusal problemlerin çözümünde başarılı şekilde kullanılmaktadır. Ancak doğrusal olmayan problemler de çözümsüz kalmaktadır. Çok katmanlı ağlar doğrusal olmayan problemlere çözüm için geliştirilmiştir. Bu konudaki en bilindik problem XOR problemidir . (Elmas, 2018)



Şekil 4. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı Yapısı

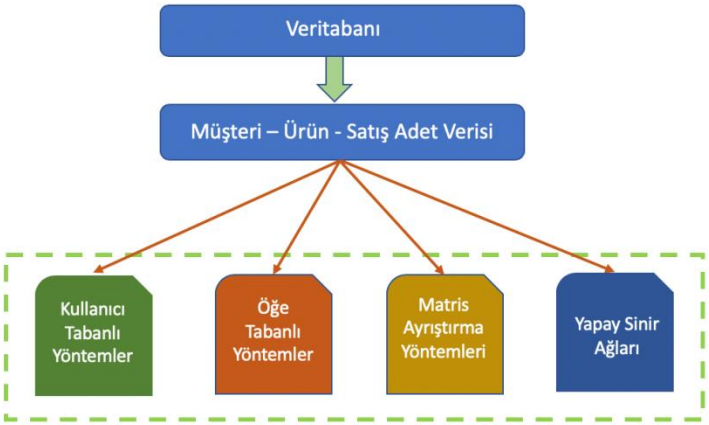
Yapay sinir ağları, değişkenler arasındaki ilişkilerin, bir eğitim verisi ile öğrenilmesi ve benzer durumlar için benzer sonuçları üretmesi beklenen bir yapay zeka teknolojisidir (Bigus, 1996)

2.7. Matris Ayrıştırma Yöntemi

Aggarwal (2016)'a göre kullanıcı-öğe arasındaki etkileşimi gösteren matrisin boyu büyüdükçe, verinin temizlenmeden kullanılması süreçlerin zamanını artırmaktadır. İşbirlikçi filtreleme yöntemler kullanıcı-öğe etkileşim matrisini kullanmaktadır. Matris ayrıştırması ile kullanıcı-öğe matrisi, kullanıcı ve öğe matrisi olarak iki ayrı matris bileşenlerine ayrıştırılmaktadır. Bokde ve arkadaşlarına (2015) göre tekil değer ayrıştırması matris ayrıştırma tekniklerinden birisidir. Matristeki kullanıcıların tüm öğeleri derecelendirmiş olması pek olası olmamaktadır. Bu sebeple matriste derecelendirilmemiş boş alanlar bulunmaktadır. Boyut azaltılması (dimension reduction) ile veri kaybı en aza indirilmeye çalışılarak, kullanıcı-öğe matrisinin daha küçük boyutlara indirgenmesi ve matrisin daha verimli kullanılması sağlanmaktadır.

2.8. Geliştirilen Model

Bu çalışma sırasında perakende sektöründe zincir ayakkabı mağazalarına sahip bir markanın müşterilerinin satın alma verileri kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan veriler üzerinde kullanıcı bazlı işbirlikçi filtreleme yöntemi, öğe bazlı işbirlikçi yöntemi uygulanmaktadır. Uygulama sırasında kullanıcı benzerliği ve öğe benzerliğini hesaplarken, Pearson korelasyon katsayısı ve kosinüs benzerlik fonksiyonları kullanılmaktadır. Model tabanlı yöntemlerden tekil değer ayrıştırma yöntemi ve yapay sinir ağları kullanılmaktadır. Markanın, müşterilerine ait verileri veritabanından sorgulanmaktadır. Müşteri, ürün ve satın alma adetlerine ait veri seti, kullanıcı tabanlı öneri modeli, öğe tabanlı öneri modeli, matris ayrıştırma modeli ve yapay sinir ağı modelinde kullanılmaktadır.



Şekil 5. Modelin Yapısı

Bu yöntemlerinin uygulanması için yapay zeka uygulamalarında kullanılan Python programlama dili ve Keras, Scikit.Surprise, Pandas, Numpy kütüphaneleri kullanılmıştır. Tüm kullanılan yöntemler sonucunda oluşturulan öneriler üzerinde çalışma yapılan veri setindeki müşterilerin aldıkları ürünler ile karşılaştırılmaktadır.

3. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında geliştirilen modele göre müşterilerinin satın alma geçmişleri ve kullanılan yöntemlerin önerdiği ürünler, model de kullanılan yöntemlerin ürettiği tahmin dereceleri, satın alınan ürünler ile önerilen ürünlerin kategorik özellikleri karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma sonucunda oluşturulan önerilerin birbirine çok yakın olmasına karşılık matris ayrıştırma yöntemi ile tahminlenen derecelerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Kategorik olarak yapılan karşılaştırmada, matris ayrıştırma yöntemi ile aktif müşterinin satın aldığı ürünlere ait özelliklerin öneri olarak oluşturulan ürünlerin özellikleri ile daha fazla uyuştuğu görülmektedir.

4. TARTIŞMA

İşbirlikçi filtreleme yöntemleri kullanıcı-öğe etkileşimini gösteren, kullanıcı-öğe matrisini kullanmaktadır. Müşterilerin, markanın tüm ürünlerini almaları mümkün olmadığı için kullanılan etkileşim matrisi seyrek verilerden oluşmaktadır. İşbirlikçi filtreleme yöntemleri bellek tabanlı yöntemler olduğu için tüm matrisin belleğe yüklenmesi ve üzerinde çalışılması performans sorunları

oluşturmaktadır. Matris ayrıştırma yöntemleri kullanılarak, mevcut matrisin boyutunun küçültülmesi ve daha küçük boyutlu matris üzerinden benzerlik hesaplanması daha doğru sonuçlar üretmektedir. Yapay sinir ağları ile yapılan çalışmalarda sayısal değerler kullanılmaktadır. Kategorik verilerin sayısal verilere dönüştürülmesinde gömme (embedding) katmanı yöntemi kullanılan yöntemlerdendir (Mishra, 2019). Gömme katmanı, yapay sinir ağlarında kategorik veriler arasındaki ilişkileri her makine öğrenimi sırasında öğrenmesi ile birbirine yakın öğelerin tahminlenmesini sağlamaktadır. Oluşturulan kişisel ürün öneri yapısı, perakende sektöründeki dijital dönüşümün anahtar noktasını oluşturması açısından önem taşımaktadır. Microsoft (2020) ile bir çalışma grubunun birlikte yaptığı perakende sektörü araştırmalarında da müşterilerin mağaza içinde yaşadıkları deneyimin, markalar tarafından veri olarak kullanılması ve müşterinin kendisine kişiselleştirilmiş öneri olarak dönmesinin önemi ortaya koyulmaktadır.

KAYNAKLAR

ADOMAVICIUS, G., TUZHILIN, A., (2005), *Toward The Next Generation of Recommender Systems*: *A Survey of The State-of-The-Art and Possible Extensions*, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering

AGGARWAL, C. C. (2016), *Recommender Systems*, Springer

BANIK, R. (2018). *Hands-On Recommendation Systems with Python*, Packt

BIGUS, J. P. (1996). *Data Mining with Neural*, NetworksMcGraw-Hill.

BURKE, R. (2002) *Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Springer

BOBADILLA, J., ORTEGA F., HERNANDO, A., GUTIERREZ, A. (2013*) Recommender Systems Survey, Knowledge-Based Systems*, Elsevier

BULUT, H., MİLLİ, M. (2016), *İşbirlikçi Filtreleme İçin Yeni Tahminleme Yöntemleri*, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi

ELMAS, Ç., (2018), *Yapay Zeka Uygulamaları:* Ankara Seçkin Akademik ve Mesleki Yayıncılık

KILINÇ, D., BAŞEĞMEZ, N. (2018), *Uygulamalarla Veri Bilimi Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme*, Abaküs Yayınları

KOREN, Y., BELL,R., VOLINSKY, C. (2009), *Matrix Factorizition Techniques for Recommender Systems*, Published by the IEEE Computer Society

MELVILLE, P., SINDHWAN, V. (2010) *Recommender Systems*. IBM T.J. Watson Research Centre, Yorktown Heights, NY

MICHEAL D. E., JOHN T. R., JOSEPH A. K. (2011), *Collaborative Filtering Recommender Systems*, Foundations and Trends in Human-Computer Interaction

MICROSOFT, PSFK (2020). *Perakende Trendleri Çalışma Kitabı, Veri Merkezli Akıllı Perakende Modeli Oluşturma*

MISHRA, D.,(2019), *Categorical Embedding and Transfer Learning*. *towards data science*. https://towardsdatascience.com

ÖZTEMEL, E., (2016), *Yapay Sinir Ağları,* Papatya Bilim Yayınları

SARWAR, B., KARYPIS, G., KONSTAN, J., RIELDL, J. (2001) *Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithms*, Proceedings of the 10th International Conference on World Wide Web

TAŞÇI, S., (2015), *İçerik Bazlı Medya Takip ve Haber Tavsiye Sistemi*, http://openaccess.hacettepe.edu.tr

WANG, R.Q., KONG, F.S. (2007), *Semantic-Enhanced Personalized Recommender System In Machine Learning and Cybernetics*, Conference on Machine Learning and Cybernetics

WE ARE SOCIAL. (2019). *Digital 2019 Report* : https://wearesocial.com/global-digital-report-2019

ZIEGLER, C.N., MCNEE, S. M., KONSTAN, J. A., LAUSEN, G. (2005), *Improving Recommendation Lists Through Topic Diversification*, Proceedings of the 14th International Conference on World Wide Web

İKİ BOYUTLU (2D) ANALİZ İLE BARAJ YIKILMA TAŞKININ HAVZA ÜZERİNDE İNCELENMESİ: MELEN ÇAYI ÖRNEĞİ

Gökay GÜNDÜZALP
Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İnşaat Müh. Anabilim Dalı / Yüksek Lisans Programı
gokay.gunduzalp1@ogr.sakarya.edu.tr

Mehmet SANDALCI
Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İnşaat Müh. Anabilim Dalı
sandalci@sakarya.edu.tr

Özet
Bu çalışmada Küçük Melen Çayı üzerinde bulunan Hasanlar Barajı'nın yıkılması durumunda oluşacak taşkın dalgası havza boyunca incelenmiştir. Çalışma ile barajın mansabındaki Büyük Melen Barajı'nın, Batı bölgemizin ekonomik anlamda kritik noktalarından Düzce İlinin ve Düzce Ovasının, Anadolu'yu İstanbul'a bağlayan, trafik akışının oldukça yoğun olduğu Türkiye'nin en kritik iki arteri D100 (E5) karayolu ve TEM otoyolunun bu afetten nasıl etkileneceği araştırılmıştır. Araştırmada hidrodinamik yöntemlerle taşkın dalgasını modelleyebilen HEC-RAS programı kullanılmış, CBS sistemleri ve uydu haritalarından yararlanılmış, iki boyutlu (2D) analiz ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma ile Düzce İl Merkezinde ve Düzce Ovasında su altında kalan mahalle ve köyler, tarım alanları tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak su derinliği, su hızı ve su kotu değerlerini gösteren taşkın yayılım haritaları ve belirlenen noktalara ait hidrograflar elde edilmiştir. Pürüzlülük değerinin hesaplar üzerindeki etkisi ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Baraj Yıkılması, İki Boyutlu Analiz, HEC-RAS, Melen, Hasanlar Barajı

INVESTIGATION OF DAM BREAK FLOOD IN THE BASIN BY TWO DIMENSIONAL (2D) ANALYSIS: MELEN RIVER STUDY

Abstract
In this study, the flood wave that will occur in case of the break of Hasanlar Dam on Küçük Melen Stream was investigated throughout the Melen basin. The study investigated how the Büyük Melen Dam, in economically critical point in our west; Düzce Province and Düzce Plain, connecting Anatolia to Istanbul in Turkey to be quite intense traffic at critical two arteries D100 (E5) of freeway and TEM highway will be affected by this disaster. The HEC-RAS program in which can model the flood wave using hydrodynamic methods, was used in the research, GIS systems and satellite maps were used and calculations were made with two dimensional (2D) analysis. With the study, the neighborhoods and villages submerged in Düzce Province and Düzce Plain and agricultural areas were identified. Flood propagation maps showing water depth, water velocity and water elevation values, hydrographs of determined points were obtained depending on the time. The effect of the roughness value on the calculations has been revealed.

Keywords: Dam Break, Two Dimensional Analysis, HEC-RAS, Melen, Hasanlar Dam

[1]Bu metin yüksek lisans öğrencisi Gökay GÜNDÜZALP'in Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SANDALCI danışmanlığında hazırlanmış ve "İki Boyutlu (2D) Analiz İle Baraj Yıkılma Taşkınının Havza Üzerinde İncelenmesi: Melen Çayı Örneği" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir (This paper was prepared by MSc. Student Gökay GÜNDÜZALP with the consultancy of Asst. Prof. Mehmet SANDALCI and it was produced from master thesis named "Investigation of Dam Break Flood in the Basin by Two Dimensional (2D) Analysis: Melen River Study").

1. GİRİŞ

Baraj yapıları oldukça güvenilir yapılar olsa da rezervuarlarında biriktirdikleri su nedeniyle risk oluşturmaktadır. Özellikle kritik barajlar için olası yıkılma durumlarında serbest kalan suya bağlı olarak oluşacak taşkının güncel teknolojik imkânlar dâhilinde incelenmesi gerekmektedir.

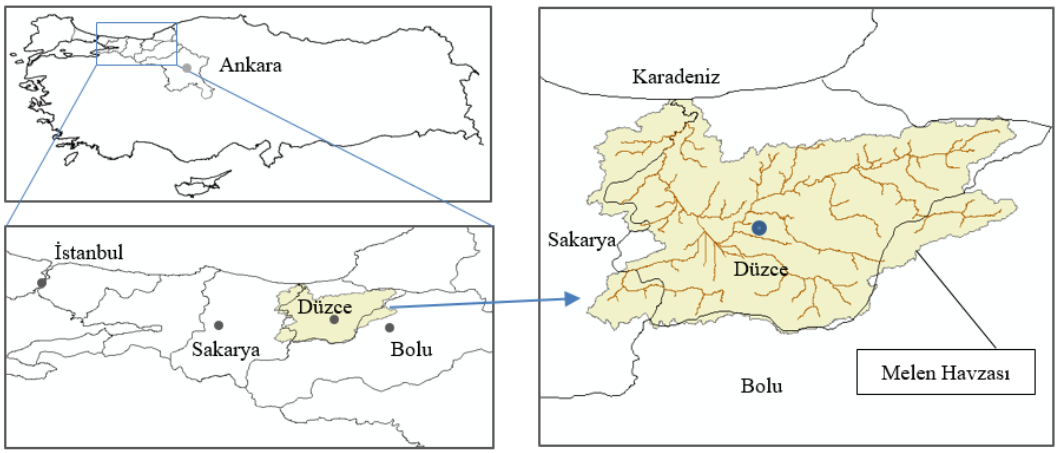
Tarihte yaşanan baraj yıkılma hadiseleri bu afetin hangi boyutlara ulaşabileceğinin bir göstergesi olmuştur. Geçmişte yıkılan barajlardan çok sayıda istatistiki veri elde edilmiştir. Barajların yaşları arttıkça göçme riskleri de artmaktadır. Yıkılma nedenleri ele alındığında ise üstten su aşması kaynaklı yıkılmalar %34 ile ilk sırada yer almaktadır. Tarihte ilk barajın yapılması ile eş zamanlı olarak baraj güvenliği kavramı oluşmuştur. Amerika'daki Teton Barajı, South Fork Barajı ve Buffalo Barajı yaşanan büyük baraj yıkılması hadiselerindendir, bu barajların yıkılması sonucunda binlerce kişi hayatını kaybederek milyonlarca dolar maddi zarar ortaya çıkmıştır (Abay vd., 2015).

Bu çalışma kapsamında Melen Çayı Havzasında yer alan Hasanlar Barajı'nın yıkılması durumunda oluşacak taşkın dalgasının havza boyunca ilerleyişi ve yayılma durumu araştırılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı Melen Havzası'dır. Havza alanı 2439 km² olup havzaya ismini veren akarsu Melen Çayı'dır. Melen Çayı ise ismini Sakarya İli Kocaali İlçesi'ne bağlı Melen Mahallesi'nden alır. Melen Çayı; Düzce İli, Yığılca İlçesinde Bolu Dağlarından doğarak Düzce Ovasına iner, Düzce İl merkezinin kuzeyinden batısına dolanır, ovayı kuzeydoğudan güneybatıya kat eder ve Efteni Gölüne ulaşır. Bu noktadan sonra Büyük Melen ismini alarak kuzey yönüne akar, mansapta Düzce – Sakarya il sınırını oluşturduktan sonra Karadeniz'e dökülür.

Melen Havzasının büyük kısmı Düzce İl sınırları içindedir. Havza sularını Melenağzı Köyü'nden Karadeniz'e deşarj eder. Melen Çayı üzerinde bulunan önemli yapay hidrolik yapılar Küçük Melen Çayı üzerinde bulunan Hasanlar Barajı ve Büyük Melen Çayı üzerinde bulunan, Büyük İstanbul İçme Suyu Projesi kapsamında inşa edilmiş ve su tutma aşamasında olan Büyük Melen Barajı'dır. Çalışma alanının Türkiye'deki yeri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma Alanının Türkiye'deki Yeri

3. YÖNTEM

Baraj yıkılma taşkınının arazideki yayılımı bir boyutlu (1D) , iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) analizler ile nümerik olarak hesaplanabilmektedir. Bu mühendislik problemi üç boyutlu (3D) denklemler ile oldukça iyi, iki boyutlu (2D) denklemler ile ise yeterli yaklaşıklıkta çözülebilmektedir. Ancak bir boyutlu (1D) analiz çözüm süresi saatler ile üç boyutlu (3D) analiz çözüm süresi ise günler ile ifade edilmekte, iki boyutlu (2D) çözüm ise üç boyutlu çözüme göre çok daha kısa sürmektedir. Kilometrelerce uzunluktaki nehirler için üç boyutlu (3D) çözüm ekonomik olmayıp gerekli de değildir. Bu nedenle ancak gerekli görülmesi halinde üç boyutlu (3D) analiz tercih edilmelidir. Ayrıca teorik kısıtlamalarına rağmen iki boyutlu (2D) sığ akım denklemlerinin dik vadi mevcudiyetlerinde bile taşkın haritalaması için oldukça uygun olduğunu bildirilmiştir (Betsholtz ve Nordlöf, 2017; İşcen vd., 2017; Palamut, 2014; Pilotti vd., 2020).

Bu çalışmada, çalışma alanının büyüklüğü ve çözülmek istenen problem dikkate alınarak hesaplamalar iki boyutlu (2D) analiz ile yapılmış, çalışmada HEC-RAS programı tercih edilmiştir.

Kuvvet ve itme arasındaki temel ilişki (F=ma) olan Newton'un ikinci kanununun kontrol hacmine uygulanması ile elde edilen, akışkanlar mekaniğinin temel denklemleri olan Navier-Stokes denklemlerinden sığ akım denklemlerine geçmek için düşey ivmenin ihmal edilerek bu denklemlerin indirgenmeleri gerekir. Bu şekilde x yönü için Saint – Venant denklemleri şu şekilde elde edilir (Kocaman, 2007);

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

$$(k_t)\left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right) + (k_c)\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{A}\right) + (k_p)\, gA\left(\frac{\partial h}{\partial x}\right) - (k_f)\; gA(S_0 - S_f) = 0 \quad (2)$$

Q debi, A enkesit alanı, t birim zamanda değişim, h su derinliği, g yerçekimi, S_0 taban eğimi ve S_f sürtünme olmak üzere, (1) kütlenin korunumunu ifade eden süreklilik denklemi ve (2) momentum denklemidir. Momentum denkleminde soldan sağa doğru terimler yersel ivme, konvektif (taşınsal) ivme, basınç kuvveti ve sürtünmedir. Saint – Venant denklemleri çözülürken momentum denklemindeki bu sayılan terimlerin tamamı dikkate alınarak (k_t=k_c=k_p= k_f=1) yapılan hesaba Full Saint – Venant, Dinamik Dalga veya Dinamik Öteleme denmektedir. (k_t), (k_c), (k_p) ve (k_f) değerlerinden bazılarının ihmal edilmesi ile Full Saint – Venant denklemlerinin daha hızlı, kararlı ve basitleştirilmiş çözümleri türetilmiştir. k_t=k_c=k_p=0 ve k_f=1 için; Kinematik dalga, k_t=k_c=0, k_p=k_f=1 için; Ataletsiz dalga, k_t=k_c=k_p=1 ve k_f=0 için; Ağırlık dalgası, kt=0, k_c=k_p=k_f=1 için; Yarı kararlı dinamik dalga çözümleri mevcuttur. Yersel ivme ile konvektif (taşınsal) ivmenin ihmal edildiği yani Ataletsiz Dalga çözümüne Difüzyon Dalga ismi verilmiştir (Kaya ve Ülke, 2012; Kocaman, 2007).
HEC-RAS programında iki boyutlu (2D) çözüm için varsayılan seçenek Difüzyon Dalga denklem seti veya opsiyon seçenek Full Moment denklem setlerinden birisi seçilir. Genellikle Difüzyon Dalga yaklaşımı ile Full Saint-Venant'a göre çoğu uygulamada daha stabil bir model ile çözüm yapma imkanı bulunur. Kullanıcı tarafından problemin karmaşıklığı göz önüne alınarak bu iki denklem setinden birinin seçilmesi, ancak pratik olduğunda Difüzyon Dalga yerine Full Moment denklem seti ile çözüme gidilmesi tavsiye edilmiştir (Usace, 2014, 2015).

HEC-RAS programında baraj yıkılması durumunda oluşacak taşkın hidrografı entegre breach modülü vasıtası ile hesaplanabilmektedir. Bu denklemler vasıtası ile baraj gövdesinde oluşacak gediğin geometrisi ve oluşma süresi belirlenmektedir. Kaya dolgu barajların üstten aşma durumları için seçilen Froehlich-2008 metodu için ilgili denklemler aşağıda verilmiştir;

$$B_{ave} = 0.27 K_0 {V_{res}}^{0.32} {h_{bre}}^{0.04} \quad (3)$$

$$t_f = 63.2\sqrt{\frac{V_w}{ghb^2}} \quad (4)$$

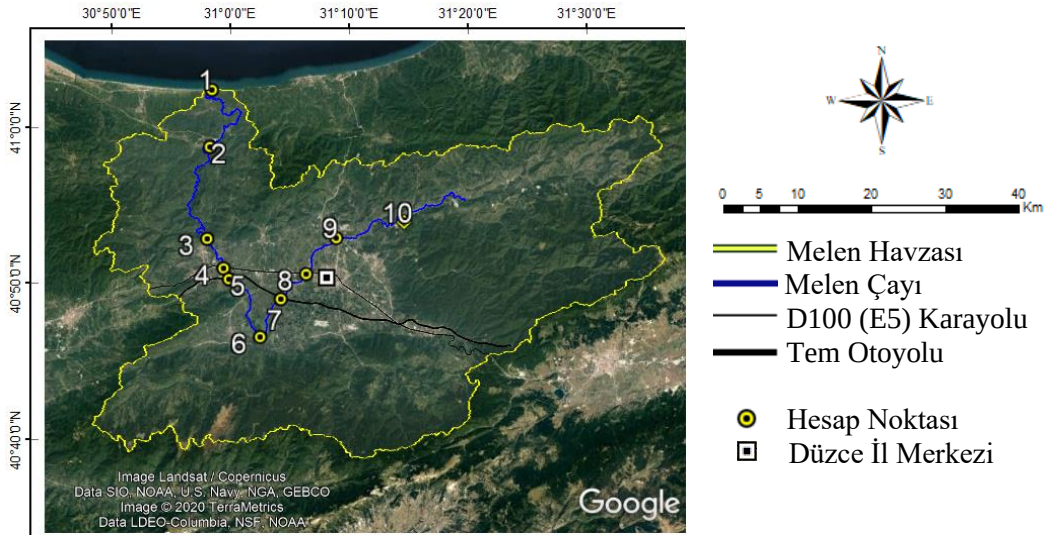
Burada K_0 üstten aşma durumları için sabit katsayı 1.3, V_{res} göl hacmi, h_{bre} gedik nihai yüksekliğidir. Denklem (3) ortalama gedik genişliği ve denklem (4) gedik oluşum süresi olarak ifade edilmiştir.

4. UYGULAMA

Melen Çayı üzerindeki Hasanlar Barajı yıkılma taşkın hidrografı hesaplanacak noktalara ait bilgiler Tablo 1'de, bu noktaların Melen Çayı üzerindeki konumlarını gösteren uydu haritası ve Melen Havza sınırları Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Melen Çayı Üzerinde Baraj Yıkılma Taşkın Hidrografı Hesaplanacak Noktalar

Sıra	Kontrol Noktası	Mesafe (KM)	Kot (m)	Akarsu Adı
1	Melen Ağzı Köyü - Karadeniz	0+000	0.00	Büyük Melen
2	Büyük Melen Barajı	20+470	14.00	"
3	Düzce Ovası Çıkışı - Büyük Melen Baraj Gölü Girişi	41+480	110.00	"
4	D100 Karayolu Mansap Köprüsü	47+920	112.15	"
5	TEM Otoyolu Mansap Köprüsü	49+950	112.65	"
6	Efteni Gölü	60+970	115.15	"
7	TEM Otoyolu Memba Köprüsü	67+750	119.60	Küçük Melen
8	D100 Karayolu Memba Köprüsü	73+330	128.15	"
9	Düzce Ovası Girişi - Akçakoca Yolu Köprüsü	80+620	151.20	"
10	Hasanlar Barajı	93+830	202.00	"

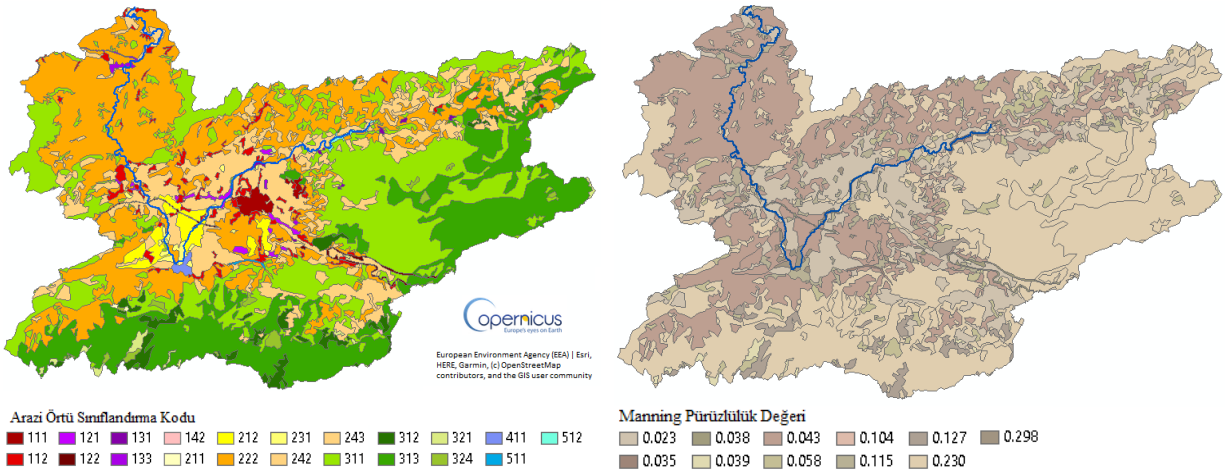


Şekil 2. Melen Havzası Hidrograf Hesap Noktaları ve Havza Uydu Görüntüsü

4.1. Havza Pürüzlülük Haritası

İki boyutlu (2D) hesaplama için özellikle düzlük alanlarda taşkın dalgası çok farklı şekilde araziye yayılabileceğinden pürüzlülük katsayısının alan bazında tanımlanması, iki boyutlu (2D) alanlar için arazi pürüzlülük haritalarının oluşturulmasına gerek duyulmaktadır. Bu çalışmada kullanılacak arazi pürüzlülük haritası, COPERNICUS - CORINE Coordination of Information on the Environment (Çevresel Bilginin Koordinasyonu) projesi kapsamında oluşturulan arazi örtü sınıflandırma harita verisinden türetilmek sureti ile elde edilmiştir (European Environment Agency, 2020).

Arazi örtü sınıflandırma haritasından manning havza pürüzlülük haritasının türetilmesinde ise (Pestana vd., 2013) yaptıkları çalışmadan faydalanılmış olup belirlenen her kod için verilen manning pürüzlülük katsayısı tespit edilmiştir. Örneğin 122 kod numaralı Karayolu ve Demiryolları arazi örtü sınıfına karşılık gelen manning pürüzlülük değeri 0.038'dir. Hidrodinamik hesaplarda kullanılan Melen Havzası arazi örtü sınıflandırma haritası ve havza pürüzlülük haritası Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Melen Havzası Arazi Örtü Sınıflandırma Haritası ve Havza Pürüzlülük Haritası

4.2. İki Boyutlu (2D) Analiz

İki boyutlu (2D) hidrodinamik hesaplamalar HEC-RAS programında kararsız akım (unsteady flow) kabulü ile difüzyon dalga denklemleri kullanılarak yapılmıştır. Bunun için öncelikle Hasanlar Barajı'nın yıkılma durumu ele alınmış, Froehlich-2008 metoduna göre baraj yıkılma hadisesinde oluşacak taşkın hidrografı hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen bu hidrografın arazide ilerleyişini ve yayılım durumunu elde etmek için Hasanlar Barajı ile Büyük Melen Barajı arasındaki Düzce Ovasını temsil edecek şekilde 2Darea1, Büyük Melen Barajı ile Melenağzı Köyü arasını temsil edecek şekilde ise 2Darea2 isimli iki boyutlu (2D) akım alanları oluşturulmuştur. Sonrasında bu iki boyutlu (2D) alanlar için gerekli olan memba ve mansap sınır şartlarının programa tanımlanması işlemi yapılmıştır. 2Darea1 için memba sınır şartı Hasanlar Barajı yıkılma taşkını hidrografı ve mansap şartı Büyük Melen Barajı giriş hidrografı, 2Darea2 için ise memba sınır şartı Büyük Melen Barajı dolusavak çıkış hidrografı ve mansap sınır şartı Karadeniz olarak programa girilmiştir.

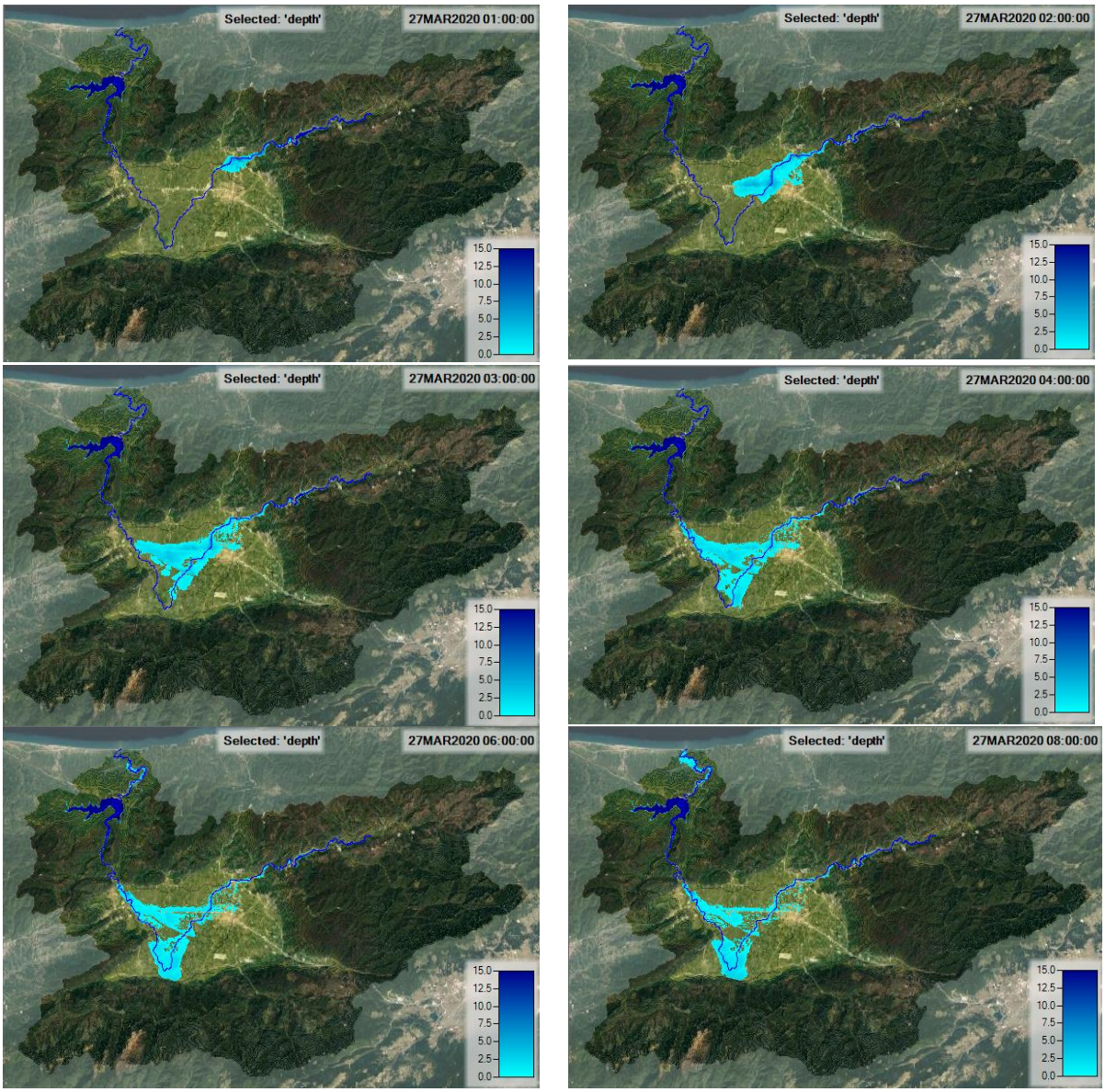
Hidrodinamik hesaplar için; havzada Hasanlar Baraj gölünde ve Büyük Melen Baraj gölünde bulunandan başka su ve herhangi bir yağış olmadığı, Hasanlar Barajı'nın 272.80 m kret seviyesinde, Büyük Melen Barajı'nın 110.00 m normal su seviyesinde dolu olduğu, yıkılma esnasında Hasanlar Barajı dolusavağından herhangi bir deşarj olmadığı kabulleri yapılmıştır. Hesapta kullanılan Hasanlar Barajı yıkılma analizi parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Hasanlar Barajı Yıkılma Analizi Parametreleri

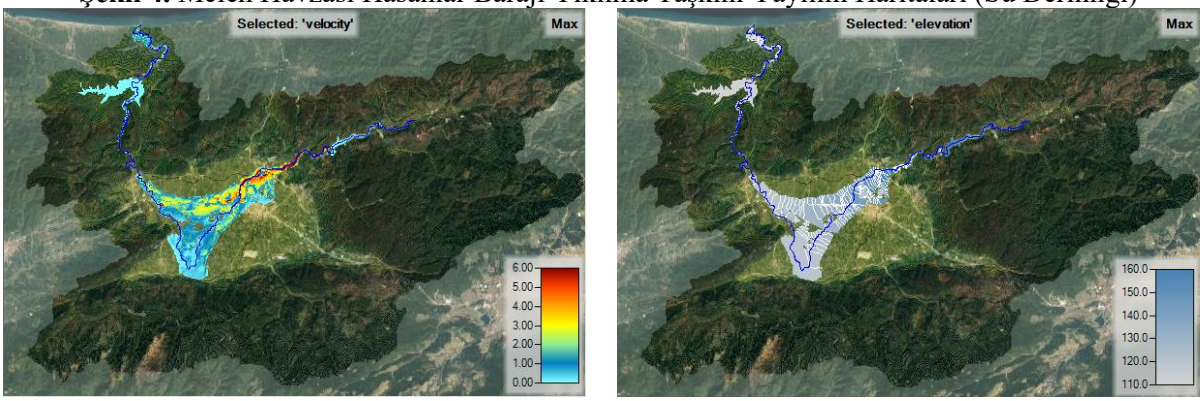
No	Parametre	Veri	Birim
1	Kret Kotu	272.80	m
2	Yıkılma Anında Göl Kotu	272.80	m
3	Serbest Kalan Su Hacmi	$93550x10^3$	m^3
4	Yıkılma Taban Kotu	235.00	m
5	Memba Yüzü Şev Eğimi	1-2.5	D-Y
6	Mansap Yüzü Şev Eğimi	1-2.5	D-Y

Bu verilen programa tanımlandıktan sonra analiz parametreleri ayarlanmıştır. İki boyutlu (2D) analiz için seçilen minimum 40 m x 40 m hücre boyutu dikkate alınarak adım süresi 30 saniye ve hesap adımını kontrol eden Courant sayısının maksimum değeri 1 ve minimum değeri 0.1 olacak şekilde programın stabilitesi sağlanmıştır. Hesaplama ile iki boyutlu (2D) analiz tamamlanarak sonuçlar elde edilmiştir.

İki boyutlu (2D) analiz sonuçlarına göre baraj yıkılma taşkın dalgasının zamana bağlı olarak havzada yayılımını gösteren su derinliği haritaları Şekil 4'de, baraj yıkılma taşkın dalgasının su hızı ve su kotu bakımından maksimum değerlerini gösterir haritalar ise Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Melen Havzası Hasanlar Barajı Yıkılma Taşkını Yayılım Haritaları (Su Derinliği)



Şekil 5. Melen Havzası Hasanlar Barajı Yıkılma Taşkını Yayılım Haritaları (Su Hızı ve Su Kotu)

5. SONUÇ

Çalışma kapsamında, Düzce Ovası taşkın yayılım haritaları, TEM otoyolu ve D100 Karayolu köprülerine ait hidrograflar, Büyük Melen Barajı dolusavak deşarjları ve Karadenize döküldüğü noktada Melenağzı Köyü'nde havza çıkış hidrografları elde edilerek Hasanlar Barajı Yıkılma Taşkını havza boyunca incelenmiştir.

Düzce Ovası 300 km² büyüklüğünde bir alana sahip olup, Hasanlar Barajı Yıkılma Taşkınının ovada 110 km² büyüklüğünde bir alana yayıldığı anlaşılmıştır, bu da ovanın %37'sinin bu afetten zarar göreceği anlamına gelmektedir. Hasanlar barajının yıkılması durumunda 93.55 hm³ su serbest kalacak olup 19698 m³/s pik debi ile mansaba doğru ilerleyecektir. Bu sular 50 dk. sonra Düzce merkez mahallelerine, 1 saat 15 dakika sonra D100 karayoluna, 2 saat 20 dakika sonra TEM otoyoluna, 3 saat 45 dakika sonra ise Büyük Melen Barajı gölüne ulaşacaktır.

Düzce Merkez mahallelerinin Melen Çayı'na yakın olanları 3-4 m, daha iç kesimdeki mahalleleri 1-2 m arasındaki derinlikte taşkın sularına maruz kalacaktır. Aynı şekilde Melen Çayı'na yakın mahallelerde su hızı 3-4 m/s, daha iç kesimlerde 1-2 m/s olacaktır. Melen Çayı'nın Düzce Merkez mahallelerinin arasından geçen ana yatak kısmı için su derinliği 7-8 m, su hızı 6 m/s ve üzerinde hesaplanmıştır. D100 karayolunun 13.7 km uzunluğundaki bölümü taşkın sularından etkilenecek ve yol ortalama 1.35 m, maksimum 3.54 m taşkın suyu ile kaplanacaktır. TEM otoyolunun ise sınırlı olarak bu afetten etkilendiği sadece 500 m uzunluğundaki kesiminde, 1 m altında su basması olabileceği hesaplanmıştır. TEM otoyolunda aksamalar olacak ve D100 (E5) karayolu geçici olarak ulaşıma kapanacaktır.

Muhtemel bir yıkılma durumunda, can kayıpları olacak, ilk etapta 85 bin kişi doğrudan, 160 bin kişi ise dolaylı olarak etkilenecektir. Bunun yanı sıra yüksek maddi zararlar ortaya çıkacaktır.Düzce İl merkezinin büyük kısmı, çok sayıda mahalle ve köy, Düzce Ovasında bulunan tarım alanları su altında kalacaktır.Büyük Melen Barajı'ndan ciddi miktarlarda su deşarj edilmesi gerekecektir. Büyük Melen Barajı'nın dolusavak kapakları Hasanlar Barajı'nın yıkılmaya başladığı andan itibaren en geç emniyet paysız 4 saat sonra açılmaya başlanmalıdır.

Hasanlar Barajı'nın yıkılması durumunda ortaya çıkan taşkın dalgası, D100 karayolunun ve TEM otoyolunun dalganın önünü kesen setler olması nedeni ile Düzce Ovasına girişte 3 parçaya ayrılmaktadır. Asıl büyük taşkın dalgası yataktan ayrılarak D100 ve TEM otoyolu arasından akmakta sonra tekrar Melen Çayı yatağına birleşmektedir. Melen yatağından ayrılarak TEM ve D100 arasından devam eden asıl taşkın dalgası, TEM otoyolu mansap köprüsüne ana yataktan gelen dalgadan önce ulaşmaktadır. Bu olay, TEM otoyolu mansap köprüsünde bir süreliğine tersine, mansapdan membaya doğru, akıma neden olmaktadır ve köprü hidrografında önce negatif sonra da pozitif değerlerin görülmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Tespit edilen bu düzensiz yayılım durumu bu tip ovalık alanlar için hesaplamanın iki boyutlu (2D) analiz ile yapılmasının önemini ortaya koymuştur.

Taşkın dalgası pikinin ovada yüksek oranda kırıldığı ve hesaplanan ovadan çıkış hidrografının, kapaklar zamanında açılırsa Büyük Melen Barajı dolusavağından tehlike oluşturmadan deşarj edilebileceği anlaşılmıştır. Hasanlar Barajı Yıkılma Taşkını 100 km yol kat ederek ve Büyük Melen Barajın'dan geçerek Karadeniz'e ulaşmış, pik debi değeri Karadeniz'e ulaştığında 1817 m³/s'ye düşmüştür. Pik debinin Hasanlar Barajından Karadeniz'e ulaşım süresi 7.5 saat olarak hesaplanmıştır.
Farklı pürüzlülük değerleri için yapılan hesaplar sonucunda; pürüzlülük değeri azaldıkça su hızının arttığı, su derinliklerinin düştüğü, taşkın yayılma alanlarının azaldığı ancak ova çıkış hidrografın pik değerinin büyüdüğü, pik debi oluşum süresinin kısaldığı tespit edilmiştir. Sonuçlardaki bu farklılık, pürüzlülük değerinin doğru belirlenmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur. İleride yapılabilecek başka çalışmalar kapsamında, Hasanlar Barajı'nın yıkılması durumunda oluşacak taşkının Düzce il merkezindeki etkisi daha detaylı bir model oluşturularak incelenebilir. Bu çalışma ile ileride Hasanlar Barajı'nın yıkılması durumunda oluşacak afetin büyüklüğü ortaya konmuş olup, yetkili merciler tarafından afet acil durum eylem planı hazırlanmalıdır.

KAYNAKLAR

ABAY, O., BAYKAN, N., & BAYKAN, N. O. (2015). *Tarih Boyunca Barajların Elden Çıkma Nedenleri*. 4. Su Yapıları Sempozyumu, 157–166.

BETSHOLTZ, A., & NORDLÖF, B. (2017). *Potentials and Limitations of 1D, 2D and Coupled 1D-2D Flood Modelling in HEC-RAS: A Case Study on Höje River.* Lund University, Department of Building and Environmental Technology, Division of Water Resources Engineering.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. (2020). *Copernicus - Corine Land Cover*, 15 Mart 2020 Tarihinde https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018 adresinden erişildi.

İŞCEN, B. N., ÖKTEM, N., YILMAZ, B., & AYDIN, İ. (2017). *Sığ Akım Denklemlerinin Hidrolikte Kullanılması Üzerine Değerlendirmeler*. Teknik Dergi, 28(1), 7747–7747.

KAYA, B., & ÜLKE, A. (2012). *Diferansiyel Kuadratur Yöntemi Kullanılarak Difüzyon Dalga Yaklaşımı ile Taşkınların Ötelenmesi.* Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 27(2), 313–322.

KOCAMAN (2007). *Baraj Yıkılma Probleminin Deneysel ve Teorik Olarak İncelenmesi.* Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.

PALAMUT, N. (2014). *Baraj Yıkılma Analizi ve Uygulaması.* Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

PESTANA, R., MATİAS, M., CANELAS, R., ROQUE, D., ARAUJO, A., ZELLER, E. VAN, FALCÃO, A. P. (2013). *Calibration of 2D Hydraulic Inundation Models with SAR Imagery in the Floodplain Region of the Lower Tagus River*. ESA Living Planet Symposium.

PILOTTI, M., MILANESİ, L., BACCHI, V., TOMIROTTİ, M., & MARANZONI, A. (2020). *Dam-Break Wave Propagation in Alpine Valley with HEC-RAS 2D: Experimental Cancano Test Case.* Journal of Hydraulic Engineering, 146(6), 1–11.

USACE. (2014). *Using HEC-RAS for Dam Break Studies T-39.* Us Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.

USACE. (2015). *HEC-RAS 2D Modeling User's Manual.* Us Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.

DERIVATION OF ACTUAL PROCESS CAPABILITY INDEX (CPK) FOR NEUTROSOPHIC SETS

Selin Yalçın
Beykent University / Faculty of Engineering and Architecture, Department of Industrial Engineering
selinyalcin@beykent.edu.tr

İhsan Kaya
Yıldız Technical University / Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering
ihkaya@yildiz.edu.tr

Abstract
Actual Process Capability Index $(\boldsymbol{C_{pk}})$ is used to calculate the capability of any process. In the real-life, the information may vague, incomplete and inaccurate. In that cases the capability of the process can be successfully analyzed by using neutrosophic sets (NSs). Neutrosophic logic reflects human thinking a better compared to fuzzy logic. An individual may not have enough information about each subject. For this reason, neutrosophic sets have an important role in modeling uncertainty problems. In this study, NSs have been used for analyzing the capability of the process and the specification limits (SLs) have been considered as the single valued neutrosophic numbers (SVN-Numbers) for the first time. The index $(\boldsymbol{C_{pk}})$ has been re-formulated with respect to NSs. As a result, the neutrosophic process capability index $\left(\tilde{\tilde{\boldsymbol{C}}}_{\boldsymbol{pk}}\right)$ has been obtained and applied on a numerical example. The numerical example help for understanding neutrosophic the state of being flexible of the SLs.

Keywords: Process capability, Actual process capability index, Neutrosophic sets, Single valued neutrosophic numbers

1. INTRODUCTION

Process capability analysis (PCA) is the statistical analysis of variability that occurs within the process. PCA is used for purposes such as improving process activities by examining the activities of the process, defining the boundaries between the samples taken to analyze the process and helping to determine the priorities (Kaya, 2010). Process capability indices (PCIs) are used for providing numerical measures on process capability. PCIs are an important tool for measuring. PCIs give us statistical knowledge about capability of process (Kahraman, Parchami, Cevik Onar, & Oztaysi, 2017). The SLs of the process points what the customer expects or wants from the process. The process expresses that the process outputs will be appropriate if it is between the specification limits (Çimen, 2008). Process capability is called the ability of the process to meet specifications. Specifications are a set of predefined rules for a product to occur. SLs may not be precise and crisp numbers. Traditional fuzzy sets have been widely used in literature to calculate the process capability analysis. However, when studies on process capability analysis are examined, it is noticeable that studies with the extensions of fuzzy sets such as hesitant fuzzy sets, intuitionistic fuzzy sets and Type-II fuzzy sets are very limited. These studies are as follows: Aslam and Albassam (2019) developed the index C_{pk} by taking neutrosophic mean and standard deviation for the sampling plan. (Kahraman et al., 2017) utilized intuitionistic fuzzy SLs to obtain the index C_{pk}. (Parchami et al., 2017) introduced C_{pk} by using interval Type-II fuzzy SLs. Senvar and Kahraman (2014) proposed the percentile-based index C_{pk} by using interval Type-II fuzzy sets for non-normal processes.

Neutrosophic sets (NSs) are expressed by three values. There values are the degree of truth, indeterminacy and falsity which are all independent from each other. Independency of truth-membership and indeterminacy-membership functions from each other and expressing the fact that an individual does not have full control of the issue with the indeterminacy-membership function has an important place in modeling uncertainty problems (Şubaş, 2015). NSs are more suitable for engineering and scientific applications. A more realistic the process capability analysis is obtained by

using NSs. The expert who defines the specification limits may not always have full control of the subject. In order to eliminate this problem, the indeterminacy-membership function involved in defining NSs is very significant in expressing uncertainty.

In this paper, the single valued neutrosophic state of the SLs, the state of being flexible NSs have been investigated. For this aim, the SLs are considered neutrosoficically, and the PCI $\tilde{\ddot{C}}_{pk}$ is obtained. The single valued neutrosophic state of the SLs provide us to have more knowledge about the process and easily applied to engineering problems. The rest of this paper has been organized as follows: The actual process capability index (C_{pk}) has briefly summarized in Section 2.1. The neutrosophic sets (NSs) are explained into Section 2.2. The index $\tilde{\ddot{C}}_{pk}$ based on NSs are detailed into Section 2.3. A numerical example to analyze the proposed PCI has been developed into Section 2.4. Finally, the obtained results and future research directions have been discussed into Section 3.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Actual Process Capability Index

PCIs, which provide numerical measures on whether a process meets the customer expectations or not, have been popularly applied for evaluating process' performance. Several PCIs such as C_p, C_{pk}, C_{pm} and C_{pmk} are used to estimate the capability of a process (Kotz & Johnson, 2002; Kaya & Kahraman, 2011). Therefore Kane (1986) introduced the index C_{pk} which is used to provide an indication of the variability associated with a process. It shows how a process confirms to its specification. The index is usually used to relate the *natural tolerance (3σ)* to the SLs and describes how well the process fits within these limits, taking into account the location of the process mean. C_{pk} is calculated as follows (Montgomery, 2005; Kaya & Kahraman, 2011):

$$C_{pk} = \min\left\{C_{pl}, C_{pu}\right\} = \frac{\min\left\{USL-\mu, \mu-LSL\right\}}{3\sigma} \quad (1)$$

2.2 Neutrosophic Sets

Smarandache (1998) proposed the theory of neutrosophic sets (NSs) for the first time. Wang et al. (2010) has developed the single valued NSs that is a special form of NSs. The fact that the truth-membership and the indeterminacy-membership functions of NSs are independent of each other are more flexible and realistic in the modeling of uncertain problems compared to modeling using other type of fuzzy sets. Since an individual may not always be fully informed about the problem, the indeterminacy-membership function that eliminates this problem has an important role in the modeling of uncertain problems (Şubaş, 2015). Some basic notions of NSs as follows:

Definition 1. (Deli & Subaş, 2014)**:** Let X be a universe. A single valued neutrosophic set $\tilde{\ddot{A}}$ in X is characterized by a truth-membership function $T_A(x)$, an indeterminacy-membership function $I_A(x)$ and a falsity- membership function $F_A(x)$. A single valued neutrosophic set $\tilde{\ddot{A}}$ is defined as follows:

$$\tilde{\ddot{A}} = \{< x, (T_A(x), I(x), F_A(x)) >: x \in X, T_A(x), I(x), F_A(x) \in [0,1]\} \quad (2)$$

There is no restriction on the sum of $T_A(x)$, $I(x)$ and $F_A(x)$. So that $0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$.

Definition 2. (Deli & Subaş, 2016) (Ye, 2017)**:** Let $w_{\tilde{a}}, u_{\tilde{a}}, y_{\tilde{a}} \in [0,1]$ be any real numbers, $a_i, b_i, c_i, d_i \in \mathbb{R}$ and $a_i \leq b_i \leq c_i \leq d_i$ for $(i = 1,2,3)$. A single valued neutrosophic number (SVN-Number) $\tilde{\ddot{a}} = \left\langle \left((a_1, b_1, c_1, d_1), w_{\tilde{a}}\right), \left((a_2, b_2, c_2, d_2), u_{\tilde{a}}\right), ((a_3, b_3, c_3, d_3), y_{\tilde{a}}) \right\rangle$ is a special neutrosophic set in $\mathbb{R}$ with truth-membership function $\mu_{\tilde{a}}: \mathbb{R} \to [0, w_{\tilde{a}}]$, indeterminacy-membership function $v_{\tilde{a}}: \mathbb{R} \to [0, u_{\tilde{a}}]$ and falsity-membership function $\lambda_{\tilde{a}}: \mathbb{R} \to [0, y_{\tilde{a}}]$ as follows:

$$\mu_{\tilde{\tilde{a}}}(x)\begin{cases} f_{\mu}^{l}(x) & a_1 \le x < b_1 \\ w_{\tilde{\tilde{a}}} & b_1 \le x < c_1 \\ f_{\mu}^{r}(x) & c_1 \le x \le d_1 \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (3)$$

$$v_{\tilde{\tilde{a}}}(x)\begin{cases} f_{v}^{l}(x) & a_2 \le x < b_2 \\ u_{\tilde{\tilde{a}}} & b_2 \le x < c_2 \\ f_{v}^{r}(x) & c_2 \le x \le d_2 \\ 1 & Otherwise \end{cases} \quad (4)$$

$$\lambda_{\tilde{\tilde{a}}}(x)\begin{cases} f_{\lambda}^{l}(x) & a_3 \le x < b_3 \\ y_{\tilde{\tilde{a}}} & b_3 \le x < c_3 \\ f_{\lambda}^{r}(x) & c_3 \le x \le d_3 \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (5)$$

where the functions $f_{\mu}^{l}: [\,a_1, b_1] \to [0, w_{\tilde{\tilde{a}}}], f_{v}^{r}: [\,c_2, d_2] \to [u_{\tilde{\tilde{a}}}, 1], f_{\lambda}^{r}: [\,c_3, d_3] \to [y_{\tilde{\tilde{a}}}, 1]$ are increasing continuous functions. Then the functions $f_{\mu}^{r}: [\,c_1, d_1] \to [0, w_{\tilde{\tilde{a}}}], f_{v}^{l}: [\,a_2, b_2] \to [u_{\tilde{\tilde{a}}}, 1], f_{\lambda}^{l}: [\,a_3, b_3] \to [y_{\tilde{\tilde{a}}}, 1]$ are decreasing continuous functions.

Definition 3. (Deli, 2019)**:** A single valued neutrosophic number (SVN-Number) $\tilde{\tilde{a}} = \left\langle \left((a_1, b_1, c_1, d_1), w_{\tilde{\tilde{a}}}\right), \left((a_2, b_2, c_2, d_2), u_{\tilde{\tilde{a}}}\right), ((a_3, b_3, c_3, d_3), y_{\tilde{\tilde{a}}}) \right\rangle$ for $w_{\tilde{\tilde{a}}} = 1, u_{\tilde{\tilde{a}}} = 0, \; y_{\tilde{\tilde{a}}} = 0$ is defined in (Ye, 2017) as: $\tilde{\tilde{a}} = \langle (a_1, b_1, c_1, d_1), (a_2, b_2, c_2, d_2), (a_3, b_3, c_3, d_3) \rangle$.

Definition 4. (Ye, 2015)**:** $\tilde{\tilde{a}} = \langle (a_1, b_1, c_1, d_1), (a_2, b_2, c_2, d_2), (a_3, b_3, c_3, d_3) \rangle$ be a SVTN. Score function denoted by $S(\tilde{\tilde{a}})$ and accuracy function denoted by $H(\tilde{\tilde{a}})$, are defined as:

$$S(\tilde{\tilde{a}}) = \frac{1}{3}\left(2 + \frac{a_1+b_1+c_1+d_1}{4} - \frac{a_2+b_2+c_2+d_2}{4} - \frac{a_3+b_3+c_3+d_3}{4}\right), S(\tilde{\tilde{a}}) \in [0,1] \quad (6)$$

$$H(\tilde{\tilde{a}}) = \left(\frac{a_1+b_1+c_1+d_1}{4} - \frac{a_3+b_3+c_3+d_3}{4}\right), H(\tilde{\tilde{a}}) \in [-1,1] \quad (7)$$

Definition 5. (Ye, 2015)**:** Let $\tilde{\tilde{a}} = \langle (a_1, b_1, c_1), (a_2, b_2, c_2), (a_3, b_3, c_3) \rangle$ be a SVTrN. $S(\tilde{\tilde{a}})$ and $H(\tilde{\tilde{a}})$ are defined as follow:

$$S(\tilde{\tilde{a}}) = \frac{1}{3}\left(2 + \frac{a_1+2xb_1+c_1}{4} - \frac{a_2+2xb_2+c_2}{4} - \frac{a_3+2xb_3+c_3}{4}\right), S(\tilde{\tilde{a}}) \in [0,1] \quad (8)$$

$$H(\tilde{\tilde{a}}) = \left(\frac{a_1+2xb_1+c_1}{4} - \frac{a_3+2xb_3+c_3}{4}\right), H(\tilde{\tilde{a}}) \in [-1,1] \quad (9)$$

Definition 6. (Deli, 2019)**:** Let $\tilde{\tilde{a}}_1 = \langle (a_{11}, a_{21}, a_{31}, a_{41}), (b_{11}, b_{21}, b_{31}, b_{41}), (c_{11}, c_{21}, c_{31}, c_{41}) \rangle$ and $\tilde{\tilde{a}}_2 = \langle (a_{12}, a_{22}, a_{32}, a_{42}), (b_{12}, b_{22}, b_{32}, b_{42}), (c_{12}, c_{22}, c_{32}, c_{42}) \rangle$ be two SVTNs. The ranking $\tilde{\tilde{a}}_1$ and $\tilde{\tilde{a}}_2$ by score function and accuracy function are defined as follows:

- If $S(\tilde{\tilde{a}}_1) > S(\tilde{\tilde{a}}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 > \tilde{\tilde{a}}_2$
- If $S(\tilde{\tilde{a}}_1) = S(\tilde{\tilde{a}}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 < \tilde{\tilde{a}}_2$;
  - If $H(\tilde{\tilde{a}}_1) > H(\tilde{\tilde{a}}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 > \tilde{\tilde{a}}_2$
  - If $H(\tilde{\tilde{a}}_1) = H(\tilde{\tilde{a}}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 = \tilde{\tilde{a}}_2$

2.3 Process Capability Indices based on Neutrosophic Sets

Assume that the SLs are defined by using single valued triangular neutrosophic sets (SVTrN) in flexible structure as follow:

$\widetilde{L\ddot{S}L} = \langle (lsl_1, lsl_2, lsl_3), (lsl_1', lsl_2', lsl_3'), (lsl_1'', lsl_2'', lsl_3'') \rangle$ and $\widetilde{U\ddot{S}L} = \langle (usl_1, usl_2, usl_3), (usl_1', usl_2', usl_3'), (usl_1'', usl_2'', usl_3'') \rangle$.

The MFs of the neutrosophic SLs ($\widetilde{\ddot{S}L}$) as SVTrN are obtained in a flexible structure as shown in Figures 1 and 2, respectively.

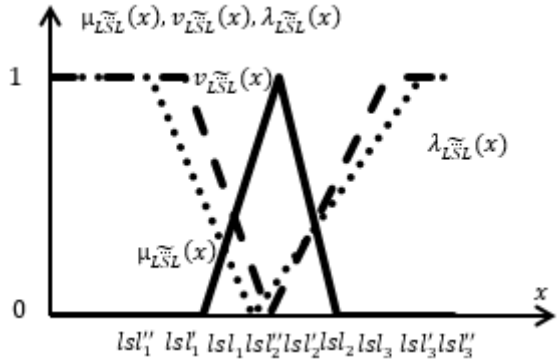


Figure 1. The Membership function of $\widetilde{L\ddot{S}L}$

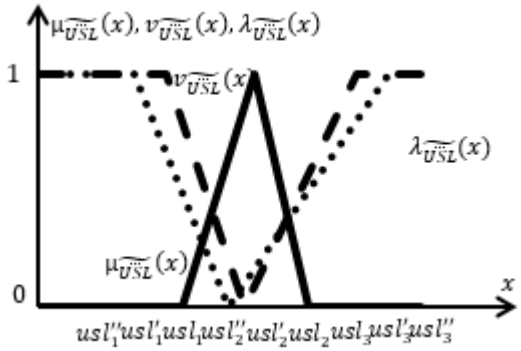


Figure 2. The Membership function of $\widetilde{U\ddot{S}L}$

Now assume that the SLs are defined by using single valued trapezoidal neutrosophic sets (SVTN) in flexible structure as follow:

$\widetilde{L\ddot{S}L} = \langle (lsl_1, lsl_2, lsl_3, lsl_4), (lsl_1', lsl_2', lsl_3', lsl_4'), (lsl_1'', lsl_2'', lsl_3'', lsl_4'') \rangle$ and $\widetilde{U\ddot{S}L} = \langle (usl_1, usl_2, usl_3, usl_4), (usl_1', usl_2', usl_3', usl_4'), (usl_1'', usl_2'', usl_3'', usl_4'') \rangle$.

The MFs of $\widetilde{\ddot{S}L}$ based on SVTN in a flexible structure are shown in Figures 3 and 4, respectively.

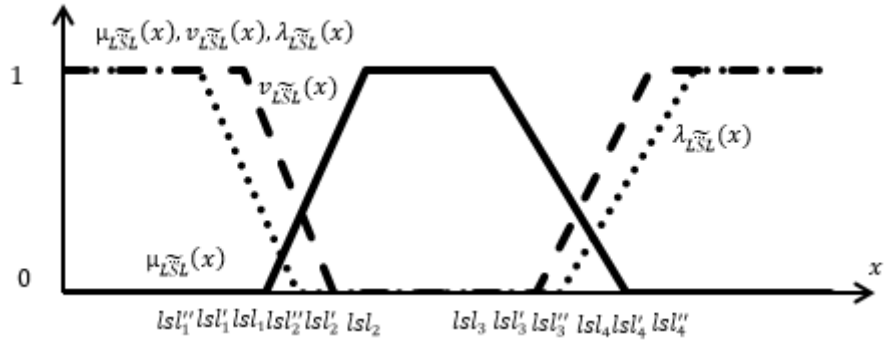


Figure 3. The Membership function of $\widetilde{L\ddot{S}L}$

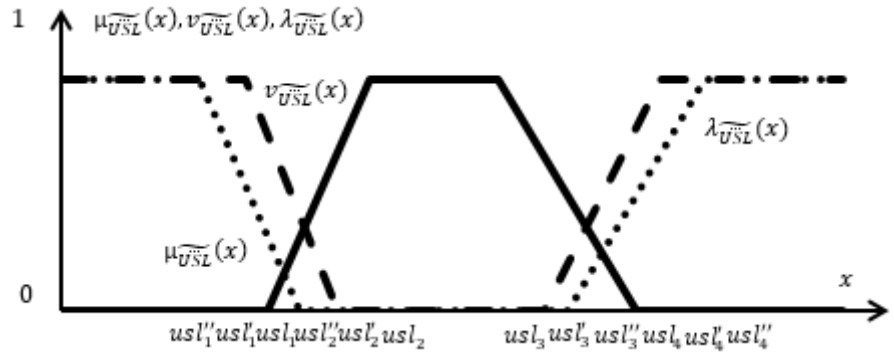


Figure 4. The Membership function of $\widetilde{U\ddot{S}L}$

The index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ based on SVTrN in a flexible structure can be obtained as detailed below:

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\left\{\frac{\mu-\langle(lsl_1,lsl_2,lsl_3),(lsl_1',lsl_2',lsl_3'),(lsl_1'',lsl_2'',lsl_3'')\rangle}{3\sigma}, \frac{\langle(usl_1,usl_2,usl_3),(usl_1',usl_2',usl_3'),(usl_1'',usl_2'',usl_3'')\rangle-\mu}{3\sigma}\right\} \quad (10)$$

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\left\{\begin{array}{l}\left\langle\left(\frac{\mu-lsl_3}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_3'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1'}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_3''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1''}{3\sigma}\right)\right\rangle; \\ \left\langle\left(\frac{usl_1-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3-\mu}{3\sigma}\right),\left(\frac{usl_1'-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2'-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3'-\mu}{3\sigma}\right),\left(\frac{usl_1''-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2''-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3''-\mu}{3\sigma}\right)\right\rangle\end{array}\right\} \quad (11)$$

Then the one-sided capability indices as a SVTrN are as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_{pl} = \left\langle\left(\frac{\mu-lsl_3}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_3'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1'}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_3''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1''}{3\sigma}\right)\right\rangle \quad (12)$$

$$\tilde{\tilde{C}}_{pu} = \left\langle\left(\frac{usl_1-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3-\mu}{3\sigma}\right),\left(\frac{usl_1'-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2'-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3'-\mu}{3\sigma}\right),\left(\frac{usl_1''-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2''-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3''-\mu}{3\sigma}\right)\right\rangle \quad (13)$$

The MF of the index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ based on SVTrN in a flexible structure is shown in Figure 5.

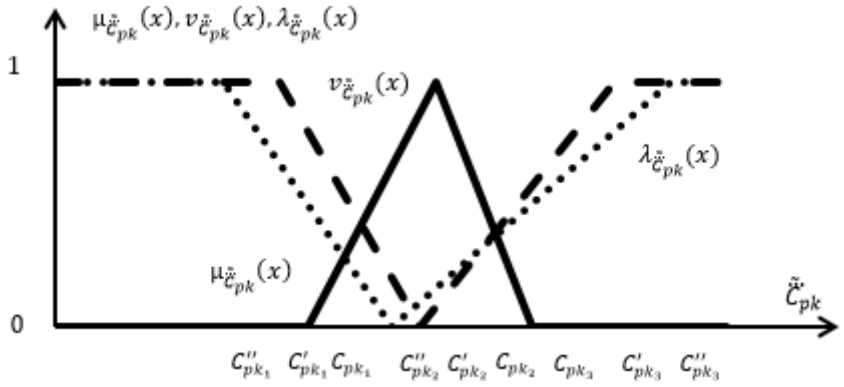


Figure 5. The MFs of the index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ by using SVTrN

Additionally, the index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ based on SVTN in a flexible structure can be obtained as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\left\{\frac{\mu-\langle(lsl_1,lsl_2,lsl_3,lsl_4),(lsl_1',lsl_2',lsl_3',lsl_4'),(lsl_1'',lsl_2'',lsl_3'',lsl_4'')\rangle}{3\sigma}, \frac{\langle(usl_1,usl_2,usl_3,usl_4),(usl_1',usl_2',usl_3',usl_4'),(usl_1'',usl_2'',usl_3'',usl_4'')\rangle-\mu}{3\sigma}\right\} \quad (14)$$

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\left\{\begin{array}{l}\left\langle\left(\frac{\mu-lsl_4}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_3}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_4'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_3'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1'}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_4''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_3''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1''}{3\sigma}\right)\right\rangle; \\ \left\langle\left(\frac{usl_1-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3-\mu}{3\sigma},\frac{usl_4-\mu}{3\sigma}\right),\left(\frac{usl_1'-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2'-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3'-\mu}{3\sigma},\frac{usl_4'-\mu}{3\sigma}\right),\left(\frac{usl_1''-\mu}{3\sigma},\frac{usl_2''-\mu}{3\sigma},\frac{usl_3''-\mu}{3\sigma},\frac{usl_4''-\mu}{3\sigma}\right)\right\rangle\end{array}\right\}$$

(15)

Then the indices $\tilde{\tilde{C}}_{pl}$ and $\tilde{\tilde{C}}_{pu}$ are obtained by using SVTN as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_{pl} = \left\langle\left(\frac{\mu-lsl_4}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_3}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_4'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_3'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2'}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1'}{3\sigma}\right),\left(\frac{\mu-lsl_4''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_3''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_2''}{3\sigma},\frac{\mu-lsl_1''}{3\sigma}\right)\right\rangle \quad (16)$$

$$\tilde{\tilde{C}}_{pu} = \left\langle \left(\frac{usl_1-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_2-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_3-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_4-\mu}{3\sigma}\right), \left(\frac{usl_1'-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_2'-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_3'-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_4'-\mu}{3\sigma}\right), \left(\frac{usl_1''-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_2''-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_3''-\mu}{3\sigma}, \frac{usl_4''-\mu}{3\sigma}\right)\right\rangle \quad (17)$$

Consequently, The MF of the index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ based on SVTN is obtained as shown in Figure 6.

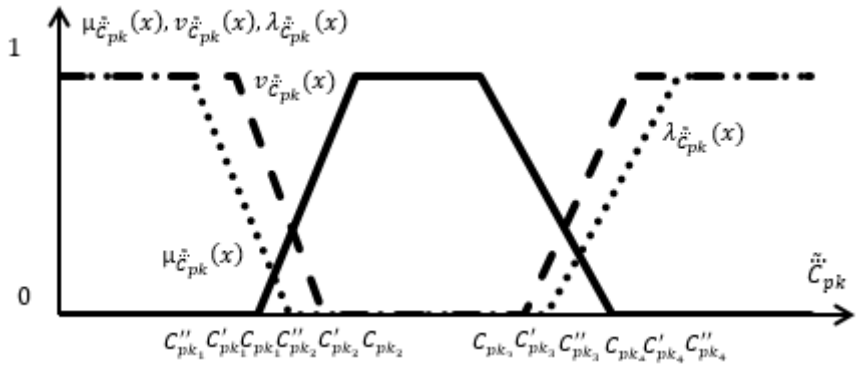


Figure 6. The MFs of the index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ by using SVTN

2.3 A Numerical Example

In this section, some numerical examples from literature have been analyzed based on NSs. For case detailed above, the index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ have been obtained. Assume that we know that the mean and standard deviation values of dimensions of a gear are 10 mm and 0.2 mm (Montgomery, 2005). Assume that, the SLs for a flexible structure based on SVTrN and SVTN, respectively can be defined as follows:

$\widetilde{\tilde{LSL}} = \langle(9.30,9.55,9.65),(9.25,9.50,9.75),(9.15,9.40,9.80)\rangle,$
$\widetilde{\tilde{USL}} = \langle(10.20,10.50,10.60),(10.10,10.40,10.70),(10.00,10.30,10.80)\rangle$ and
$\widetilde{\tilde{LSL}} = \langle(9.30,9.55,9.65,9.90),(9.25,9.50,9.75,9.95),(9.15,9.40,9.80,10.00)\rangle$
$\widetilde{\tilde{USL}} = \langle(10.20,10.40,10.60,10.80),(10.10,10.40,10.70,11.00),(10.00,10.40,10.80,11.20)\rangle.$

The index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ based on SVTrN for flexible structure are obtained as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\left\{\left\langle\left(\frac{10-9.65}{3x0.2}, \frac{10-9.55}{3x0.2}, \frac{10-9.30}{3x0.2}\right), \left(\frac{10-9.75}{3x0.2}, \frac{10-9.50}{3x0.2}, \frac{10-9.25}{3x0.2}\right), \left(\frac{10-9.80}{3x0.2}, \frac{10-9.40}{3x0.2}, \frac{10-9.15}{3x0.2}\right)\right\rangle, \left\langle\left(\frac{10.20-10}{3x0.2}, \frac{10.50-10}{3x0.2}, \frac{10.60-10}{3x0.2}\right), \left(\frac{10.10-10}{3x0.2}, \frac{10.40-10}{3x0.2}, \frac{10.70-10}{3x0.2}\right), \left(\frac{10.00-10}{3x0.2}, \frac{10.30-10}{3x0.2}, \frac{10.80-10}{3x0.2}\right)\right\rangle\right\}$$

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\{\langle(0.58,0.75,1.17),(0.42,0.83,1.25),(0.33,1.00,1.42)\rangle, \langle(0.33,0.83,1.00),(0.17,0.67,1.17),(0.00,0.50,1.33)\rangle\}$$

$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = \langle(0.58,0.75,1.17),(0.42,0.83,1.25),(0.33,1.00,1.42)\rangle.$

The process capability of this process within the defined specification limits is approximately 0.75. Neutrosophic process capability shows that considering the indeterminacy-membership function, the capability of the process cannot be less than 0.42 and more than 1.25, and considering the falsity-membership function, it cannot be less than 0.33 and more than 1.42.
The index $\tilde{\tilde{C}}_{pk}$ based on SVTN for flexible structure are also obtained as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\left\{\begin{array}{c}\left\langle\left(\frac{10-9.90}{3x0.2},\frac{10-9.65}{3x0.2},\frac{10-9.55}{3x0.2},\frac{10-9.30}{3x0.2}\right),\left(\frac{10-9.95}{3x0.2},\frac{10-9.75}{3x0.2},\frac{10-9.50}{3x0.2},\frac{10-9.25}{3x0.2}\right),\right.\\ \left.\left(\frac{10-10}{3x0.2},\frac{10-9.80}{3x0.2},\frac{10-9.40}{3x0.2},\frac{10-9.15}{3x0.2}\right)\right\rangle,\\ \left\langle\left(\frac{10.20-10}{3x0.2},\frac{10.40-10}{3x0.2},\frac{10.60-10}{3x0.2},\frac{10.80-10}{3x0.2}\right),\left(\frac{10.10-10}{3x0.2},\frac{10.40-10}{3x0.2},\frac{10.70-10}{3x0.2},\frac{11.00-10}{3x0.2}\right),\right.\\ \left.\left(\frac{10.00-10}{3x0.2},\frac{10.40-10}{3x0.2},\frac{10.80-10}{3x0.2},\frac{11.20-10}{3x0.2}\right)\right\rangle\end{array}\right\}$$

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = min\left\{\begin{array}{c}\langle(0.17,0.58,0.75,1.17),(0.08,0.42,0.83,1.25),(0.00,0.33,1.00,1.42)\rangle\\ \langle(0.33,0.67,1.00,1.33),(0.17,0.67,1.17,1.67),(0.00,0.67,1.33,2.00)\rangle\end{array}\right\}$$

$$\tilde{\tilde{C}}_{pk} = \langle(0.33,0.67,1.00,1.33),(0.17,0.67,1.17,1.67),(0.00,0.67,1.33,2.00)\rangle$$

The score values of $\tilde{\tilde{C}}_{pl}$ and $\tilde{\tilde{C}}_{pu}$ indices are calculated as 0.44 and 0.31, respectively.

3. DISCUSSION AND CONCLUSION

Neutrosophic sets (NSs) are expressed by independent truth-membership, indeterminacy-membership and falsity-membership function. For this reason, they have an important role in modeling uncertainty problems. NSs are more advantageous because they are more flexible and easily applicable than other new fuzzy set extensions. Many studies have been carried out in the literature on the examination of process capability analysis with the help of traditional fuzzy sets. However, when studies on process capability analysis are examined, it is noticeable that studies with the extensions of fuzzy sets such as hesitant fuzzy sets, intuitionistic fuzzy sets and Type-II fuzzy sets are very limited. In this study, the specification limits (SLs) are re-considered as the single valued neutrosophic numbers (SVN-Numbers) in order to analyze process capability analysis. The single valued neutrosophic state of the SLs provide us to have more knowledge about the process. A numerical example introduced on the neutrosophic process capability indices (NPCIs) is proposed for utilization in process capability analysis. In future studies, further development of fuzzy set extensions can be achieved by using different process capability indices.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Project Number 119K408.

REFERENCES

Aslam, M., & Albassam, M. (2019). Inspection Plan Based on the Process Capability Index Using the Neutrosophic Statistical Method. Mathematics, 631, 1-10.

Çimen, S. (2008). Servis ve Yedek Parça Satışı Gerçekleştiren Bir Hizmet İşletmesinin Satış Sürecinde Altı Sigma Metodu ve Bir Uygulama. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Toplam Kalite Yönetimi Programı, Yüksek Lisans Tezi.

Deli, I. (2019). A novel defuzzification method of SV-trapezoidal neutrosophic numbers and multi-attribute decision making: a comparative analysis. Soft Computing, 23(13), 12529–12545.Doi:10.1007/s00500-019-03803-z.

Deli, I., & Subaş, Y. (2014). Single valued neutrosophic numbers and their applications to multicriteria decision making problem. Neutrosophic Sets Syst., 2014, 2, 1–13.

Deli, I., & Subaş, Y. (2016). A ranking method of single valued neutrosophic numbers and its applications to multi-attribute decision making problems. Int. J. Mach. Learn. & Cyber., Doi:10.1007/s13042-016-0505-3.

Kahraman, C., Parchami, A., Cevik Onar, S., & Oztaysi, B. (2017). Process Capability Analysis using Intuitionistic Fuzzy Sets. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 32, 1659–1671.DOI:10.3233/JIFS-141877.

Kane, V. E. (1986). Process capability indices. Journal of Quality Technology, 18(1), 41-52.

Kaya, İ. (2010). Altı Sigma Yaklaşımında Bulanık Süreç Yeterliliği Analizleri. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri mühendisliği Programı, Doktora Tezi.

Kaya, İ., & Kahraman, C. (2011). Fuzzy process capability indices with asymmetric tolerances. , Expert Systems with Applications, 38(12), 14882-14890.

Kotz, S., & Johnson, N. (2002). Process capability indices-a review 1992-2000. Journal of Quality Technology, 34, 2-19.

Montgomery, D. C. (2005). Introduction to Statistical Quality Control. New York: John Wiley& Sons.

Parchami, A., Çevik Onar, S., Öztayşi, B., & Kahraman, C. (2017). Process Capability Analysis Using Interval Type-2 Fuzzy Sets. Int. J. Comput. Intell. Syst., 10(1), 721–733.

Senvar, O., & Kahraman, C. (2014). Type-2 Fuzzy Process Capability Indices for Non-normal Processes. Processes. J. Intell. Fuzzy Syst., 27(2), 769–781.

Smarandache, F. (1998). A Unifying Field in Logics. Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set and Logic. Rehoboth: American Research Press.

Şubaş, Y. (2015). Neutrosophic Sayılar ve Onların Çok Kriterli Karar Verme Problemlerine Uygulamaları. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Matematik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1-106.

Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Q., & Sunderraman, R. (2010). Single valued neutrosophic sets. Multispace and Multistructure, 4, 410-413.

Ye, J. (2015). Trapezoidal neutrosophic set and its application to multiple attribute decision making. Neural Comput Appl., 26(5), 1157–1166.Doi:10.1007/s00521-014-1787-6.

Ye, J. (2017). Some Weighted Aggregation Operators of Trapezoidal Neutrosophic Numbers and Their Multiple Attribute Decision Making Method. Informatica, 28(2), 387-402.

EFFECTS OF NEUTROSOPHIC SETS ON POTENTIAL CAPABILITY INDEX

Selin Yalçın
Beykent University / Faculty of Engineering and Architecture, Department of Industrial Engineering
selinyalcin@beykent.edu.tr

İhsan Kaya
Yıldız Technical University / Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering
ihkaya@yildiz.edu.tr

Abstract
Potential Process Capability index $(\boldsymbol{C_p})$ indicates how the process conform to the specification limits. Sometimes, the information may be not known exactly. Fuzzy logic can be used in such cases. Neutrosophic sets (NSs), one of the extensions of traditional fuzzy sets, have an important role in understanding of indeterminate, incomplete, inconsistent and imprecise information. In this study, one of the well-known process capability indices (PCIs) the index named $\boldsymbol{C_p}$ has been analyzed and re-formulated based on NSs. For this aim, specification limits (SLs) have been re-considered by defining on NSs for the first time. As a result, the neutrosophic process capability index $\left(\tilde{\tilde{C}}_p\right)$ has been obtained. It is also applied and confirmed on a numerical example. The numerical example has been added for a better understanding of the neutrosophic process capability analysis.

Keywords: Process capability, Potential process capability index, Neutrosophic sets, Single valued neutrosophic numbers

1. INTRODUCTION

Process capability is the ability of a process to meet predetermined specification limits. Variability affects the process, causing the process to fall outside the specification limits (Bilgin, Söyler, & Sözen, 2016). Controlling the process by reducing the variability in the process enables realistic predictions about the future process performance. Each process has its own different conditions and requirements. Since these requirements and conditions cannot be calculated with a single index, various process capability indices have been developed (Yanık Uğurlu, 2011). The first index C_p has been developed to measure process capability.

The SLs of the process points what the customer expects or wants from the process. The process expresses that the process outputs will be appropriate if it is between the specification limits (Çimen, 2008). Process capability is called the ability of the process to meet specifications. Specifications are a set of predefined rules for a product to occur. In other words, the specifications define the limits of the product or service. The customer wants to know if the product he buys meets the specifications (Şahin, 2013).

Many studies have been carried out in the literature on the examination of process capability analysis with the help of traditional fuzzy sets. However, when studies on process capability analysis are examined, it is noticeable that studies with the extensions of fuzzy sets such as hesitant fuzzy sets, intuitionistic fuzzy sets and Type-II fuzzy sets are very limited. These studies are as follows: (Kahraman et al., 2017) utilized intuitionistic fuzzy SLs to obtain the index C_p. (Parchami et al, 2017) developed the index C_p by defining on Type-II fuzzy sets. Senvar and Kahraman (2014) proposed the percentile-based index C_p by using interval Type-II fuzzy sets for non-normal processes.

Neutrosophic sets (NSs) are described by three functions that are all independent from each other. These are truth-membership, indeterminacy-membership and falsity-membership functions. Independency of truth-membership and indeterminacy-membership functions from each other and expressing the fact that an individual does not have full control of the issue with the indeterminacy-

membership function has an important place in modeling uncertainty problems (Şubaş, 2015). NSs are more suitable for engineering and scientific applications. For example, "Tomorrow it will be snowing." This proposition may be 60% true, indeterminate 43% and 30% false (Radwan, Senousy, & Riad, 2016).

The expert who defines the specification limits (SLs) may not always have full control of the subject. In order to eliminate this problem, the indeterminacy-membership function involved in defining NSs is very significant in expressing uncertainty. In this paper, the single-valued neutrosophic state of the SLs, the state of being flexible neutrosophic sets have been investigated. For this aim, the SLs are considered neutrosoficically, and the index $\tilde{\tilde{C}}_p$ has been developed for the first time. The flexibility of the SLs will facilitate the expression of uncertainty and will allow easier integration into the real life.
The rest of this paper has been organized as follows: The potential process capability index (C_p) has briefly summarized in Section 2.1. The neutrosophic sets (NSs) are briefly explained into Section 2.2. The index $\tilde{\tilde{C}}_p$ based on NSs are detailed into Section 2.3. A numerical example to confirm the proposed PCI has been added into Section 2.4. Finally, the obtained results and future research directions have been discussed into Section 3.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Potential Process Capability Index

The index C_p is defined as the ratio of specification width over the process spread. The specification width represents customer and/or product requirements. The process variations are represented by the specification width. If the process variation is very large, the C_p value is small and it represents a low process capability. It can be obtained by using the following formula (Montgomery, 2005; Kaya & Kahraman, 2011):

$$C_p = \frac{\text{Allowable Process Spread}}{\text{Actual Process Spread}} = \frac{\text{USL} - \text{LSL}}{6\sigma} \tag{1}$$

where σ is the standard deviation of the process, USL and LSL represent the upper and lower specification limits, respectively.

C_p also indicates how well the process fits between the upper and lower SLs. It never considers any process shift and simply measures the spread of the specifications relative to the six-sigma spread in the process. If the process average is not centered near the midpoint of SLs (m), the C_p index gives misleading results. We also know that the index C_p indicates how well the process fits within the two specification limits. C_p simply measures the spread of the specifications relative to the six-sigma spread in the process (Kotz & Johnson, 2002; Montgomery, 2005; Kaya & Kahraman, 2011b).

2.2 Neutrosophic Sets

The theory of neutrosophic sets (NSs) has been presented by (Smarandache, 1998). Wang et al. (2010) has developed single-valued neutrosophic sets that is a special form of NSs. The fact that the truth-membership and the indeterminacy-membership functions of NSs are independent of each other are more flexible and realistic in the modeling of uncertain problems compared to modeling using other type of fuzzy sets. Since an individual may not always be fully informed about the problem, the indeterminacy-membership function that eliminates this problem has an important role in the modeling of uncertain problems (Şubaş, 2015).

Some basic notions of neutrosophic sets as follows:

Definition 1. (Deli & Subaş, 2014)**:** Let X be a universe. A single valued neutrosophic set $\tilde{\tilde{A}}$ in X is characterized by independently from each other a truth-membership function $T_A(x)$, an indeterminacy-

membership function $I_A(x)$ and a falsity- membership function $F_A(x)$. A single valued neutrosophic set $\tilde{\tilde{A}}$ is defined as follows:

$$\tilde{\tilde{A}} = \{< x, (T_A(x), I(x), F_A(x)) >: x \in X, T_A(x), I(x), F_A(x) \in [0,1]\} \quad (2)$$

There is no restriction on the sum of $T_A(x)$, $I(x)$ and $F_A(x)$. So that $0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$.

Definition 2. (Deli & Subaş, 2016)**:** A single valued trapezoidal neutrosophic number (SVTN) $\tilde{\tilde{a}} = \langle (a, b, c, d); w_{\tilde{\tilde{a}}}, u_{\tilde{\tilde{a}}}, y_{\tilde{\tilde{a}}} \rangle$ is a special neutrosophic set in $\mathbb{R}$ with truth-membership function, indeterminacy-membership function and falsity-membership function as follows:

$$\mu_{\tilde{\tilde{a}}}(x) \begin{cases} (x-a)w_{\tilde{\tilde{a}}}/(b-a) & a \leq x < b \\ w_{\tilde{\tilde{a}}} & b \leq x \leq c \\ (d-x)w_{\tilde{\tilde{a}}}/(d-c) & c < x \leq d \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (3)$$

$$v_{\tilde{\tilde{a}}}(x) \begin{cases} (b-x+u_{\tilde{\tilde{a}}}(x-a))/(b-a) & a \leq x < b \\ u_{\tilde{\tilde{a}}} & b \leq x \leq c \\ (x-c+u_{\tilde{\tilde{a}}}(d-x))/(d-c) & c < x \leq d \\ 1 & Otherwise \end{cases} \quad (4)$$

$$\lambda_{\tilde{\tilde{a}}}(x) \begin{cases} (b-x+y_{\tilde{\tilde{a}}}(x-a))/(b-a) & a \leq x < b \\ y_{\tilde{\tilde{a}}} & b \leq x \leq c \\ (x-c+y_{\tilde{\tilde{a}}}(d-x))/(d-c) & c < x \leq d \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (5)$$

Definition 3. (Deli & Subaş, 2016)**:** A single valued triangular neutrosophic number (SVTrN) $\tilde{\tilde{a}} = \langle (a, b, c); w_{\tilde{\tilde{a}}}, u_{\tilde{\tilde{a}}}, y_{\tilde{\tilde{a}}} \rangle$ is a special neutrosophic set in $\mathbb{R}$ with truth-membership function, indeterminacy-membership function and falsity-membership function as follows:

$$\mu_{\tilde{\tilde{a}}}(x) \begin{cases} (x-a)w_{\tilde{\tilde{a}}}/(b-a) & a \leq x < b \\ w_{\tilde{\tilde{a}}} & x = b \\ (c-x)w_{\tilde{\tilde{a}}}/(c-b) & b \leq x \leq c \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (6)$$

$$v_{\tilde{\tilde{a}}}(x) \begin{cases} (b-x+u_{\tilde{\tilde{a}}}(x-a))/(b-a) & a \leq x < b \\ u_{\tilde{\tilde{a}}} & x = b \\ (x-b+u_{\tilde{\tilde{a}}}(c-x))/(c-b) & b \leq x \leq c \\ 1 & Otherwise \end{cases} \quad (7)$$

$$\lambda_{\tilde{\tilde{a}}}(x) \begin{cases} (b-x+y_{\tilde{\tilde{a}}}(x-a))/(b-a) & a \leq x < b \\ y_{\tilde{\tilde{a}}} & x = b \\ (x-b+y_{\tilde{\tilde{a}}}(d-x))/(d-c) & b \leq x \leq c \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (8)$$

If $a \geq 0$ at least $c > 0$ then STrVN-number is called a positive SVTrN, denoted by $\tilde{\tilde{a}} > 0$. In the same way, if $c \leq 0$ at least $a < 0$ then SVTrN is called a negative SVTrN, denoted by $\tilde{\tilde{a}} < 0$.

Definition 4. (Broumi, Bakali, Talea, Smarandache, & Vladareanu, 2017)**:** Score and accuracy functions are used to compare between two SVTrNs. Let $\tilde{\tilde{a}} = \langle (a, b, c); w_{\tilde{\tilde{a}}}, u_{\tilde{\tilde{a}}}, y_{\tilde{\tilde{a}}} \rangle$ be a SVTrN. Score function denoted by $S(\tilde{\tilde{a}})$ and accuracy function denoted by $A(\tilde{\tilde{a}})$, are defined as follow:

$$S(\tilde{\tilde{a}}) = \frac{1}{12}[a + 2b + c]x(2 + \mu_{\tilde{\tilde{a}}} - v_{\tilde{\tilde{a}}} - \gamma_{\tilde{\tilde{a}}}) \quad (9)$$

$$A(\tilde{\tilde{a}}) = \frac{1}{12}[a + 2b + c]x(2 + \mu_{\tilde{\tilde{a}}} - v_{\tilde{\tilde{a}}} + \gamma_{\tilde{\tilde{a}}}) \quad (10)$$

Definition 5. (Ye, 2017)**:** Score and accuracy functions are used to compare between two SVTNs. Let $\tilde{\tilde{a}} = \langle (a, b, c, d); w_{\tilde{\tilde{a}}}, u_{\tilde{\tilde{a}}}, y_{\tilde{\tilde{a}}} \rangle$ be a SVTN. $S(\tilde{\tilde{a}})$ and $A(\tilde{\tilde{a}})$ are defined as follow:

$$S(\tilde{\tilde{a}}) = \frac{1}{12}[a + b + c + d]x(2 + \mu_{\tilde{\tilde{a}}} - v_{\tilde{\tilde{a}}} - \gamma_{\tilde{\tilde{a}}}) \quad (11)$$

$$A(\tilde{\tilde{a}}) = \frac{1}{12}[a + b + c + d]x(2 + \mu_{\tilde{\tilde{a}}} - v_{\tilde{\tilde{a}}} + \gamma_{\tilde{\tilde{a}}}) \quad (12)$$

Definition 6. (Ye, 2017)**:** Let $\tilde{\tilde{a}}_1$ and $\tilde{\tilde{a}}_2$ be two SVTNs. The ranking $\tilde{\tilde{a}}_1$ and $\tilde{\tilde{a}}_2$ by score and accuracy functions are defined as follows:

- If $S(\tilde{\tilde{a}}_1) < S(\tilde{a}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 < \tilde{\tilde{a}}_2$
- If $S(\tilde{\tilde{a}}_1) > S(\tilde{a}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 > \tilde{\tilde{a}}_2$
- If $S(\tilde{\tilde{a}}_1) = S(\tilde{a}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 < \tilde{\tilde{a}}_2$;
    - If $A(\tilde{\tilde{a}}_1) < A(\tilde{a}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 < \tilde{\tilde{a}}_2$
    - If $A(\tilde{\tilde{a}}_1) > A(\tilde{a}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 > \tilde{\tilde{a}}_2$
    - If $A(\tilde{\tilde{a}}_1) = A(\tilde{a}_2)$ then $\tilde{\tilde{a}}_1 = \tilde{\tilde{a}}_2$

2.3 Process Capability Indices based on Neutrosophic Sets

Assume that the SLs are defined by using single-valued neutrosophic numbers (SVTrN). Now assume that single valued triangular neutrosophic specification limits are defined as follow:

$\widetilde{\tilde{LSL}} = \langle (lsl_1, lsl_2, lsl_3); w_{\widetilde{\tilde{LSL}}}, u_{\widetilde{\tilde{LSL}}}, y_{\widetilde{\tilde{LSL}}} \rangle$ and $\widetilde{\tilde{USL}} = \langle (usl_1, usl_2, usl_3); w_{\widetilde{\tilde{USL}}}, u_{\widetilde{\tilde{USL}}}, y_{\widetilde{\tilde{USL}}} \rangle$.

The membership functions of neutrosophic SLs $(\widetilde{\tilde{SLs}})$ as SVTrN are obtained as shown in Figures 1 and 2, respectively.

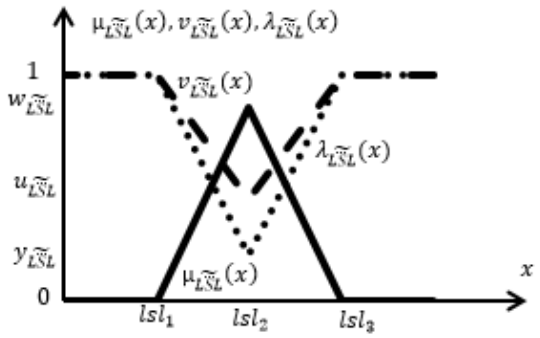


Figure 1. The Membership function of $\widetilde{\tilde{LSL}}$

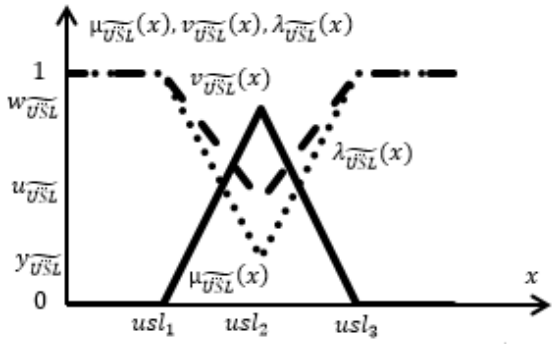


Figure 2. The Membership function of $\widetilde{\tilde{USL}}$

Now assume that single-valued trapezoidal neutrosophic SLs are defined as follow:

$\widetilde{\tilde{LSL}} = \langle (lsl_1, lsl_2, lsl_3, lsl_4); w_{\widetilde{\tilde{LSL}}}, u_{\widetilde{\tilde{LSL}}}, y_{\widetilde{\tilde{LSL}}} \rangle$ and $\widetilde{\tilde{USL}} = \langle (usl_1, usl_2, usl_3, usl_4); w_{\widetilde{\tilde{USL}}}, u_{\widetilde{\tilde{USL}}}, y_{\widetilde{\tilde{USL}}} \rangle$.

The membership functions of $\widetilde{\tilde{SL}}$ as SVTN are obtained as shown in Figures 3 and 4, respectively.

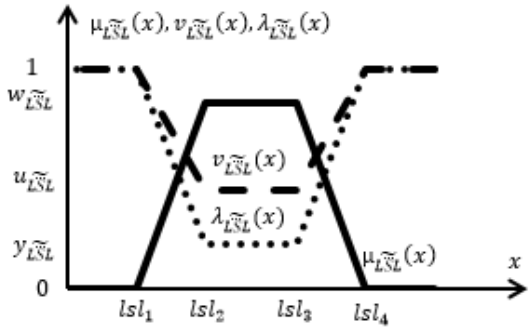


Figure 3. The Membership function of $\widetilde{LSL}$

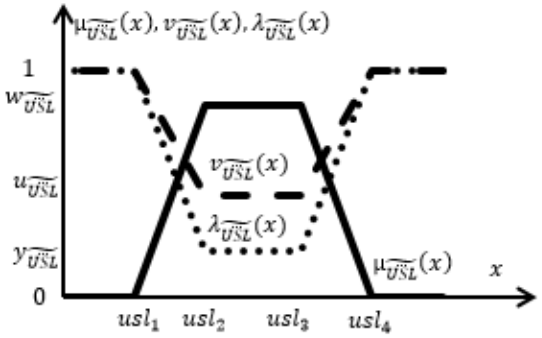


Figure 4. The Membership function of $\widetilde{USL}$

The general definition of the index $\tilde{\tilde{C}}_p$ is as shown in Equation (13):

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \frac{\widetilde{USL} \ominus \widetilde{LSL}}{6\sigma} \tag{13}$$

The index $\tilde{\tilde{C}}_p$ is calculated by using SVTrN as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \frac{\left\langle (usl_1, usl_2, usl_3); w_{\widetilde{USL}}, u_{\widetilde{USL}}, y_{\widetilde{USL}} \right\rangle \ominus \left\langle (lsl_1, lsl_2, lsl_3); w_{\widetilde{LSL}}, u_{\widetilde{LSL}}, y_{\widetilde{LSL}} \right\rangle}{6\sigma} \tag{14}$$

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \left\langle \left(\frac{usl_1 - lsl_3}{6\sigma}, \frac{usl_2 - lsl_2}{6\sigma}, \frac{usl_3 - lsl_1}{6\sigma} \right); w_{\widetilde{USL}} \wedge w_{\widetilde{LSL}}, u_{\widetilde{USL}} \vee u_{\widetilde{LSL}}, y_{\widetilde{USL}} \vee y_{\widetilde{LSL}} \right\rangle \tag{15}$$

Then the MFs of the index $\tilde{\tilde{C}}_p$ is shown in Figure 5.

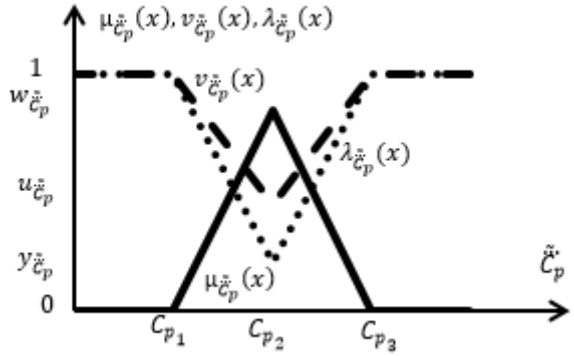


Figure 5. The MFs of the index $\tilde{\tilde{C}}_p$ by using SVTrN

The index $\tilde{\tilde{C}}_p$ is calculated by using SVTN as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \frac{\left\langle (usl_1, usl_2, usl_3, usl_4); w_{\widetilde{USL}}, u_{\widetilde{USL}}, y_{\widetilde{USL}} \right\rangle \ominus \left\langle (lsl_1, lsl_2, lsl_3, lsl_4); w_{\widetilde{LSL}}, u_{\widetilde{LSL}}, y_{\widetilde{LSL}} \right\rangle}{6\sigma} \tag{16}$$

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \left\langle \left(\frac{usl_1 - lsl_4}{6\sigma}, \frac{usl_2 - lsl_3}{6\sigma}, \frac{usl_3 - lsl_2}{6\sigma}, \frac{usl_4 - lsl_1}{6\sigma} \right); w_{\widetilde{USL}} \wedge w_{\widetilde{LSL}}, u_{\widetilde{USL}} \vee u_{\widetilde{LSL}}, y_{\widetilde{USL}} \vee y_{\widetilde{LSL}} \right\rangle \tag{17}$$

Then the MFs of the index $\tilde{\tilde{C}}_p$ is shown in Figure 6.

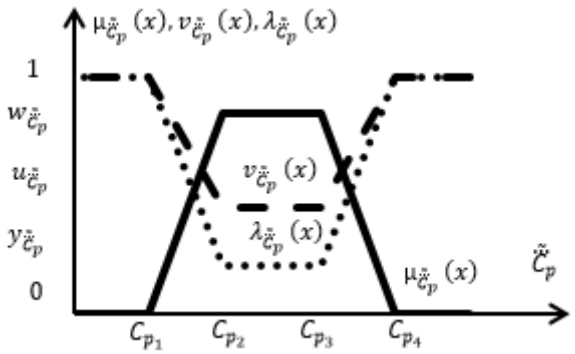


Figure 6. The MFs of the index $\tilde{\tilde{C}}_p$ by using SVTN

2.4 A Numerical Example

Assume that we know that the mean and standard deviation values of dimensions of a gear are 10 mm and 0.2 mm (Montgomery, 2005). The SLs based SVTrN and SVTN for this dimensions can be defined as follows:

$\widetilde{L\tilde{S}L} = \langle(9.2,9.4,9.6); 0.4,0.5,0.6\rangle$ and $\widetilde{U\tilde{S}L} = \langle(10.2,10.4,10.6); 0.2,0.3,0.5\rangle$;
$\widetilde{L\tilde{S}L} = \langle(9.2,9.4,9.6,9.8); 0.4,0.5,0.6\rangle$ and $\widetilde{U\tilde{S}L} = \langle(10.2,10.4,10.6,10.8); 0.2,0.3,0.5\rangle$, respectively.

The index $\tilde{\tilde{C}}_p$ based SVTrN are calculated as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \left\langle\left(\frac{10.2-9.6}{6x0.2}, \frac{10.4-9.4}{6x0.2}, \frac{10.6-9.2}{6x0.2}\right); 0.2\wedge0.4, 0.3\vee0.5, 0.5\vee0.6\right\rangle$$

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \langle(0.5,0.83,1.17); 0.2,0.5,0.6\rangle$$

The process capability of this process within the based on crisp specification limits is approximately 0.83. However, the experts may not be able to define these specification limits precisely. Consequently, the indeterminacy and falsity degrees of the process is expressed as 0.5 and 0.6.

Then the index $\tilde{\tilde{C}}_p$ based on SVTN are calculated as follows:

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \left\langle\left(\frac{10.2-9.8}{6x0.2}, \frac{10.4-9.6}{6x0.2}, \frac{10.6-9.4}{6x0.2}, \frac{10.8-9.2}{6x0.2}\right); 0.2\wedge0.4, 0.3\vee0.5, 0.5\vee0.6\right\rangle$$

$$\tilde{\tilde{C}}_p = \langle(0.33,0.67,1.00,1.33); 0.2,0.5,0.6\rangle$$

3. DISCUSSION AND CONCLUSION

Neutrosophic sets (NSs) are extensions of traditional fuzzy sets is described using three values. There values are truth-membership, indeterminacy-membership and falsity-membership functions. Neutrosophic logic reflects human thinking a better compared to fuzzy logic. An individual may not have enough information about each subject or decision. NSs have more advantageous because they are more flexible and easily applicable than other new fuzzy set extensions. For this reason, NSs have an important role in modeling uncertainty problems. NSs give us more realistic results when applied to real-life problems. In this study, process capability analysis is performed by examining the status of specification limits to be neutrosophic with the help of NSs. For this aim, the single valued neutrosophic number is used for SLs. The single valued neutrosophic value state of the SLs provides us to have more knowledge about the process. The main formulas of process capability indices have been produced based on NSs. Additionally, a numerical example is proposed for utilization in process capability analysis, and a better understanding of the neutrosophic process capability analysis is provided. In future studies, further development of fuzzy set extensions can be achieved by using different process capability indices.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Project Number 119K408.

REFERENCES

Bilgin, M. A., Söyler, D., & Sözen, K. (2016). İstatistiksel Süreç Kontrolü Prensiplerini Kullanarak Bir Kestirimci Bakım Bilgi Sisteminin Geliştirilmesi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 9(2), 5-61.

Broumi, S., Bakali, A., Talea, M., Smarandache, F., & Vladareanu, L. (2017). Computation of shortest path problem in a network with SV-triangular neutrosophic numbers. In IEEE International Conference on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 426-431.

Çimen, S. (2008). Servis ve Yedek Parça Satışı Gerçekleştiren Bir Hizmet İşletmesinin Satış Sürecinde Altı Sigma Metodu ve Bir Uygulama. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Toplam Kalite Yönetimi Programı, Yüksek Lisans Tezi.

Deli, I., & Subaş, Y. (2014). Single valued neutrosophic numbers and their applications to multicriteria decision making problem. Neutrosophic Sets Syst. 2014, 2, 1–13.

Deli, I., & Subaş, Y. (2016). A ranking method of single valued neutrosophic numbers and its applications to multi-attribute decision making problems. Int. J. Mach. Learn. & Cyber., Doi:10.1007/s13042-016-0505-3.

Kahraman, C., Parchami, A., Cevik Onar, S., & Oztaysi, B. (2017). Process Capability Analysis using Intuitionistic Fuzzy Sets. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 32, 1659–1671.DOI:10.3233/JIFS-141877.

Kaya, İ., & Kahraman, C. (2011). Fuzzy process capability indices with asymmetric tolerances. Expert Systems with Applications, 38(12), 14882-14890.

Kaya, İ., & Kahraman, C. (2011b). Process capability analyses based on fuzzy measurements and fuzzy control charts. Expert Systems with Applications, 38(4), 3172-3184.

Kotz, S., & Jonhson, N. (2002). Process capability indices-a review 1992-2000. Journal of Quality Technology, 34, 2-19.

Montgomery, D. C. (2005). Introduction to Statistical Quality Control. New York: John Wiley & Sons.

Parchami, A., Çevik Onar, S., Öztayşi, B., & Kahraman, C. (2017). Process Capability Analysis Using Interval Type-2 Fuzzy Sets. Int. J. Comput. Intell. Syst., 10(1), 721–733.

Radwan, N. M., Senousy, M. B., & Riad, A. M. (2016). A new expoert system for learning management systems evaluation based on neutrosophic sets. Expert Systems, 33, 548-558.

Senvar, O., & Kahraman, C. (2014). Type-2 Fuzzy Process Capability Indices for Non-normal Processes. Processes. J. Intell. Fuzzy Syst., 27(2), 769–781.

Smarandache, F. (1998). A Unifying Field in Logics. Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set and Logic. Rehoboth: American Research Press.

Şahin, O. (2013). İstatistiksel Proses Kontrolünde Proses Yeterlilik Analizi Ve Tekstil Sanayiinde Uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 27(2), 253-271.

Şubaş, Y. (2015). Neutrosophic Sayılar ve Onların Çok Kriterli Karar Verme Problemlerine Uygulamaları. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Matematik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1-106.

Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Q., & Sunderraman, R. (2010). Single valued neutrosophic sets. Multispace and Multistructure, 4, 410-413.

Yanık Uğurlu, S. (2011). Yolculuk Süresi Yeterlilik İndeksi ile Türler-Arası Ulaşımda Erişim Modellemesi. İstanbul: İstanbul Teknik Üiversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı, Doktora Tezi.

Ye, J. (2017). Some Weighted Aggregation Operators of Trapezoidal Neutrosophic Numbers and Their Multiple Attribute Decision Making Method. Informatica, 28(2), 387-402.

AFET ÇALIŞANLARINDAN AFAD VE İTFAİYE KURTARMA EKİPLERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ ÖNCELİĞİ VE KADERCİLİK AÇISINDAN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜRLERİNİN DEĞERLENDIRILMESI: ÇANAKKALE İLİ ÖRNEĞİ

Ali Riza Motorcu
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
armotorcu@comu.edu.tr

Kübra Yılmaz
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Çan Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu / İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü
kubra.yilmaz@comu.edu.tr

Özet
Gelişmekte olan ülkemizde farklı çeşit ve büyüklükte afet ve acil durumlar meydana gelmektedir. Konumu itibari ile de Türkiye pek çok afete tanık olmuştur ve riskli bölgede bulunmaktadır. Afet ve acil durumlarda en önemli rolleri İtfaiye ve AFAD çalışanları paylaşmaktadırlar. Bu çalışanların güvenliğinin sağlanmış olması daha güvenli ve bilinçli bir kurtarma sunmaktadır. Böylece, toplumun olağanüstü durumları en hızlı şekilde atlatması ve halkın refahının yeniden sağlanması hızlanmaktadır. Tehlike ve risklerin çok fazla olduğu arama ve kurtarma, yangın söndürme, eğitimler, kazalar vd. saha çalışmalarında görev yapan bu ekiplerin iş güvenliği (İG) kültürünün yüksek olması beklenmektedir. Bu çalışmanın amacı, Çanakkale ili merkezindeki İtfaiye ve AFAD ekiplerinde sahada görevli çalışanların İG kültürlerini İG önceliği ve kadercilik ölçekleriyle değerlendirmektir. Araştırma evreni Çanakkale ili merkezindeki İtfaiye ve AFAD kurumlarıdır. Çalışmanın örneklemi 46 İtfaiye ve 14 AFAD çalışanı olmak üzere toplam 60 saha çalışanından oluşmaktadır. İş güvenliği kültürü düzeylerini belirlemek üzere 2 ölçekli, Likert tipi, 55 maddelik bir anket hazırlanmış ve personellere yüz yüze uygulanmıştır. Anket verileri SPSS 22.0 istatistiksel paket programı kullanılarak çözümlenmiş ve analiz edilmiştir. İstatistiki analizlerde ölçeklerin güvenirlik analizleri yapılmış, İG önceliği ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı 0,775, kadercilik ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı 0,922 olarak hesaplanmıştır. Araştırmada, katılımcıların eğitim durumu, meslekteki çalışma yılı, çalıştıkları kurum türü, İG denetimlerini yeterli bulma ve İG eğitimi alma durumu gibi demografik değişkenlere bağlı olarak sahada görevli personellerin İG önceliği ve kadercilik algıları arasındaki ilişkiler analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiki çözümlemeler sonucunda eğitim durumu, İG eğitimi alma durumu ile İG önceliği ve kadercilik algısı arasında anlamlı ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AFAD, İtfaiye, İş Güvenliği Kültürü, İş Güvenliği Önceliği, Kadercilik, SPSS

EVALUATION OF OCCUPATIONAL SAFETY CULTURES IN TERMS OF OCCUPATIONAL SAFETY PRIORITY AND FATALISM OF AFAD AND FIREFIGHTING TEAMS OF EMERGENCY AND DISASTER EMPLOYEES: THE CASE OF ÇANAKKALE PROVINCE

Abstract
Different kinds and sizes of disasters and emergencies occur in our developing country. Turkey has witnessed many disasters with a nominal position and it is located in risky areas. Fire Department and, Disaster and Emergency (AFAD) employees share the most important roles in disasters and emergencies. Ensuring the safety of these employees offers a safer and more informed recovery. Thus, it is accelerated that the society can overcome the extraordinary situations in the fastest way and that the public welfare is restored. It is expected that these teams, who work in search and rescue, fire extinguishing, trainings, accidents, etc., where dangers and risks are high, will have a high occupational safety (OS) culture. The aim of this study is to evaluate the OS cultures of the employees working in the field of firefighters and AFAD teams in the center of Çanakkale with the priority of OS and fatalism. The research universe is the Fire Department and AFAD institutions in the Çanakkale province. The sample of the study consists of a total of 60 field employees, 46 Fire Department and 14

AFAD employees. In order to determine the occupational safety culture levels, a 2-scale, Likert-type, 55-item questionnaire was prepared and applied to the staff face to face. Survey data were analyzed using SPSS 22.0 statistical software. In statistical analysis, the reliability analyzes of the scales were made, and the Cronbach Alpha coefficient of the OS priority scale was calculated as 0.775 and the Cronbach Alpha coefficient of the fatalism scale as 0.922. In the research, the relationship between the participants' priorities and perception of fatalism were analyzed and evaluated based on demographic variables such as the educational status of the participants, the year of work in the profession, the type of institution they work in, the status of their OS audits sufficient and their OS training. As a result of the statistical analysis, it has been determined that there are significant relationships between the education level, the status of the education of the OS and the priority and the perception of fatalism.

Keywords: Disaster and Emergency (AFAD), Fire Department, Occupational Safety Culture, Occupational Safety Priority, Fatalism, SPSS

1. GİRİŞ

Ülkemiz acil durum ve afetlerin çok sık yaşandığı, deprem, büyük yangınlar, sel, heyelan, vb. gibi risklerin ve tehlikelerin yoğun olduğu olaylar ile karşı karşıya kalmaktadır. Çoğu ilimizin konumu ve yapısı gereği bu gibi olağanüstü durumlarda yardım ve müdahaleler gerekmektedir. Bu olağanüstü olayların hızlı ve en az hasarla atlatabilmesinde ve halkın normal yaşam seyrine dönmesinde önemli rolleri öncelikli amaçları hayat kurtarma olan acil durum ve afet ekiplerinden AFAD ve İtfaiye ekipleri paylaşmaktadır. Psikolojik ve fiziksel olarak görevlerinin zorlu olması, arama ve kurtarma faaliyetleri, kazalar, yangın söndürme gibi olaylara müdahalelerle birlikte hizmet içi eğitimlerle sürekli kendini geliştirmekte olan kurumlar olması sebebi ile özellikle saha çalışanlarının yüksek seviyede İş Güvenliği Kültürüne (İGK) sahip olması beklenmektedir. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) 2009 yılında kurulmuştur ve T.C. İçişleri Bakanlığı'na bağlı olarak görev yapmaktadır. Afet öncesi hazırlık, sırasında müdahale, sonrasında iyileştirme çalışmaları için yönetimi ve koordinasyonu sağlama temel görevidir (AADY Kanun, 2009). İtfaiyeler 2006 yılı itibariyle belediyeler tarafından yürütülmektedir. İtfaiye çalışanları da acil durumlar, yangınlar, arama-kurtarma gibi tehlike ve risklerin olduğu saha çalışmalarında görev yapmaktadırlar (Beld. İtf. Yön., 2006). Bu ekiplerin çalışmalarında güvenlik kültürü ile hareket ederek kendi güvenliklerini de sağlayıp müdahalelerini bu şekilde yapmaları büyük önem teşkil etmektedir. Güvenlik Kültürü Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) tarafından 1991 yılında "Kurumun sağlık ve güvenlik programlarının yeterliliğine, tarzına ve uygulamadaki ısrarına karar veren birey ve grupların tutum, değer, yetkinlik ve davranışlar örüntülerinin bir ürünüdür." şeklinde tanımlamıştır (Özkan vd., 2003). Yurtiçi ve yurt dışında yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde acil yardım ve afat çalışanlarının güvenlik kültürlerinin değerlendirilmesi ve onların maruz kaldıkları risk etmenlerinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmaların önemini koruduğu görülmektedir. Franey (2011) yaptığı çalışmada güvenlik kültürünün oluşması ile itfaiyelerde güvenli davranışlar sergileme oranının arttığını tespit etmiştir. Pessemier ve England (2008) çalışmalarında itfaiyelerdeki görevlerin yüksek derecede tehlike ve riskler içermesi nedeniyle güvenlik kültürü için değişimlerin gerektiğine işaret etmektedirler. Berger vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada kurtarma çalışanlarında travma sonrası stres bozukluğunun yüksek olduğu ve önleyici tedbirleri gerekliliği tespit edilmiştir. Stein vd. (2016) yaptıkları çalışmada Dünya Ticaret Merkezi saldırılarına yapılan müdahalelerde bulunan kurtarma çalışanlarının ölüm oranının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Lu vd. (2014) çalışanların iş güvenliğinin sağlanması için kurtarıcıların bireysel ve grupsal sorumluluklarının yüksek olması gerektiğini belirtmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde acil durum ve afetlere müdahale eden ekiplerin tehlike ve risklere maruz kaldığı ve iş kazalarının görüldüğü tespit edilmiştir. Bu çalışmada, Çanakkale ilinde görev yapmakta olan AFAD ve İtfaiye saha çalışanlarının bazı demografik özelliklere (bağımsız faktörlere) bağlı İGK'larını belirlemeye yönelik bir alan araştırması yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın ilgili alanda görev yapmakta olan kurtarma çalışanlarına ve araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Çanakkale ilinde görev yapmakta olan AFAD ve İtfaiye çalışanlarının İG önceliği ve kadercilik anlayışları açısından İGK düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle bu çalışmada İtfaiye ve AFAD çalışanlarının bazı demografik özelliklerine bağlı olarak İG kültürlerinin

nasıl değiştiğine yoğunlaşılmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere yanıtlar aranmıştır:

- AFAD ve itfaiye çalışanlarının (sahada görevli teknik personellerin) İG önceliğine göre onların İG kültür düzeyleri farklılık göstermekte midir?
- AFAD ve itfaiye çalışanlarının kadercilik anlayışlarına göre İG kültür düzeyleri farklılık göstermekte midir?
- AFAD ve itfaiye çalışanlarının İG kültür düzeyleri arasında farklılık var mıdır?
- AFAD ve itfaiye çalışanlarının İSG eğitimi alma durumlarına göre İG kültür düzeyleri farklılık göstermekte midir?
- AFAD ve itfaiye çalışanlarının İSG denetimlerini yeterli bulmalarına göre İG kültür düzeyleri farklılık göstermekte midir?
- AFAD ve itfaiye çalışanlarının iş kazasına neyin sebep olduğu görüşüne göre İG kültür düzeyleri farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın evreni, Çanakkale ili merkezindeki AFAD saha çalışanları ve Çanakkale Belediyesi itfaiye saha çalışanları olmak üzere toplam 60 kişidir. İki kurumda da çalışanların %95'i çalışmaya katılmıştır. Araştırmada çalışanların İGK'larını ölçmek ve değerlendirmek için bir anket hazırlanmış ve çalışanlar ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket formunun ilk kısmında katılımcıların demografik özelliklerini tespit etmek için 27 adet soru ikinci kısımda ise onların İGK'larını belirlemek için 2 adet İGK ölçeği kullanılmıştır. Güvenlik Önceliği ölçeği için Gox ve Cheyne (2000) tarafından geliştirilen ölçek Türkçe'ye uyarlanmıştır. Bu ölçek yönetim açısından iş güvenliğinin taşıdığı önem düzeyinin çalışanlar tarafından nasıl algılandığını ve iş güvenliğine verilen önceliği saptamaya yöneliktir ve 4 maddeden (ifadeden, yargıdan) oluşmaktadır. Kadercilik Ölçeği için Havold ve Nesset (2009) tarafından hazırlanan ölçek dilimize uyarlanarak kullanılmıştır. Bu ölçek çalışanların iş kazalarıyla ilgili kaderci inançlarını ölçmeye yöneliktir ve 7 maddeden oluşmaktadır. Kullanılan Likert ölçeğinde "dizi genişliği/yapılacak grup sayısı" formülü ile aralıkların genişliği hesaplaması yapılmıştır. Bu doğrultu ile aralıklar oluşmuş ve gruplamalar belirtilmiştir. "1.00-1.80 Kesinlikle katılmıyorum", "1.81-2.60 Katılmıyorum", "2.61-3.40 Kararsızım", "3.41-4.20 Katılıyorum", "4.21-5.00 Kesinlikle katılıyorum" olarak değerlendirmeler yapılmıştır (Tekin, 1993). AFAD ve itfaiye çalışanlarının cevaplamış olduğu anket formları toplanmış ve anketlerdeki veriler SPSS 22.0 istatistiksel paket programıyla çözümlenmiş ve analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenirlik ve iç tutarlılıklarını ölçmek için Cronbach Alfa katsayıları kullanılmıştır. Farklılıklar ölçüldüğünde ölçeğin iç tutarlılığını ve güvenilirliğini Cronbach alfa tespit etmektedir (Cronbach, 2004). Yapılan analizler sonucunda iş güvenliği önceliği ve kadercilik alt boyut ölçeklerine ait Cronbach alfa katsayıları sırasıyla 0,775 ve 0,922 olup değerler 1'e yakın olduğundan ölçekler güvenilir olarak bulunmuştur. Anket sorularının yanıtlanması sonucu elde edilen bulgu ve sonuçların değerlendirilmesinde frekans (f), ortalama (X), standart sapma (SS) dahilinde değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmada katılımcıların değerlendirilmelerinin farklılığına ilişkin Varyans analizi (ANOVA) ve bağımsız guruplar t testi kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tablo 1'de araştırma katılımcılarının bazı demografik özelliklerine ait frekans (f) ve yüzdelik dağılımları (%) verilmiştir. Bu çalışmada, katılımcıların %23,3'ü AFAD kurumunda, %76,7'si itfaiye teşkilatında çalışmaktadır. Katılımcıların cinsiyeti incelendiğinde tamamının erkek olduğu görülmektedir. Katılımcıların eğitim durumları bakımından incelendiğinde yalnızca %8,3'ü ilkokul, %90'ı lise, önlisans ve lisans mezunu olduğu görülmüştür. Katılımcılara İSG eğitimi alıp almadıkları sorulduğunda %43,3 oranında "Evet" cevabı verirken, %56,7'si eğitim almadıkları yönünde cevap vermiştir. Ankete katılan katılımcıların %23,3'ü iş kazasına maruz kaldığını belirtmiştir. Acil durum ve afet gibi olaylarda görev yapmakta olan bu ekipler çok sayıda tehlike ve risk ile karşı karşıyadır. Katılımcıların %88,3'ü kurumlarında İSG biriminin olmadığını, %11,7'si ise bu birimleri bilmediğini belirtmiştir. Katılımcıların %55'i kazaya çalışanın güvensiz olan davranışının sebebiyet verdiğini düşünürken, %45'i iş kazasına güvensiz çalışma ortamının neden olduğunu düşünmektedir.

Tablo 1. Katılımcılara ait demografik bilgiler

Değişkenler		Frekans (f)	Yüzde Dağılım (%)	Değişken		Frekans (f)	Yüzde Dağılım (%)
Cinsiyet	Erkek	60	100,0	Kurum Türü	AFAD	14	23,3
	Kadın	0	0,00		İtfaiye	46	76,7
Eğitim Durumu	İlköğretim	5	8,3	İSG eğitimi aldınız mı?	Evet	26	43,3
	Lise	18	30,0		Hayır	34	56,7
	Ön Lisans	13	21,7				
	Lisans	23	38,3	İş kazasına maruz kaldınız mı?	Evet	14	23,3
	Lisans Üstü	1	1,7		Hayır	46	76,7
İSG birimi var mı?	Hayır	53	88,3	Kazaya sebep olan faktör nedir?	İşçinin güvensiz davranışı	33	55,0
	Bilmiyorum	7	11,7		Güvensiz çalışma ortamı	27	45,0

Tablo 2'de katılımcıların Güvenlik Önceliği ölçeğinde yer alan yargılara ilişkin görüşlerinin yüzde dağılımları (%), aritmetik ortalamaları (X) ve standart sapmaları (SS) oluşturulmuştur. Tablo 2 incelendiğinde, AFAD ve itfaiye çalışanları Güvenlik Önceliği ölçeğine ait yargılardan "Yönetim, çalışanların iş güvenliğinin büyük önem taşıdığını açıkça göz önünde bulundurur." yargısına %61,7, "İş güvenliği konularına yüksek oranda öncelik verilmediğine inanıyorum." yargısına %6,7, "İş güvenlik prosedürlerinin işleyişi dikkatlice izlenmektedir." yargısına %55 ve "Yönetim, iş güvenliğinin de üretim kadar aynı ölçüde önemli olduğunu düşünür." yargısına %65 oranlarında "Kesinlikle Katılıyorum ve Katılıyorum" düzeyinde görüş bildirmişlerdir. Yine Tablo 2'de görüleceği üzere, "Güvenlik önceliği" ölçeğine ilişkin yargıların katılımcılar tarafından değerlendirilmesinde aritmetik ortalama değerleri (X) 1,20-3,75 arasında değişmektedir ve genel ortalama 3,02 (Katılıyorum)'dir. GÖ2 yargısı olumsuz olup çalışanların buna katılmadıkları, kurumların güvenlik önceliğine önem verdiği görülmüştür. Tablo 2'de verilen bulguların analizinden, AFAD ve itfaiye kurumlarındaki çalışanların Güvenlik Önceliği (yönetim, güvenlik prosedürleri, İSG konuları açısından) ölçeği açısından İG kültürlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. "Güvenlik Önceliği" ölçeğine ait bulgular

Yargı No	"Güvenlik Önceliği" Ölçeğine Ait Yargılar	Hiç Katılmıyorum (%)	Katılmıyorum (%)	Kararsızım (%)	Katılıyorum (%)	Tamamen Katılıyorum (%)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)
GÖ1	Yönetim, çalışanların iş güvenliğinin büyük önem taşıdığını açıkça göz önünde bulundurur.	-	3,3	35,0	50,0	11,7	3,70	0,72
GÖ2	İş güvenliği konularına yüksek oranda öncelik verilmediğine inanıyorum.	15,0	53,3	25,0	5,0	1,7	1,20	0,83
GÖ3	İş güvenlik prosedürlerinin işleyişi dikkatlice izlenmektedir.	-	16,7	28,3	46,7	8,3	3,47	0,87
GÖ4	Yönetim, iş güvenliğin de üretim kadar aynı ölçüde önemli olduğunu düşünür.	-	3,3	31,7	55,0	10,0	3,72	0,69
Ortalama (X)		3,75	19,15	**38,75**	**39,17**	7,92	**3,02**	0,77

Katılımcıların "Kadercilik" ölçeğinde yer alan yargılara ilişkin görüşleri ortalama ve standart sapma değerleri olarak Tablo 3'te verilmiştir. "Kadercilik" ölçeğine ilişkin yargıların ortalama değerleri (X) 1,82-2,65 arasında değişmektedir ve ölçeğin genel ortalaması 2,46 (Katılmıyorum)'dir. Buradan, AFAD ve itfaiye çalışanlarının İş güvenliği konusunda Kaderci davranmadıkları ancak "Makinelerin ve teknik ekipmanların kullanımı kazaları kaçınılmaz kılar." ve "Şirketin çabalarına rağmen kazaları önlemek kaçınılmaz görünüyor." yargılarına vermiş oldukları cevaplarda %30 oranında kararsız oldukları görülmektedir.

Tablo 3. "Kadercilik" ölçeğine ait bulgular.

Yargı No	"Kadercilik" Ölçeğine Ait Yargılar	Hiç Katılmıyorum (%)	Katılmıyorum (%)	Kararsızım (%)	Katılıyorum (%)	Tamamen Katılıyorum (%)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)
KÖ1	Kazalar kaçınılmazdır.	15,0	28,3	20,0	28,3	8,3	2,87	1,23
KÖ2	Kazaları önlemek mümkün değildir.	23,3	36,7	16,7	23,3	-	2,40	1,09
KÖ3	Makinelerin ve teknik ekipmanların kullanımı kazaları kaçınılmaz kılar.	21,7	23,3	30,0	21,7	3,3	2,62	1,15
KÖ4	Çalışırken başınıza ne geleceği büyük ölçüde şans meselesidir.	20,0	35,0	26,7	15,0	3,3	2,47	1,08
KÖ5	Ben yıllardır bu işi yapıyorum bana bir şey olmaz.	41,7	41,7	10,0	6,7	-	1,82	0,87
KÖ6	Şirketin çabalarına rağmen kazaları önlemek kaçınılmaz görünüyor.	23,3	28,3	30,0	16,7	1,7	2,45	1,08
KÖ7	Kazalar aniden olur, önlemek için yapılabilecek çok az şey vardır.	23,3	23,3	28,3	23,3	1,7	2,57	1,14
	Ortalama (X)	**23,3**	**30,94**	**23,1**	19,28	5,0	**2,46**	0,77

Tablo 4'te araştırmaya katılan AFAD ve itfaiye saha çalışanlarının eğitim durumu farklılığına göre "Güvenlik Önceliği" ve "Kadercilik" ölçeklerinin değerlendirilmesi verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde her iki ölçeğinde değerlendirilmesinde çalışanların eğitim durumu açısından istatistiki olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$). Her iki ölçekte incelendiğinde, çalışanların eğitim durumu arttıkça Güvenlik Önceliği ortalamaları artmış olup "Kadercilik" yaklaşımları azalmıştır. Smith (2014) tarafından yapılan çalışmada da yaralanmaların azaltılabilmesinde eğitimin gerekliliği belirtilmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların eğitim durumu farklılığına göre Güvenlik Önceliği ve Kadercilik ölçeklerinin ANOVA Sonuçları

Ölçek	Eğitim Durumu	Frekans (f)	Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)	F Tablo	Anlamlılık (P)
Güvenlik Önceliği	İlkokul	5	2,750	0,559	2,965	**0,027**
	Lise	18	3,456	0,713		
	Önlisans	13	3,673	0,425		
	Lisans	23	3,791	0,509		
	Lisansüstü	1	4,250	-		
Kadercilik	İlkokul	5	3,628	0,239	2,924	**0,012**
	Lise	18	2,582	0,915		
	Önlisans	13	2,285	0,650		
	Lisans	23	2,273	0,960		
	Lisansüstü	1	2,442	-		

Tablo 5'te Katılımcıların İG eğitimi alma durumlarıyla "Güvenlik Önceliği" ve "Kadercilik" ölçekleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık olup olmadığını gösteren iki örnekli t-testi ile analizi sonuçları verilmiştir. Bu tablodan görüleceği üzere, katılımcıların İG eğitimi alma durumu ile Kadercilik ölçeği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). İG eğitimi alanların kaderci yaklaşımı daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan, katılımcıların İG eğitimi alma durumlarıyla onların güvenlik önceliği arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Ancak, katılımcıların İG eğitim alması nedeniyle Güvenlik Önceliği ölçeği boyutuyla İGK'lerinin yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 5. Katılımcıların İG eğitim alma durumuna göre Güvenlik Önceliği ve Kadercilik ölçekleri t testi sonuçları

Boyut	İG eğitimi alma	Frekans (F)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)	F Tablo	Anlamlılık (P)
Güvenlik Önceliği	Evet	26	3,798	0,608	0,054	0,119
	Hayır	34	3,551	0,589		
Kadercilik	Evet	26	1,675	0,560	0,012	**0,000**
	Hayır	34	3,050	0,618		

Tablo 6'da araştırmaya katılan AFAD ve itfaiye saha çalışanlarının İG denetimlerini yeterli bulma görüşlerine göre "Güvenlik Önceliği" ve "Kadercilik" ölçeklerinin t testi sonuçları verilmiştir. Bu tablodan da görüleceği üzere, Katılımcıların İG denetimlerini yeterli bulma görüşleriyle ile Kadercilik ölçeği arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yani, AFAD ve itfaiye çalışanlarının İG denetimini yeterli bulma konusundaki düşüncelerinin farklı olduğu bu farklılığın onların İG kültürünü yansıtan Kadercilik ölçeğinin değerlendirilmesinde de etkili olduğu tespit edilmiştir. Pessemier (2008) tarafından yapılan çalışmada da itfaiye çalışanlarının tehlike ve risklerin azaltılabilmesi için İG kültürü değişimlerinin gerekliliği belirtilmiştir. Bu çalışmada, katılımcıların İG denetimlerini yeterli bulma görüşleriyle Güvenlik Önceliği ölçeği arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Katılımcıların İG denetimlerini yeterli bulma görüşlerine göre Güvenlik Önceliği ve Kadercilik ölçekleri t-testi sonuçları

Boyut	İG Denetimlerini Yeterli Bulma	Frekans (F)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)	F Tablo	Anlamlılık (P)
Güvenlik Önceliği	Evet	17	3,926	0,648	2,443	0,096
	Hayır	31	3,548	0,596		
	Fikrim yok	12	3,562	0,478		
Kadercilik	Evet	17	1,890	0,786	5,726	**0,008**
	Hayır	31	2,608	0,882		
	Fikrim yok	12	2,857	0,796		

Tablo 7'de araştırmaya katılan saha çalışanlarının iş kazasına neyin sebep olduğu görüşlerine göre "Güvenlik Önceliği" ve "Kadercilik" ölçeklerinin t testi sonuçlarının değerlendirilmesi verilmiştir. Tablo 7 incelendiğinde, katılımcıların iş kazasına neyin sebep olduğu görüşleri ile Güvenlik önceliği ölçeği arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). İşçinin güvenli olmayan davranışının ortalaması daha yüksek tespit edilmiştir.

Tablo 7. Katılımcıların İş kazasına neyin sebep olduğu görüşlerine göre Güvenlik Önceliği ve Kadercilik ölçekleri t testi sonuçları

Boyut	İş kazasına neyin sebep olduğu	Frekans (F)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)	F Tablo	Anlamlılık (P)
Güvenlik Önceliği	İşçinin güvenli olmayan davranışı	33	3,818	0,628	5,504	**0,022**
	İş güvenliği olmayan çalışma ortamı	27	3,463	0,522		
Kadercilik	İşçinin güvenli olmayan davranışı	33	2,393	0,936	0,328	0,569
	İş güvenliği olmayan çalışma ortamı	27	2,529	0,876		

4. SONUÇLAR

Çanakkale ilindeki AFAD ve itfaiye kurumlarında saha çalışanlarının İG kültürlerinin düzeylerinin güvenlik kültürü ölçeklerinden olan "Güvenlik Önceliği" ve "Kadercilik" ile ele alınan bazı demografik değişkenler açısından belirlenmesine yönelik araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

1. Araştırmaya katılan AFAD (%23,3) ve İtfaiye (76,7) saha çalışanlarının tamamı erkektir. Katılımcıların büyük çoğunluğu %90 lise, ön lisans, lisans eğitimi almıştır.
2. Araştırmaya katılan çalışanların %43,3 İSG eğitimi almış, %56,7 ise İSG eğitimi almamıştır. Ancak, AFAD ve itfaiye çalışanlarının sürekli olarak kurtarma, araç ve malzeme, söndürme vb. konularda eğitim aldıkları bilinmektedir. Katılımcıların bu eğitimleri İSG eğitimi olarak görmediği tespit edilmiştir.
3. İtfaiye ve AFAD kurumlarında yönetimsel açıdan İş Güvenliği Önceliğine önem verildiği görülmüştür. Çünkü katılımcıların %61,7'i yönetimlerinin çalışanlarının iş güvenliklerini önemsediğini belirtmiştir.
4. Katılımcıların genel olarak Kaderci yaklaşımda olmadıkları ancak "Çalışırken başınıza ne geleceği büyük ölçüde şans meselesidir.", "Makinelerin ve teknik ekipmanların kullanımı kazaları kaçınılmaz kılar." ve "Şirketin çabalarına rağmen kazaları önlemek kaçınılmaz görünüyor." yargılarına verdikleri cevaplarda %30 oranında kararsız kaldıkları tespit edilmiştir.
5. ANOVA ve bağımsız değişkenler t-testleri sonuçlarından güvenlik kültürünü yansıtan "Güvenlik önceliği" ve "Kadercilik" ölçekleri ile katılımcıların eğitim durumu, İSG eğitimi alma ve İSG denetimlerini yeterli bulma, iş kazasına neyin sebep olduğu görüşleri arasında genel olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, tehlike ve risklere sıklıkla maruz kalan AFAD ve İtfaiye saha çalışanlarının Güvenlik kültürü temelinin sağlanabilmesi için eğitim durumlarının yüksek olmasının onların güvenlik kültürü oluşumlarını ve gelişimlerini destekleyeceği görülmüştür. Ekip üyelerinin tamamında "önce kendi güvenliğin" algısının daima göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İSG eğitimlerinin daha sık ve katılanların bilinçli şekilde katılımları ile kurumlarda sağlanmış olan güvenlik önceliğinin ve kültürünün desteklenerek güçlenmesinin gerekliliği görülmüştür. 6331 sayılı İSG Kanun'unda arama kurtarma çalışanlarının müdahale faaliyetleri kapsam dışıdır. Ancak, İSG denetimlerinin yapılması ve sürdürülebilir eğitimlerin olması ile bu kurtarıcılar için daha güvenli ve sağlıklı çalışma koşullarının oluşturulabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, yapılan alan araştırmasına sahada görevli afet, kurtarma ve yangın söndürme ekiplerinin katılımlarına izin veren Çanakkale İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'ne (AFAD), Çanakkale Belediyesi'ne, Çanakkale Belediyesi İtfaiye Müdürlüğü'ne ve araştırmaya katılan tüm katılımcılara teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, (2009). *Resmi Gazete* (Sayı: 27261). Erişim Adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/06/20090617-1.htm

Belediye İtfaiye Yönetmeliği, (2006). *Resmi Gazete* (Sayı: 26326). Erişim Adresi:

Berger, W., Coutinho, E.S.F., Figueira, I. *et al.* (2012). Rescuers at risk: a systematic review and meta-regression analysis of the worldwide current prevalence and correlates of PTSD in rescue workers, *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 47(6), 1001–1011.

Cox S.J., Cheyne A.J.T. (2000). Assessing Safety Culture in Offshore Environments, *Safety Science*, 34 (1-3), 111-129.

Cronbach L.J. (2004). "My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures", *CSE Report 643*, University of California, 1-32, Los Angeles.

Freaney C. (2011). Safety Culture and Safety Behaviors Among Firefighters, PhD diss., *University of Tennessee.*

Håvold J.I., Nesset E. (2009). From Safety Culture to Safety Orientation: Validation and Simplification of a Safety Orientation Scale Using a Sample of Seafarers Working for Norwegian Ship Owners, *Safety Science* 47(3), 305-326.

https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.10713&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=

IAEA (1991). Safety Culture, International Safety Advisory Group, Safety Series, 75-INSAG-4 (Vienna: IAEA).

Lu J., Yang N., Ye J., Wu H. (2014). The Influence Paths of Emotion on the Occupational Safety of Rescuers Involved in Environmental Emergencies- Systematic, *Iran J Public Health* 43(11), 1478-1485.

Özkan T., Lajunen T. (2003). Güvenlik Kültürü ve İklimi. *Pivolka*, 2 (10), 3-4.

Pessemier W. L., England R. E. (2012). Safety culture in the US fire service: An empirical definition, *International Journal of Emergency Services*, 1(1), 10-28.

Smith T. D., DeJoy D. M. (2014). Safety climate, safety behaviors and line-of-duty injuries in the fire service. *International Journal of Emergency Services*, 3(1), 49-64.

Stein C. R., Wallenstein S., Shapiro M., Hashim D., Moline J. M., Udasin I., Holden W. L. (2016). Mortality among World Trade Center rescue and recovery workers, 2002–2011, *American journal of industrial medicine*, 59(2), 87-95.

POLİ (VİNİL ALKOL) HİDROJEL PARÇACIKLARIN ESTERLEŞME REAKSİYONUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Nilüfer Hilmioğlu
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Kimya Mühendisliği Bölümü
niluferh@kocaeli.edu.tr

Nazlı Yenihan Yüzer
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Kimya Mühendisliği Bölümü
nazliyenihan@gmail.com

Güler Hasırcı
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Kimya Mühendisliği Bölümü
hasirciguler@gmail.com

Özet
Hidrojeller; suyla etkileştiklerinde çözünmeyen ve çok miktarda suyu sorplayarak şişebilen üç boyutlu yapıdaki polimerik malzemelerdir. Polimerik hidrojellerde dallanmanın olması bu polimerin çözünürlüğünü düşürür ve bu dallanmayı sağlamak için polimerik hidrojeller çapraz bağ ajanlarıyla reaksiyona sokularak yapıları sağlamlaştırılır. Bu sayede reaksiyon ortamında çözünmeden kalarak suyu sorplarlar ve reaksiyon ortamından istenmeyen yan ürün suyu uzaklaştırarak reaksiyonun dönüşümü arttırırlar. Bu çalışmada PVA (Polivinil Alkol) polimeri kullanarak hidrojel boncuklar yapılmıştır. Yapılan bu boncuklara hidrojel denmesinin sebebi suyu tutabilme özellikli olmalarıdır. Etil alkol ile asetik asit arasındaki esterleşme reaksiyonunu gerçekleştirip çıkan yan ürün suyun hidrojel boncuklar vasıtasıyla tutulması sağlanmıştır. Suyun sorplanması sonucu reaksiyonda asit dönüşümünü arttırıp etil asetat verimine katkı sağlamak amaçlanmıştır. %5'lik PVA çözeltisi hazırlanmıştır. Metanol ve NaOH ten oluşan çözeltiye polimer çözeltisi damlatılarak hidrojel parçacıklar oluşturulmuştur. Hidrojel küreler suyla yıkandıktan sonra kurutulmuştur. Hidrojel boncukların suyu %266 gibi yüksek bir oranda suyu tutabildiği yapılan sorpsiyon testleri ile görülmüştür. Etanol ve asetik asitin esterleşme reaksiyonunda sülfo süksinik asit (SSA) katalizör olarak kullanılmış, reaksiyon kesikli reaktörde yapılmıştır. Reaktan başlangıç mol oranının, katalizör miktarının dönüşüme etkisi incelenmiştir. İlk olarak reaktanlar ile katalizörün reaktöre konması ile reaksiyonlar yapılmış, daha sonra reaktanlar ile katalizörün ve hazırlanan hidrojel boncukların reaktöre ilavesiyle deneyler tekrarlanmıştır. Aynı başlangıç mol oranı ve katalizör miktarı kullanımında hidrojel boncukların eklenmesi ile dönüşümün yükseldiği belirlenmiştir. Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP Birimi Ar-Ge Membran Laboratuvarı 2019 ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poli (vinil alkol), Hidrojel, Esterleşme.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF POLY (VINYL ALCOHOL) HYDROGEL PARTICLES ON THE ESTERIFICATIONS REACTION

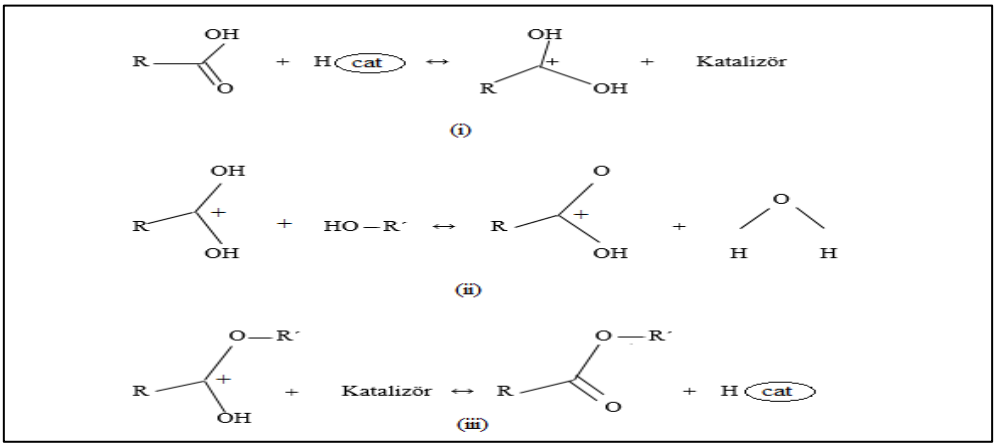
Abstract
Hydrogels; three-dimensional polymeric materials that dont dissolve when interacting with water and swell in large quantities. The presence of branching in polimeric hydrogels lowers the solubility of this polymer, and to achieve this branching, hydrogels are reacted with crosslinking agents to strengthen their structure. In this way, they remain undissolved in the reaction medium and sorb water and increase the conversion of the reaction by removing the unwanted by-product from the reaction medium. In this study, hydrogel beads were made using PVA (Polyvinyl Alcohol) polymer. The reason why these beads are called hydrogels is that are capable of holding water. By performing the esterification reaction between ethyl alcohol and acetic acid, the by-product of the resulting product is provided to be trapped by hydrogel beads. As a result of the sorption of water, it was aimed to increase the acid conversion and contribute to the ethyl acetate yield. 5% PVA solution was prepared. Hydrogel particles were formed by dropping polymer solution into the solution consisting of methanol and NaOH. Hydrogel spheres were dried after washing with water. It has been seen from sorption tests that

hydrogel beads can hold water as 266% swelling degree. In the esterification reaction of ethanol and acetic acid, sulfo succinic acid (SSA) was used as a catalyst, the reaction was carried out in batch reactor. The effect of the reactant initial mole ratio and catalyst amount to the conversion were investigated. Reactions were made by first putting the catalyst into the reactor with the reactants, then experiments were repeated by adding the reactants and catalyst and prepared hydrogel beads to the reactor. The conversion was increased 114% by adding hydrogel beads in the same initial molar ratio and catalyst amount.

Keywords: Poly (vinyl alcohol), Hydrogel, Esterification.

1. GİRİŞ

Esterleşme reaksiyonları günümüz kimya sanayinde ester üretmek amacıyla gerçekleştirilen ve reaksiyon sonunda üretilen esterin; ilaç, kozmetik, boya gibi sektörlerde solvent, inceltici, aroma verici olarak kullanılanıldığı tepkimelerdir. Esterleşme reaksiyonları temel olarak karboksilik asit ve alkolün katalizör varlığında tepkimeye girmesi ile ester ve yan ürün su oluşturan reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlardaki temel problem termodinamik denge ile sınırlı olmalarıdır. Termodinamik dengenin kırılabilmesi için tepkimeye giren alkol ya da karboksilli asit miktarının artırılması da ester verimini artırılabilir ya da oluşan yan ürün su sistemden uzaklaştırılarak reaksiyon dengesi ürünler yönüne kaydırılabilir. Çoğu zaman yan ürün suyun sistemden uzaklaştırılması daha caziptir. Çünkü sisteme sürekli reaktan eklenmesi oluşan ürünü artırmakla birlikte aynı zamanda yan ürün suyun sistemden artırılmasına da neden olur. Bu durumda ürünün saflaştırma basamağında ikincil işlemler gerektirerek sistem maliyetini arttırır (Wang Y ve ark., 2018; Soltani S. Ve ark., 2017; Sirsam R. ve ark., 2016). Bir karboksilik asitle ile bir alkol arasındaki tepkime olan esterleşme tepkimesi mekanizması Şekil 1.'de gösterilmiştir;



Şekil 1. Esterleşme Tepkime Mekanizması

Son yıllarda, polimerik adsorbanlar, ayarlanabilir fizikokimyasal özellikleri, yapısal çeşitliliği, tekrar kullanılabilirliği ve seçiciliği nedeniyle killer ve aktif karbon gibi klasik adsorbanlara karşı daha fazla ilgi görmektedir. PVA, vinylonun bir hammaddesidir ve ucuz bir şekilde üretilebilir. PVA ayrıca yüksek dayanıklılık, biyouyumluluk, iyi gerilme mukavemeti ve parçalanabilirlik gibi çeşitli avantajlara da sahiptir (Fu X. ve ark., 2017; Mok C. F. ve ark., 2020).

Hidrojeller; su ile etkileştiklerinde çözünmeyen, ancak fazla miktarda suyu yapısına alarak şişebilen üç boyutlu yapıdaki polimerlerdir. Hidrojellerde dallanmanın olması polimerin çözünürlüğünü düşürür. Bu durumun kırılması için çapraz bağ ajanları ile muameleye sokulur ve böylece reaksiyon sırasında çözünmeyip suyu tutarak şişerler. Hidrojel polimerleri, hidrofilik doğaları nedeniyle yüksek bir su içeriğine sahiptirler (Aurand E. R. ve ark., 2013).

Literatürde karşılaşılan hidrojel uygulamaları genellikle adsorpsiyon uygulamaları, tıp alanında hücre yapısına katılan hidrojeller ve mühendislik alanlarında olmaktadır. Fu X. Ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada; İyi gerilme ve tekrar kullanılabilir özelliklere sahip grafen oksit / poli (vinil

alkol) hidrojeller hazırlamışlar sudan boya giderimi için adsorbent olarak kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada hazırlanan hidrojellerin boya gideriminde yüksek ölçüde başarılı olduğunu görmüşlerdir. Aurand E. R. Ve arkadaşları (2012) yılında Nöral Doku Mühendisliği için Polimerler ve Hidrojellerin Tanımlanması ve Tasarımı hakkında bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada hazırlanan biyomalzemelerin polimerizasyon ve bozunma yöntemlerinin, hidrojelin genel işlevselliğine katkıda bulunduğu ve gelişmiş hidrojel teknolojilerinin, hücre bazlı ilaç taraması ve insan dokularına lokal ilaç dağıtımı için yeni yöntemlere olanak sağladığı sonucuna varmışlar ve bu teknolojinin gelecek için umut vaat ettiği yönünde görüşlerini bildirmişlerdir. Mok C. F. Ve arkadaşları (2020) yılında yaptıkları çalışmada Poli (vinil alkol) (PVA) ve PVA Bazlı Boyaların Adsorpsiyonu için Polimer Kompozit Adsorbanlar ile ilgili derleme bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada işlenebilirliğin geliştirilmesi, tekrar kullanılabilirlik, kirleticilere göre seçicilik, kararlılık, ayarlanabilir özellikler ve adsorbanların maliyet etkinliği nedeniyle alternatif polimerik adsorbanların geliştirilmesi incelenmiştir.

Bu çalışmada poli (vinil alkol) ‘den hidrojeller hazırlanmıştır. Hazırlanan polimerik hidrojeller etil asetat esterleşme reaksiyonunda kullanılmıştır. Reaksiyon koşulları farklı molar oranlar ve katalizör miktarları ile serbest olarak ve daha sonra en iyi reaksiyon koşullarının sağlandığı tepkimeye hidrojel küreleri ilave edilerek gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. POLİMERİK MEMBRAN ÇÖZELTİSİNİN HAZIRLANMASI

PVA polimeri; ticari adı Mowiol (Mw~125.000)- Sigma-Aldrich ‘ten temin edilmiştir. Polimerik membran çözeltisi poli(vinil alkol) katısı kullanılarak hazırlanmıştır. %5’lik PVA çözeltisi; 85 °C’lik sabit sıcaklık ve 400 rpm karışma hızında manyetik karıştırıcıda yapılmıştır. Çözünme boyunca herhangi bir çözücü kaybı yaşanmaması için düzenek geri soğutucu yardımıyla desteklenmiştir. Hazırlanan çözelti ağırlıkça % 0.5 olacak şekilde gluteraldehit çözeltisi (Ağırlıkça %50 H_2O – Sigma-Aldrich) kullanılarak çapraz bağlama işlemine tabii tutulmuştur.

2.2. POLİMERİK HİDROJEL HAZIRLANMASI

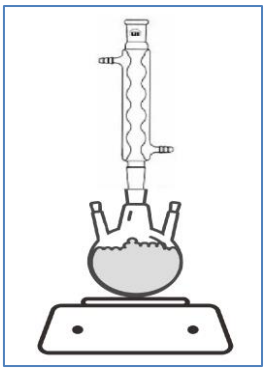
Hidrojel oluşturmak için hazırlanan 200 ml metanol ve 0,02 mol NaOH içeren belirli miktarda çözelti karışım haline getirildi. Hazırlanan stok çözeltisine homojenizasyon işleminin ardından bir damlalık yardımı ile çapraz bağlı PVA çözeltisi damlatılarak hidrojel küreciklerin oluşması sağlanmıştır. Opak renkte oluşan hidrojeller bir süre stok çözeltisinde bekletilmiştir. Ardından oluşan hidrojellerin pH ‘ının ayarlaması (pH≈7.0) amacıyla stok çözeltisinden süzülmüş ve saf suyla ard arda yıkanmıştır. pH ’ı ayarlandıktan sonra tekrar süzülen hidrojeller kurumaya bırakılmıştır. Hazırlanan hidrojel kürecikler Şekil 3.’ de verilmiştir:



Şekil 2. Hidrojel Kürecikler

2.3. REAKSİYON KOŞULLARI

Etil asetat üretimi; etil alkol ve asetik asit molar oranları 1:1, 1:3, 1:6; sıcaklık 85 ºC; sülfosüksinik asit katalizörü miktarı (asite göre ağırlıkça) %0.1-0.5-1 olacak şekilde kesikli reaktörde gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon şeması Şekil 2.’de gösterilmiştir:



Şekil 3. Kesikli Reaktör

Yapılan deneyler neticesinde elde edilen en iyi sonuçlardaki reaksiyona farklı miktarlarda hidrojel eklenerek deney tekrarlanmıştır.

2.4. SORPSİYON DENEYİ

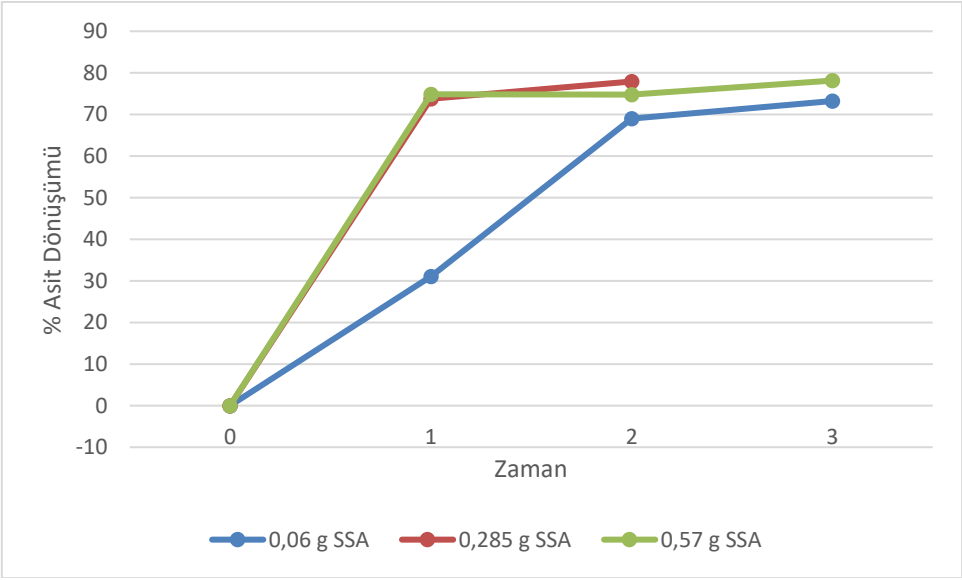
Hazırlanan polimerik hidrojellerin su tutma performansının incelenmesi amacıyla sorpsiyon deneyine tabii tutulmuşlardır.
Sorpsiyon deneyi sonucu elde edilen veriler ile adsorpsiyon yüzdesi hesaplanması denklem (1)' de verilmiştir:

$$\frac{Son\ tartım\ değeri - ilk\ tartım\ değeri}{ilk\ tartım\ değeri} \times 100 \qquad (1)$$

Yapılan hesaplama ile hazırlanan polimerik hidrojel küreciklerin ağırlıklarına göre %266 oranında su adsorplayabildiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar neticesinde; hazırlanan polimerik hidrojellerin yüksek hidrofilitesi nedeniyle esterleşme reaksiyonlarında kullanılabilirliğini kanıtlamaktadır.

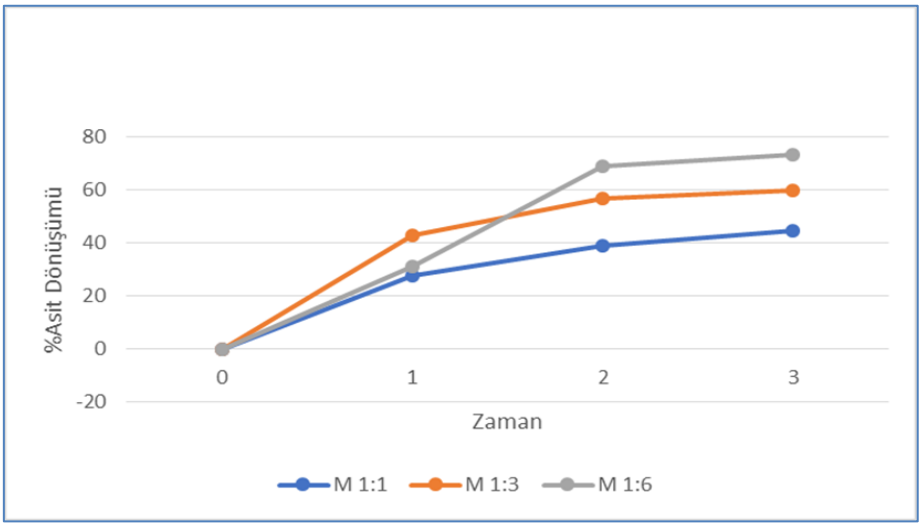
3. SONUÇLAR

Farklı katalizör miktarları için asit dönüşümü Şekil 4 de verildiği gibidir.



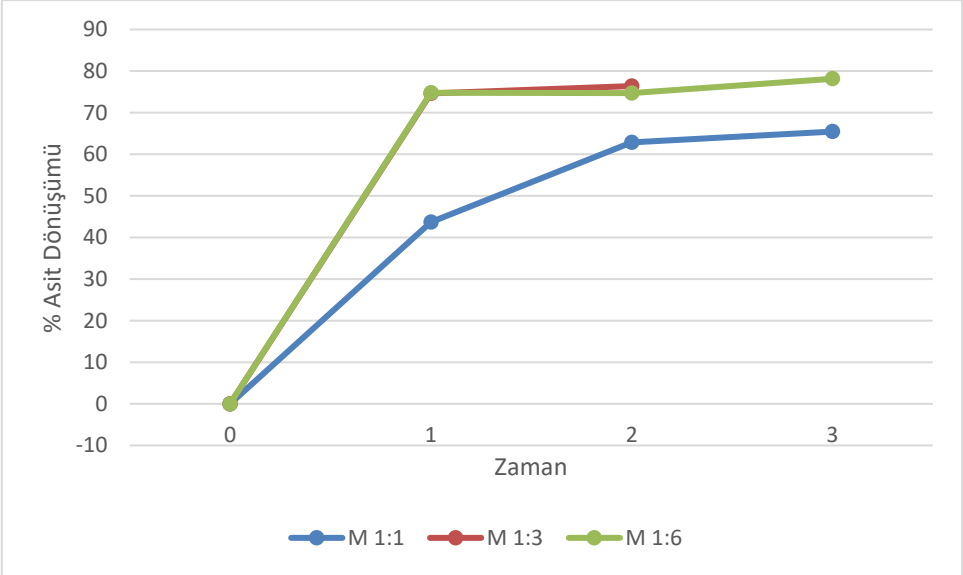
Şekil 4. Katalizör miktarı Asit Dönüşüm İlişkisi, 80 °C, M: 1:6

Yapılan çalışmalar ile serbest katalizörlü reksiyona molar oranların etkisinin incelenmesi amacıyla üç farklı molar orandaki reaksiyon sistemine % 0.1 olacak şekilde SSA katalizörü eklenmiş ve sonuçlar Şekil 5.'te verilmiştir



Şekil 5. Düşük katalizör miktarında molar oran -dönüşüm ilişkisi 80 ºC, Katalizör Miktarı %0.1

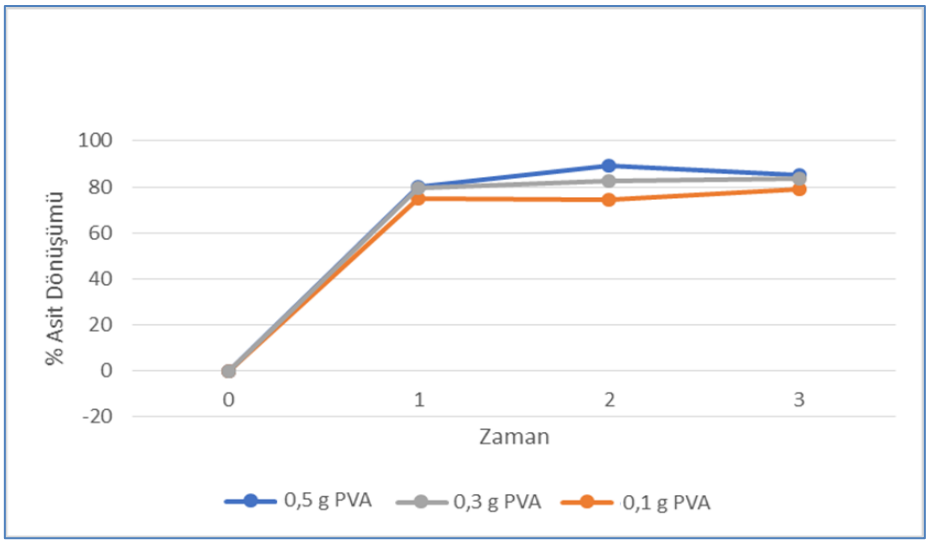
Serbest katalizörlü kesikli reaktörde katalizör miktarı %0.1 olan deneyde en yüksek asit dönüşüm değeri molar oran 1:6 olan sistemde %72 olarak elde edilmiştir. Daha sonra serbest katalizörlü reksiyona katalizör etkisinin incelenmesi amacıyla katalizör miktari %1 olacak şekilde üç farklı molar oranda reaksiyon sistemine eklenmiş ve deneysel sonuçlar Şekil 6.'da verilmiştir:



Şekil 6. Yüksek katalizör miktarında molar oran -dönüşüm ilişkisi 80 ºC, Katalizör Miktarı % 1

Deneylerde artan molar oranların yanı sıra artırılan katalizör miktarınında asit dönüşümü değerini arttırdığı gözlemlenmiştir ve asit dönüşüm değeri artan katalizör miktarının etkisiyle %78'e ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Son olarak esterleşme reaksiyonunda hidrojel küreciklerin etkinliğinin araştırılması amacıyla daha önce yapılan ve en yüksek asit dönüşüm değerinin; molar oran 1:6 ; katalizör miktarının %1 olarak gerçekleştirildiği reaksiyon ortamına 0,1 g, 0,3 g ve 0,5 g PVA hidrojel parçacıkları eklenmiş ve hidrojellerin reaksiyona etkisi incelenmiş ve sonucu Şekil 7' de verilmiştir:



Şekil 7. PVA Hidrojel Küreciklerin Asit Dönüşümüne etkisi 80 ºC, M=1:6, Katalizör Miktarı %1

Yapılan deneysel çalışma artan molar oran ve katalizör miktarının yanı sıra eklenen hidrojel küreciklerin hidrofilitesi sayesinde sistemde biriken yan ürün suyu bünyesinde tutarak Le Chatelier prensibine göre reaksiyonu ürünler yönüne kaydırdığı görülmüştür. Aynı başlangıç mol oranı ve katalizör miktarı kullanımında hidrojel boncukların eklenmesi ile dönüşümün % 89'a yükseldiği belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, asetik asit ve etil alkolün esterleşme reaksiyonu katalizör olarak sülfosüksinik asit varlığında gerçekleştirilmiştir. Sülfosüksinik asit varlığında serbest olarak gerçekleştirilen reaksiyonlar ayrıca PVA hidrojel parçaları eklenerek de yapılmıştır. Reaksiyon sonuçları karşılaştırıldığında hidrofilik özellikteki PVA hidrojellerin reaksiyon sisteminde oluşan suyu tutarak asit dönüşümü değerinin arttırdığı görülmüştür. Sülfosüksinik asit katalizörü ayrıca değerlendirildiğinde; çevreci ve yeşil kimya prensiplerine uygun oluşu tercih sebebi olmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP Birimi Ar-Ge Membran Laboratuvarı 2019 ile desteklenmiştir. Kocaeli Üniversitesi BAP Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Wang Y., Wang X., Xie Y., Zhang K.(2018), Functional nanomaterials through esterification of cellulose: a review of chemistry and application, *Cellulose*, 25,3703–3731.

Soltani S., Rashid U. Al-Resayes S. I., Nehdi I. A. (2017), Recent progress in synthesis and surface functionalization of mesoporous acidic heterogeneous catalysts for esterification of free fatty acid feedstocks: A review, *Energy Conversion and Management*, 141, 183-205.

Sirsam R., Hansora D., Usmani G. A. (2016), A Mini-Review on Solid Acid Catalysts for Esterification Reactions, *Journal of The Institution of Engineers (India): Series E*, 97(2),167–181.

Aurand E. R., Lampe K. J., Kimberly B. Bjugstad K. B. (2013), Defining and Designing Polymers and Hydrogels for Neural Tissue Engineering, *Journal of Neuroscience Research*, 72(3),199-213.

Fu X., Zhan Y., Meng Y., Li Y., Liao C., Lu Z. (2017), Graphene oxide/poly(vinyl alcohol) hydrogels with good tensile properties and reusable adsorption properties, *Plastics, Rubber and Composites*, 46,(2), 53–59.

Mok C. F., Ching C. Y., Muhamad F., Osman N. A. A., Hai N. D., Hassan C. R. C. (2020), Adsorption of Dyes Using Poly(vinyl alcohol) (PVA) and PVA‐Based Polymer Composite Adsorbents: A Review, *Journal of Polymers and the Environment*, 28, 775–793

GLİSERİN KARBONATIN ÜRETİMİNDE OLUŞAN YAN ÜRÜNÜN TUTULMASI İÇİN MEMBRAN GELİŞTİRİLMESİ

Güler HASIRCI
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakütesi / Kimya Mühendisliği
hasirciguler@gmail.com

Nazlı YENİHAN YÜZER
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakütesi / Kimya Mühendisliği
nazliyenihan@gmail.com

Nilüfer HİLMİOĞLU
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakütesi / Kimya Mühendisliği
niluferh@kocaeli.edu.tr

Özet
Fosil yakıtların sera gazı emisyonlarını arttırması nedeniyle oluşan çevre sorunlarını önlemek için çevreci bir yakıt olan biyodizel üretimi de artmıştır. Biyodizel üretimine bağlı olarak yan ürün olarak oluşan atık gliserolün miktarı da artmaktadır. Fazla miktarda üretilen gliserolü katma değeri yüksek olan ürünlere dönüştürmek, sürdürülebilir ve çevreci bir ekonomi için önemli bir adımdır. Gliserin karbonat, gliserol ile dimetil karbonatın (DMC) bazik katalizör eşliğindeki reaksiyonundan elde edilir. Düşük toksiteye sahip, biyo-çözünür ve biyo-temelli moleküllerin üretiminde kullanılır. İlaç, kozmetik, polimer gibi endüstriyel alanlarda plastikleştirici ve solvent olarak, lityum-iyon pillerde, yüzey aktif maddelerde kullanılır. Yakıtın özelliklerini iyileştiren çevreci bir yakıt katkısı olabileceğine ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Membranlar seçici bir ayrımın ve taşınmanın gerçekleştiği yarı geçirgen bir bariyerdir. Hidrofilik membranlar suda çözünen bazı bileşikleri bünyelerinde tutabilir veya geçirebilirler. Kitosan yüksek kimyasal dirençli, biyobozunur ve hidrofilik bir polimerdir. Özellikle membran yapımında harmanlama bileşeni olarak kullanılır. Polivinil alkol (PVA), toksik olmayan, biyo-uyumlu, suda çözünen, hidrofilik bir polimerdir. Kitosan ve PVA'dan oluşan membranların hidrofilik özellikleri kullanılarak, gliserin karbonat üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan metanol membran bünyesinde tutularak gliserol dönüşümü arttırılabilir. Bu çalışmada kitosan ve polivinil alkol polimerleri harmanlanmış, epiklorohidrin ile çapraz bağlanan membran çözeltiden döküm tekniği ile laboratuvar ortamında hazırlanmıştır. Gliserin ile dimetil karbonat arasındaki transesterleşme reaksiyonu sonucu ürün olarak gliserin karbonat yan ürün olarak da metanol oluşmaktadır. Yan ürünün membran vasıtasıyla tutulmasıyla dönüşüm ürünler yönünde artmaktadır. Kullanılacak olan membranın reaktanları tutmaması gereklidir. Bu amaçla hazırlanan membran ile DMC ve metanol için şişme testleri yapılması için ağırlıkça % 40 kitosan içeren kitosan/PVA harman membran parçaları saf metanol, saf DMC ve belirli konsantrasyondaki DMC-Metanol çözeltilerine konmuştur. Membran parçalarındaki zamanla değişen ağırlıklara bağlı olarak kitosan/PVA harman membranın sorpsiyon özellikleri incelenmiştir. Membranın metanolü bünyesinde tutmaya daha yatkın olduğu belirlenmiştir. Böylece kitosan/PVA harman membranın gliserin karbonat üretiminde kullanılabileceği öngörülmüştür. Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP Proje No:2019/088 HD. ile desteklenmiştir

Anahtar Kelimeler: Kitosan, Membran, Transesterleşme

DEVELOPMENT OF MEMBRANE FOR REMOVİNG OF BY-PRODUCT İN GLYCERİN CARBONATE PRODUCTİON

Abstract
Production of biodiesel has increased to prevent enviromental problems caused by fossil fuels that increase greenhouse gas emissions. Waste glycerol that formed as a by-product has increased due to the increased biodiesel production. Conversion of this large amount of glycerol into products with high added value is an important step for a sustainable and environmentally friendly economy. Glycerin carbonate is formed by the reaction of glycerol and dimethyl carbonate (DMC) in the

presence of basic catalyst. Low-toxic glycerin carbonate is an important building block that used in the production of bio-soluble and bio-based molecules. It is used as a plasticizer and solvent in pharmaceutical, cosmetic, polymer industry and used in litium-ion batteries, surfactant and lubricant oils. Studies are carried out regarding an environmentally friendly fuel additive that improves the properties of fuel. Membranes are a semi-permeable barrier where selective separation and transport take place. Hydrophilic membranes can hold or pass some water-soluble compounds in their structure. Chitosan is a high chemical resistant, biodegradable and hydrophilic polymer. Especially, It is used as a blending component in membrane making. Polyvinyl alcohol (PVA) is non-toxic, biocompatible, water-soluble, hydrophilic polymer.In this study, chitosan and polyvinyl alcohol polymers were blended. Blended membrane was prepared by solution casting technique from membrane solution in laboratory. Conversion of Glycerine-DMC transesterification increases in the direction of products by holding the by-product through the membrane. Chitosan / PVA blend membrane pieces containing 40% by weight chitosan were put in pure DMC, pure methanol and certain concentration of DMC-Methanol solutions for swelling tests. It has been determined that the membrane is more prone to hold methanol. It has been predicted that the chitosan / PVA blend membrane can be used in the production of glycerin carbonate. This study was supported with Kocaeli University BAP Project No: 2019/088 HD.

Keywords: Chitosan, Membrane, Transesterification

1. GİRİŞ

Son yıllarda fosil yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan hava kirliliğine karşı fosil yakıtlara çevreci bir alternatif olan biyodizel üretimi ve tüketimi de artmıştır. 2022 yılı itibaren dünya biyodizel üretimi 141 milyar litreyi bulacağı tahmin edilmektedir. Yenilenebilir ve sürdürebilir kaynaklardan elde edilen bir biyo-yakıt olan biyodizel bitkisel yağların bazik şartlarda metanolle transesterifkasyonu ile elde edilir. Toplam biyodizel üretiminin %10'luk kısmı kadar da yan ürün olarak gliserol elde edilmektedir (Trifoi ve ark., 2016). Yüksek miktarda atık olarak elde edilen bu gliserolü değerli başka kimyasallara dönüştürerek değerlendirmek hem çevreci hem de sürdürülebilir bir ekonomi alanı sağlayabilir. Gliserol yiyecek, ilaç, polimer ve yakıt endüstrilerinde uygulama alanı çok yönlü olan bir bileşiktir (Nanda ve ark., 2014). Bunlara ek olarak gliserolün yakıt katkı maddelerine dönüştürülmesi de önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Gliserin karbonat üretimi atık gliserolün değerlendirilebileği önemli bir araştırma konusudur. Gliserin karbonat (4-hidrooksimetil-2-okso-1,3-dioksolan) kozmetik, deterjan, polimer gibi çeşitli endüstrilerde platform molekül olarak kullanılan düşük toksisiteli, beş halkalı siklik bir karbonattır ve yakıtın özelliklerini iyileştiren bir yakıt katkısı olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Caro ve ark., 2019; Szőri ve ark., 2018). Çevreci ve yeşil bir yöntem olan dimetil karbonat (DMC) ile gliserinin bazik katalizör eşliğinde transesterifikasyonundan elde edilebilir (Kumar ve ark., 2015). Membran, seçici ayırma ve taşınmanın gerçekleştiği yarı geçirgen bir bariyerdir. Hidrofilik membranlar suya karşı afiniteye sahip oldukları için suda çözünen bazı bileşikleri bünyelerinde tutabilir veya geçirebilirler (Mulder, 1991 ; Drioli ve Giorno, 2016). Kitinin deasetilasyonundan üretilen kitosan, zararsız, biyo-çözünür, doğal bir polimerdir. Yapısında hidroksil ve amino grupları sayesinde güçlü hidrofilik özellik gösteren bir membran materyelidir. Biyomedikal mühendislik, ilaç taşıyıcı sistemler, ultrafiltrasyon, ters ozmoz ve pervaporasyon işlemlerinde membran materyelinin yapısında kullanır (Zhang ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2013). Özellikle membran yapımında harmanlama bileşeni olarak kullanılmaktadır. Polivinil alkol (PVA), beyazımsı, tatsız, kokusuz , toksik olmayan, biyo-uyumlu, suda çözünen, granül yada toz halinde bulunabilen hidrofilik bir polimerdir (Aslam ve ark., 2018). Çeşitli çapraz bağ ajanlarıyla reaksiyona girerek hidrofilik membran yapımında sıkça kullanılır. Kitosan ve PVA'dan oluşan harman membranların hidrofilik özelliklerinden yararlanılarak , gliserin karbonat üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan metanol, membran bünyesinde tutulup, tersinir olan bu reaksiyonun dengesinin ürünler yönüne kaydırılmasıyla gliserin karbonat verimi arttırılabilir.

2. MATERYAL VE METOD

Kitosan/PVA harman membran hazırlamak üzere kütlece % 1'lik Kitosan ve % 6'lık PVA çözeltileri hazırlanmıştır. Bu çözeltiler belirli miktarda kitosan oranı kütlece % 40 olacak şekilde 2 saat boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışıma belirli miktar, çapraz bağlama ajanı olan epiklorohidrin

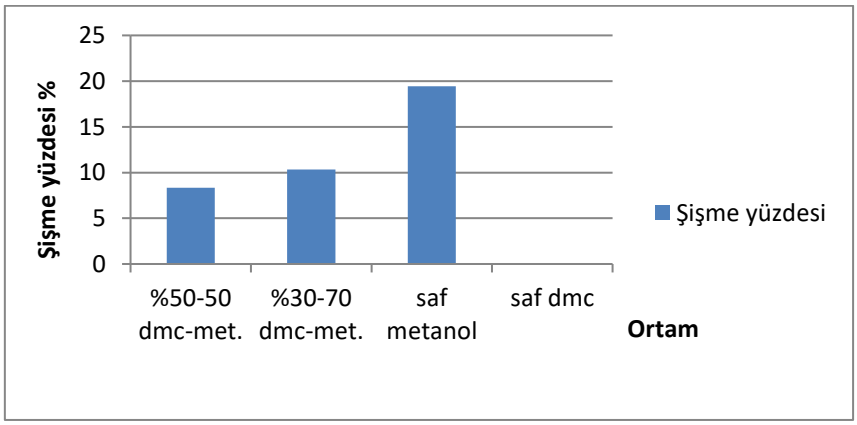
katılmış ve 24 saat boyunca karıştırılmıştır. En son olarak teflon plakalara dökülen karışım oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığında kuruma sonucu elde edilen kitosan/PVA harman membrandan belirli ağırlıkta parçalar kesilmiş ve bu parçalar saf metanol, saf DMC, kütlece %50-%50 metanol-DMC ve kütlece %70-%30 metanol-DMC çözeltilerine daldırılarak saat başı ağırlık ölçümü alınmış ve 6 saat boyunca sorpsiyon işlemine tabi tutulmuştur. En son 24 saatlik sorpsiyon verileri alınarak sorpsiyon işlemi sonlandırılmıştır. Elde edilen sorpsiyon verileriyle değişen ortama ve zamana bağlı olarak membranın şişme yüzdesi hesaplanmıştır. Aşağıda (1) denleminde şişme yüzdesi formülü verilmiştir (Villegas ve ark., 2015).

$$\%S = \frac{Mw\text{-}Md}{Md} \text{ x100} \quad (1)$$

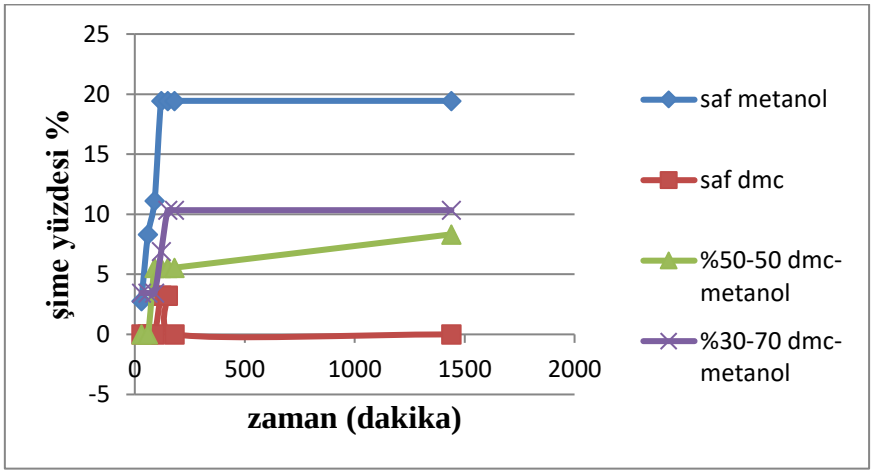
Burada Md kuru membran ağırlığını, Mw sorpsiyondan sonra membran ağırlığını göstermektedir.

3. SONUÇ

Kütlece % 40 kitosan içeren kitosan/PVA harman membranın değişen sorpsiyon ortamına göre şişme yüzdesi Şekil 1'de ve zamana bağlı şişme yüzdesi Şekil 2'de gösterilmiştir. Sonuç olarak önerilen harman membran ortam olarak kıyaslandığında en çok metanolü sorplamış, ortamın metanol konsantrasyonunda azalma olduğunda şişme yüzdesinde de azalma görülmüşür. DMC ortamında ise kayda değer şişme yüzdesi elde edilmemiştir. Zamana bağlı şişme değerlendirildiğinde yine 24 saat sonunda en fazla metanol ortamında şişme yüzdesi elde edilmiştir.



Şekil 1. Sorpsiyon ortamına göre şişme yüzdesi



Şekil 2. Zamana bağlı şişme yüzdesi

4. TARTIŞMA

Yapılan çalışma ile kitosan/PVA harman membranın metanolü bünyesinde tutmaya yatkın olduğu görülmüştür. Önerilen bu membranın metanolü bünyesinde tutup reaksiyon ortamdan

uzaklaştırmasıyla ürün veriminin arttırılması adına gliserin karbonat üretiminde kullanılabileceği ön görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP Proje No:2019/088 HD. ile desteklenmiştir. Yazarlar olarak Kocaeli Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Aslam, M., Kalyar, M. A., Raza, Z. A.(2018), Polyvinyl Alcohol: A Review of Research Status and Use of Polyvinyl Alcohol Based Nanocomposites, *Polymer engeneering and science*, , 58(12), 2119-2132.

De Caro, P., Bandres, M., Urrutigoïty, M., Cecutti, C., Thiebaud-Roux, S. (2019), Recent Progress in Synthesis of Glycerol Carbonate and Evaluation of Its Plasticizing Properties, *Frontiers in Chemistry*, 7, 308.

Drioli, E., Giorno, L. (2016), *Encyclopedia of Membranes*, Berlin: Springer, Berlin, Heidelberg.

Kumar, P., With, P., Srivastava, V. C., Gläser, R., Mishra, I. M. (2015), Glycerol Carbonate Synthesis by Hierarchically Structured Catalysts: Catalytic Activity and Characterization, *Industrial And Engineering Chemistry Research*, 54,12543-12552.

Mulder, M. (1991), *Basic Principles of Membrane Technology*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Nanda, M., Yuan, Z., Qin, W., Ghaziaskar, H. S., Poirier, M. A., Xu, C.C. (2014), Thermodynamic and kinetic studies of a catalytic process to convert glycerol into solketal as an oxygenated fuel additive, *Fuel*, 117, 470-477.

Szőri, M., Raj Giri, B., Wang, Z., Dawood, E. A., Viskolcz, B., Farooq, A. (2018), Glycerol carbonate as a fuel additive for a sustainable future, *Sustainable Energy & Fuels*, 2, 2171-2178.

Trifoi, A., Agachi, Ş. P., Pap, T. (2016), Glycerol acetals and ketals as possible diesel additives. A review of their synthesis protocols, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 804-814.

Villegas, M., Castro Vidaurre, E. F., Gottifredi, J. C.(2015), Sorption and pervaporation of methanol/watermixtures with poly(3-hydroxybutyrate) membranes, *Chemical Engineering Research and Design*, 92, 254-265.

Zhang, H. X., Liu, Q. L., Xiong, Y., Zhu, A. M., Chen, Y., Zhang, Q. G. (2009), Pervaporation dehydration of ethyl acetate/ethanol/water azeotrope using chitosan/poly (vinyl pyrrolidone) blend membranes, *Journal of Membrane Science*, 327, 274-280.

Zhang Q. G., Hu W. W., Zhu A. M., Liu Q. L., UV-Crosslinked Chitosan/Polyvinylpyrrolidone Blended Membranes for Pervaporation, *RSC Advances*, 2013, **3**, 1855–1861.

OTO YETKİLİ VE ÖZEL SERVİSLERİNDE ÇALIŞAN PERSONELLERİN MARUZ KALDIĞI RİSK ETMENLERİ, TEHLİKE VE İŞ KAZALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇANAKKALE İLİ İÇİN BİR ALAN ARAŞTIRMASI

Ali Riza Motorcu
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
armotorcu@comu.edu.tr

Sedat Tayyar
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İş Güvenliği Ana Bilim Dalı
sedattayyar@hotmail.com

Özet
Otomobiller, insanların ulaşım ve taşımacılıkta kullanmış oldukları en önemli araçlardır. Otomobiller zaman içerisinde ya da aniden arızalanabilir. Otomobil sahipleri araçlarının bakım-onarım ve tamir işlemleri için Oto Yetkili Servislerini (OYS) ya da Oto Özel Servislerini (OÖS) tercih etmektedirler. Otomotiv servislerine (OS) gelen araçların büyük çoğunluğu periyodik bakım işlemleri görmektedir. Bunun yanı sıra kaza geçirmiş ya da arıza yapmış araçların tamir işlemleri için OYS'lere ya da küçük ölçekli işletmeler kapsamında yer alan OÖS'lere başvuru sayıları yadsınamayacak kadar çoktur. OYS veya OÖS'lerde çalışan teknik personeller fiziksel, kimyasal, biyolojik, psiko-sosyal ve ergonomik risk etmenlerine maruz kalmaktadırlar. Bu servislerde bakım onarım faaliyetleri için önerilen prosedürlere ve talimatlara uyulmadığı taktirde çalışan teknik personeller iş kazalarına maruz kalmakta, bu kazalar sonunda yaralanmalar hatta ölümler gerçekleşebilmektedir. İşletmelerin ve çalışanların işyerindeki mevcut tehlike ve risklerin farkında olması ve bu durumlara karşı önlem alması iş kazalarının önlenmesinde önleyici tedbirler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, OYS ve OÖS'lerde çalışan teknik personellerin maruz kaldıkları risk etmenleri, tehlike ve iş kazalarının değerlendirmesini yapmak üzere bir alan araştırması yapılmıştır. Araştırmanın evrenini Çanakkale ili merkezindeki OYS ve OÖS'ler oluşturmaktadır.

Araştırma için hazırlanan anket formu ile OS çalışanlarının oto tamir-bakım işlemleri sırasında maruz kaldığı risk etmenleri, tehlike ve iş kazalarının değerlendirilmesi, mesleki riskler neticesinde yaşamış oldukları sağlık problemleri ve kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanım alışkanlıkları hakkında veriler toplanmıştır. Anket verileri istatistikî paket program kullanılarak analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada, tehlikeli grup sınıfında çalışmakta olan OS teknik personellerinin risk etmenlerinin tamamına büyük oranda maruz kalmadığı, kişisel koruyucu donanımların %80 oranında kullanıldığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, OS'lerde risk etmenlerine karşı alınacak tedbirler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İş güvenliği, Oto servis, Risk etmenleri, İş kazası, Teknik personel

ASSESSMENT OF RISK FACTORS, HAZARDS AND OCCUPATIONAL ACCIDENTS EXPOSED BY PERSONNEL WORKING IN AUTHORIZED AND SPECIAL SERVICES: A CASE STUDY FOR ÇANAKKALE PROVINCE

Abstract
Cars are the most important vehicles that people use in transportation. Cars can fail over time or suddenly. Car owners prefer Auto Authorized Services (AAS) or Auto Special Services (ASS) for the maintenance and repair of their vehicles. The vast majority of vehicles coming to automotive services (AS) undergo periodic maintenance. In addition, the number of applications to the AAS for the repair of vehicles that have had an accident or a malfunction or to the ASS within the scope of small-scale enterprises is undeniable. Technical staff working in AAS or ASS are exposed to physical, chemical, biological, psycho-social and ergonomic risk factors. In these services, if the procedures and instructions recommended for maintenance and repair activities are not followed, technical personnel working are exposed to work accidents, and injuries or even deaths can occur at the end of these

accidents. İşletmelerin ve çalışanların işyerindeki mevcut tehlike ve risklerin farkında olması ve bu durumlara karşı önlem alması iş kazalarının önlenmesinde önleyici tedbirler arasında yer almaktadır.

In this study, a case study was conducted to evaluate the risk factors, hazards and occupational accidents to which technical staff working in AAS and ASS are exposed. The universe of the research is the AAS and ASS in the center of Çanakkale. With the questionnaire form prepared for the research, data were collected on the risk factors that AS employees were exposed to during auto repair-maintenance operations, the evaluation of hazard and work accidents, their health problems as a result of occupational risks, and their personal protective equipment (PPE) usage habits. Survey data were analyzed and evaluated using statistical package program. In this study, it was determined that AS technical personnel working in hazardous group class were not exposed to all risk factors, and personal protective equipment was used at 80%. In the study, measures to be taken against risk factors in ASs are also presented.

Keywords: Occupational safety, Auto service, Risk factors, Work accident, Technical personnel

1. GİRİŞ

Otomobiller, insanların ulaşım ve taşımacılıkta kullanmış olduğu en önemli araçlardır. Otomobiller zaman içerisinde ya da aniden arızalanabilir. Otomobil sahipleri araçlarının bakım-onarım ve tamir işlemleri için oto yetkili servislerini (OYS) ya da oto özel servislerini (OÖS) tercih etmektedir. Otomobil servis (OS) atölyelerinde, genel tamir ve bakım, lastik değişimi, sıcak kaynak işleri, akü bakım ve değişimleri, aşınmış fren balata değişimleri, motor yağ değişimi, oto boya ve kaporta vb. işlemler yapılır (Serubiri, 2019). OYS'de veya OÖS'lerde çalışan teknik personeller fiziksel, kimyasal, biyolojik, psiko-sosyal ve ergonomik risk etmenlerine maruz kalmaktadırlar. Bu risk etmenleri ise çalışanların meslek hastalıklarına yakalanmalarına ve iş kazası geçirmelerine sebep olmaktadır. Çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumak için ilk yapılması gereken işlem tehlike kaynaklarını bilmek ve bu tehlikelerin yaratacağı riskleri belirleyerek risk analizi yapmak, bunun sonucuna göre alınacak önlemleri kararlaştırmak ve uygulamaya koymaktır (GİS, 2016). "İş kazası; önceden planlanmamış ve kontrol altına alınmamış olan çevresine sakıncalar yaratan olaylardır." şeklinde tanımlanabildiği gibi 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanununda değinildiği şekliyle çalışanın işyerinde bulunduğu sırada veya iş ile ilgili olmak kaydıyla dışarıda geçen zamanlarda meydana gelen kazaları da içermektedir (Özkılıç, 2005).

İş kazalarının büyük bir bölümü çalışan kişinin davranışlarından kaynaklandığı düşünülecek olursa bu kazaları önlemek içinde büyük rol yine çalışanlara düşmektedir. OYS veya OÖS atölyelerinde çalışan teknik personelin İSG ile ilgili almış olduğu eğitimlerini çalışma yaşamında uygulamaları oldukça önemlidir. Otomobil bakım ve onarım faaliyetleri de tehlikeli işler grubunda olduğundan bu sektördeki güvenlik risklerini tanımlamak, böylece güvenli çalışma ortamı sağlamak adına alınacak önlemleri belirlemek için alanda araştırmacılar tarafından teknik ve bilimsel çalışmalar sürdürülmektedir. Bejan vd. (2011) 3-7 çalışandan oluşan dört işletmenin oto kaporta atölyelerinde, fiziksel ve kimyasal risk etmenlerinden toz, gürültü ve çözücülere maruz kalma üzerine bir alan çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar yapmış oldukları ölçümler neticesinde tamir işlemlerinde kullanılan hava tabancalarının, anahtarların, kesme ve hava matkaplarının 85 dB(A) gürültü ürettiğini; çekiçlerin, öğütücülerin ve cırcırların ise 95 dB(A) değerinin üzerinde gürültü seviyesi oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Çalışanların toza ve çözücülere maruz kalma değerlerinin sınırlar içerisinde olduğu bulgusuna da ulaşmışlardır.

Türkkan vd. (2015) Gemlik Sanayi Sitesinde bulunan işyerlerinde İSG konularında durum saptaması için bir alan araştırması yapmışlardır. İşyerlerinin %56,5'inde zararlı kimyasal madde kullanıldığını tespit eden araştırmacılar benzin, tiner vb. kimyasalların motor ve parça temizliğinde kullanıldığını, bu yüzden oto tamirhanelerinde zararlı kimyasallara sık rastlandığını belirtmişlerdir. Baykan (2016) yaptığı araştırmada İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) için birbirlerini etkileyebilecek durumların ayrıştırılması gerektiğini belirtmiş, parlama ve patlama tehlikesi olan bölgelerde kıvılcım çıkabilecek işlemlerin yapılmamasını (boyahanelerin, kaporta tamirinin yapılmış olduğu alanlardan uzak

tutulması) ve atölye yerleşim ve tahliye planlarının herkesin görebileceği bir yerde olması gerektiğine dikkat çekmiştir. İlgili alanda yapılan çalışmalar devam etmekte olup önemini hala korumaktadır.

Bu çalışmanın amacı OYS ve OÖS'lerde iş güvenliği açısından muhtemel risk etmenlerini belirlemek ve çalışan teknik personellerin bu risk etmenlerine karşı farkındalıklarını tespit etmek ve değerlendirmektir. Çalışma kapsamında yapılan alan araştırması sonucunda elde edilen bulgular literatürle ve ülkemizde İG konusunda gerçekleştirilen uygulamalar çerçevesinde tartışılmış ve bazı öneriler sunulmuştur. Araştırma sonuçlarının uygulayıcılara ve karar alıcılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmanın evreni Çanakkale ili merkezidir. Çanakkale İli Oto Servis Bakım İşlerinde faaliyet gösteren OYS ve OÖS'ler bulunmaktadır. Çanakkale Merkezde 10 adet OYS vardır. Bu firmalarda oto bakım–onarım işlerinin yanı sıra oto boya–kaportacılık işlemleri de yapılmaktadır. Çanakkale Merkez ilçesinde bulunan OYS'lere yaklaşık 100 teknik personel vardır. OÖS'ler Çanakkale Merkez İlçesinde bulunan Küçük Sanayi Sitesi Tesislerinde ve merkez ilçeye bağlı diğer mahallerdeki dükkânlardan oluşmaktadır. Küçük sanayi sitesi içerisinde dağıtılmış olarak yaklaşık olarak 90'a yakın oto bakım dükkânı bulunmakta olup otomotiv bakım servisçiliği, kaportacılık ve oto boyama işlemlerinde yaklaşık 500 teknik personel çalışmaktadır. Çalışmada teknik personellerin işyerlerinde karşılamış oldukları risk etmenlerini, bu etmenlere karşı almış oldukları önlemleri ve karşılaşmış oldukları sağlık sorunlarını belirlemeye yönelik bir alan araştırması yapılmış ve bu amaçla bir anket hazırlanmıştır. Çalışmada Çanakkale il merkezinde, 50'si OYS, 55'i OÖS'lerde olmak üzere bakım-onarım, oto kaporta ve boya, elektrik işlerinde çalışan toplam 105 teknik personelin cevaplamış olduğu anket formları toplanarak istatistik paket program kullanılarak analiz edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmanın bu bölümünde katılımcıların demografik özelliklerine (bağımsız değişkenlere) ve risk etmenlerine ait bulgular frekans (N) ve yüzdelik dağılım (%) olarak tablolar halinde verilerek yorumlanmıştır.

3.1. Demografik Bulgular

Tablo 1'de görüldüğü üzere bu çalışmada, ankete katılanların %52,4'ü (55 kişi) OÖS'lerde çalışmaktadır. Katılımcıların %47,6'sı (50 kişi) ise OYS'lerde çalışmaktadır. OS'lerde çalışan teknik personellerin tamamı erkektir. Bu tür işletmelerde yürütülmekte olan işlerin doğası gereği çalışan teknik personellerin tamamı ya da büyük bir çoğunluğu erkektir. Katılımcıların %78,1'i (82 kişi) bakım onarım bölümünde çalışmaktadır. Oto boya ve kaporta bölümünde çalışanların oranı %20 (21) kişidir. Katılımcılara İSG eğitimi ile ilgili eğitim alıp almadıkları sorulduğunda %78,1'i (82 kişi) "Evet aldım" olarak cevap verirken, %21,9'u (23 kişi) "Hayır almadım" şeklinde cevaplandırmıştır. Buradan oto servislerinde çalışan teknik personellerin çoğunun İSG eğitimlerini almış oldukları görülmektedir. Katılımcıların %37,1'i (39 kişi) kişi iş kazasına uğradığını, %62,9'u (66 kişi) herhangi bir iş kazasına uğramadığını belirtmiştir. Oto bakım ve onarım sektörü işlemler sırasında yürütülen faaliyetlerin zorluk derecesi ve yine farklı risk etmenlerinin birçoğunu içermesi nedeniyle "tehlikeli" grupta yer almaktadır.

Sektörde risk etmenlerinin fazlalığı nedeniyle sahada çalışan teknik personellerinin iş kazası geçirmesi kaçınılmaz olabilmektedir. Ancak, iş kazası oranının sıfır olması temel hedeftir. Tablo 1'den Çanakkale ili özeli sektör çalışanlarının iş kazası geçirme oranlarının yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Lopez ve Rubio (2016) yaptığı araştırmada otomotiv tamir-bakım sektöründe istihdam edilen her 100 personelden 3,9'unun ölümle sonuçlanmayan bir iş kazası yâda meslek hastalığı geçirdiğini belirtmişlerdir. Özkan ve Arpat (2015) yaptıkları araştırmada katılımcıların %37,5 gibi yüksek bir oranda en az bir kez iş kazasına maruz kaldıklarını görmüşlerdir.

Tablo 1. Oto servislerde çalışan teknik personele ait demografik bilgiler

Değişkenler		Kişi (N)	Yüzde (%)	Değişkenler		Kişi (N)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	105	100,0	İSG eğitimi alma durumu	Eğitim almış	82	78,1
	Kadın	0	0		Eğitim almamış	23	21,9
Servis türü	OYS	50	47,6	Kurumdaki çalışma yeri	Bakım-onarım	81	77,1
	OÖS	55	52,4		Oto kaporta	13	12,4
İş kazası geçirdiniz mi?	Evet	39	37,1		Oto boya	8	7,6
	Hayır	66	62,9		Yönetim	3	2,9

3.2. Oto Servislerdeki Risk Etmenleri, Çalışanların Yaşadıkları Sağlık Sorunları ve KKD Alışkanlıklarına Ait Bulgular

Bu bölümde literatürden, kişisel deneyimlerden ve gözlemlerden yararlanarak hazırlanmış ve oto servislerinde çalışan katılımcıların daha önce ve hâlihazırda karşılaşmış oldukları risk etmenleri, yaşamış oldukları mesleki sağlık sorunları ve yapmış oldukları iş ile ilgili KKD kullanım durumlarını belirlemek için uygulanmış alan araştırmasının (anket) bulguları tablolar halinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

3.2.1. Oto Servis Çalışanlarının Karşılaşmış Oldukları Risk Etmenleri

Oto servislerinde çalışan katılımcıların daha önce ve hali hazırda yaşamış oldukları ve bakım-onarım işleri sırasındaki karşılaşmış oldukları risk etmenleri ile ilgili bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Katılımcıların en çok maruz kaldığı fiziksel risk etmeni %69,5 ve %67,6 ile motor ve havalı tabancaların çıkarmış olduğu gürültüdür. Çekiç darbesi ve taşlama aletlerinin çıkarmış olduğu gürültülere maruz kalanların oranı nispeten azdır.

Katılımcıların %57,1'i çalışmalar sırasında havalı aletlerin titreşimlerine maruz kaldıklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %57,1'i işyerlerinin yeterli termal konfora sahip olduğunu düşünmektedir. Bu oranın düşük çıkmasının nedeni OÖS'lerinde merkezi ısıtma sistemi, iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinin olmamasından kaynaklanmaktadır. Katılımcıların %50-60'ı balata değişimi sırasındaki asbest tozlarına ve araç altı birikmiş tozlara maruz kaldıklarını ifade etmişlerdir. Oto boya kurutma işlemlerinde kullanılan enfraruj cihazları ve oto kaporta işlemleri sırasında kaynak makinelerinin yaymış olduğu radyasyona maruz kalanların oranı ise %30 civarındadır. Katılımcıların en az karşılaşmış olduğu fiziksel risk etmeni ise basınçtır.

Bejan vd. (2011) tarafından yapılan araştırmada da oto servislerindeki el aletlerinden çekiç ve öğütücülerin 95 dB(A) ve üzeri gürültü seviyesine sahip olduğu, çalışanların kulak tıkacı kullanmalarının gürültüye karşı çalışanların kendilerini iyi hissettikleri sonucu bulunmuştur. Araştırmacılar çalışanların tozlara ve çözücülere maruz kalma düzeylerini normal sınırlar içerisinde bulmuşlardır. Baykan (2016) yaptığı çalışmada çalışanların termal konfor açısından rahat edebilmeleri için iş elbiselerinin kullanım amacına uygun olarak yazlık ve kışlık olarak tasarlanması gerektiğine, iş ayakkabılarının ise kaymaz tabanlı ve çelik burunlu olması gerektiğine vurgu yapmıştır. Abou vd. (2018) çalışanların %61'inin fiziksel risk etmenlerinden termal konfor, nem, titreşim ve elektrik risklerine maruz kaldıklarını tespit etmişlerdir.

Katılımcıların %36,2'si araçlardan çıkan zehirleyici egzoz gazlarına maruz kaldıklarını ifade etmişlerdir. Çalışmanın evrenindeki OYS'lerin hepsinde egzoz gaz tahliyesi için nozullar mevcuttur. Sanayi sitesinde bulunan OÖS atölyeleri ise oldukça küçük hacme sahiptir ve doğal havalandırma sistemleri ile toz ve gazlardan arındırılmaktadır. Tamir işlemleri sırasında parça temizliğinde kullanılan kimyasallardan da %34,3 oranında katılımcılar etkilenmiştir.

Kimyasalların yaratmış olduğu patlama ve yangın riskine maruz kalan çalışanların oranı ise %13,3'tür. Türkkan vd. (2015) benzin tiner vb. kimyasalların motor ve parça temizliğinde kullanıldığını belirtmiştir. Abou vd. (2018) çalışmalarında çalışanların %69,7'sinin kimyasal risklerden ağır metal yağları, yakıt çözücü ve yapıştırıcılara maruz kaldıkları tespit etmişlerdir.

Katılımcılara maruz kalmış oldukları biyolojik risk etmenleri ile ilgili sonuçlar incelendiğinde bakım-onarım işleri sırasında araç veya kullanılan el aletlerinin keskin yüzeyleri ve yanlış kullanımlarından dolayı kesik ve yaralanmaya maruz kalanların oranı %52,4'tür (Tablo 2). Kesik ve yaralanmalar hafif şiddetli iş kazaları olarak gerçekleşmektedir. Çalışanların iş eldiveni kullanmama alışkanlığı bu sonucu doğurmuş olabilir. Araçta hava filtresi ve klima sisteminde bulunan polen filtresinin değişimleri sırasında çalışanların teneffüs etmiş olduğu tozlardan bakteri enfeksiyonuna maruz kaldıkları da görülmektedir. Mart 2020 tarihinden itibaren Türkiye'yi etkisi altına alan ve binlerce kişinin hastalanmasına ve ölümüne yol açan Korona virüsü insan hayatını ciddi anlamda tehdit etmektedir.

Basit bir işlem gibi gözükse de hava ve polen fitlerinde bu tür bakteri ve virüslerin olduğu düşünülerek daha dikkatli çalışmak ve KKD kullanmak çalışanlar açısından oldukça önemlidir. İşyerlerinde kimyasal geri dönüş işlemleri için yeterli sistemlerin oluşu atık yağlardan dolayı oluşabilecek biyolojik risk etkisini oldukça azalttığı görülmüştür. Vyas vd. (2011) tarafından yapılan araştırmada çalışanların %63'nün yaralanmaya maruz kaldıkları, yaralanmaların çoğunun el ve vücutta meydana gelen kesikler şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Serburi (2019) yaptığı araştırmada işyerinde en çok yaşanan iş kazasının %44 ile el kesikleri ve çürümeler olduğu bulgusuna varmıştır.

Katılımcıların maruz kaldığı psikolojik risk etmeni bulguları incelendiğinde katılımcıların %89,5'inin işi ile ilgili çözemediği bir konuda meslektaşlarından destek aldığı görülmektedir (Tablo 2). Katılımcıların büyük bir kısmı, iş güvencesinin ve işyerindeki rollerinin belli olduğunu düşünmektedir. Katılımcıların en çok maruz kaldığı psikolojik risk etmeni yeterli ücreti alamamaktır. Yeterli ücreti alamadıkları görüşünü belirten çalışanların oranı %55,2'dir.

Her 3 çalışandan 1'inin zaman ve fazla mesai baskısına maruz kaldığı tespit edilmiştir. Katılımcıların %19'u mobinge uğradıklarını düşünmekte olup bu oran her ne kadar oransal olarak düşük gözükmekte ise de dikkat çekici niteliktedir. Katılımcıların %74,3'ü iş güvencesinin olduğunu düşünmektedir. Par ve Zekiye (2018) çalışanların sağlık kontrolüne gitmeme nedenlerinden birini de işi kaybetme korkusu olduğunu belirtmektedir.

Tablo 2. Oto servis çalışanlarının karşılaşmış oldukları risk etmenleri

Fiziksel Risk etmenleri	**N**	**%**	**Kimyasal Risk Etmenleri**	**N**	**%**
İş yerinde yeterli aydınlatmanın varlığı	87	82,9	Egzoz gazları	38	36,2
Kapalı alanlarda motor gürültüsü	73	69,5	Parça temizliği sırasında kimyasalların etkileri	36	34,3
Havalı tabanca ile çalışırken çıkan gürültü	71	67,6	Kaynak gazları	15	14,3
Havalı aletlerinin titreşimleri	60	57,1	Kimyasal patlama, yangın olayı	14	13,3
İşyerinin termal konfora sahip olması	60	57,1	**Biyolojik Risk Etmenleri**	**N**	**%**
Balata değişimi sırasında asbest tozları	59	56,2	Tamir bakım sırasında kesik ve yaralanmalar	55	52,4
Araç altı tozlar	54	51,4	Polen filtresi değişimi sırasında bakteri enfeksiyonu	24	22,9
Havalandırma ve fan sistemleri gürültüsü	43	41,0	İşyerinde atık yağların sebep olduğu biyolojik riskler	6	5,7
Çekiç darbeleri gürültüsü	37	35,2	**Psikolojik Risk Etmenleri**	**N**	**%**
Araç ve motor titreşimleri	35	33,3	Çözülemeyen işlerde destek alma durumu	94	89,5
Tamir sırasında aşırı ısı	33	31,4	İşyerindeki rollerin belli olma durumu	83	79,0
Taşlama aletleri gürültüsü	31	29,5	İş güvencesinin olduğunu düşünme	78	74,3
İşyerinde cihazlardan dolayı radyasyon	30	28,6	Yeterli ücreti alma durumu	58	55,2
Kaynak işleri sırasında radyasyon	16	15,2	Zaman baskısına maruz kalma	34	32,4
Işık renginin performansı etkilemesi	14	13,3	Fazla mesai yükü	28	26,7
Araç altı çalışmalarda aydınlatma sorunu	7	6,7	Mobing maruz kalma	20	19,0
Aydınlatma için sıvı yakıt kullanma	7	6,7	**Ergonomik Risk Etmenleri**	**N**	**%**
Boya kurutma işlemlerinde enfraruj ışınları	7	6,7	Aşırı ağırlıkla kaldırma	63	60,0
Yakıt, klima sistemlerinde çalışırken yüksek basınç	4	3,8	Uygun olmayan duruşlarda çalışma	55	52,4
Lastik şişirme sırasında yüksek basınç	4	3,8	Vücuda cisim düşmesi yaşanması	25	23,8
			El alet tasarımından dolayı kaza geçirme	6	5,7

Tablo 2'den katılımcıların karşılaşmış oldukları ergonomik risk etmenleri incelendiğinde en çok maruz kaldıkları ergonomik risk %60 oran ile ağır cisim kaldırmadır. Araçta bulunan motor, vites kutusu ve süspansiyon sistemi gibi aksamlar oldukça ağırdır. Her ne kadar bu tür parçaların indirilmesinde ve taşınmasında sehpa, vinç, caraskal vb. ekipmanlar kullanılsa da işin gereği bu ağır yüklere maruz kalmak kaçınılmazdır. Ağır yüklerin taşınmasında çalışanın ekip arkadaşı ile hareket etmesi İG kurallarından en önemlilerindendir. Çalışanların çok azı el aletlerinin ve cihazların yanlış kullanımından dolayı kaza geçirdiklerini ifade etmişlerdir. Diyar vd. (2003) araç altı çalışmalarda ergonomik duruş bozukluklarını önlemenin ne iyi çözüm yolunun aracı lifte almak olduğunu belirtmişlerdir. Baykan (2016) binek otomobillerin tamir işlemlerinde teknisyenlerin ergonomik duruş bozuklukları yaşamamaları için atölye içlerinde muayene çukurlarının oluşturulması gerektiğini veya makaslı ya da elektrikli liftlerin bulunması gerektiğini belirtmiştir. Akple vd. (2013) ise hatalı araç gereç tasarımlarının ve kullanımlarının iş kazasına sebep olduğunu belirtmişlerdir.

3.2.2. Oto Servis Çalışanlarının Risk Etmenlerine Bağlı Yaşadıkları Sağlık Sorunları

Oto servis çalışanlarının risk etmenlerine bağlı yaşadıkları sağlık sorunlarına ilişkin bulgular Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde katılımcıların %70,4'ü gürültüye bağlı herhangi bir sağlık sorunu ile karşılaşmadığını belirtirken %21'i psikolojik olarak etkilendiğini belirtmiştir. Katılımcıların %77,1'i titreşime bağlı herhangi bir sağlık sorunu yaşamadığını ifade ederken eklem ağrısı sağlık

sorunu ile karşılaşanların oranı %12,4'tür. Katılımcıların %5,7'si titreşime bağlı olarak el ve parmaklarında beyazlaşma olduğunu ifade etmişlerdir. Nasaruddin vd. (2014) çalışanların %87'sinin titreşime bağlı olarak kas ve iskelet rahatsızlıklarından muzdarip olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %72,3'ü aydınlatma sorununa bağlı herhangi bir sağlık sorunu ile karşılaşmadığını ifade ederken %22,9'u göz yorulması sorunu yaşadığını ifade etmiştir. Flicker etki dönen bir cismin duruyor gibi gözükmesidir. Motor çalışırken vantilatör, kayış vb sistemleri gözlemlerken Flicker etkisi altında olduklarını ifade edenlerin oranı ise %4,8'dir. Katılımcıların işyerlerindeki radyasyona maruz kalma neticesinde yaşamış olduğu en yüksek sağlık sorunu %22,9'la cilt rahatsızlıklarıdır. Katılımcıların %72,3'ü radyasyona bağlı herhangi bir sağlık sorunu ile karşılaşmadıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıları tozlardan dolayı karşılaşmış oldukları sağlık sorunlarına bakıldığında göz ve solunum yolu rahatsızlıkları %12 seviyelerindedir. Katılımcıların %72,3'ü toza bağlı sağlık sorunu yaşamadıklarını ifade etmişlerdir. Abraham vd. (2015) yaptıkları araştırmada kaynak işlemleri sırasında işçilerin ultraviyole ve kızıl ötesi ışınlara maruz kalabileceğini ve çalışanların uygun gözlükleri kullanmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Tablo 3. Oto servis çalışanlarının risk etmenlerine bağlı olarak yaşadıkları sağlık sorunları

Gürültüye Bağlı Sağlık Sorunları	**N**	**%**	**Aydınlatmaya Bağlı Sağlık Sorunları**	**N**	**%**
Karşılaşmadım	74	70,4	Karşılaşmadım	76	72,3
Psikolojik etki	22	21,0	Göz yorulması	24	22,9
Bilmiyorum	5	4,8	Flicker (cismin duruyor gözükmesi)	5	4,8
Geçici İşitme Kaybı	2	1,9	**Biyolojik Bağlı Sağlık Sorunları**	**N**	**%**
Kalıcı işitme kaybı	2	1,9	Karşılaşmadım	90	85,6
Toza Bağlı Sağlık Sorunları	**N**	**%**	Enfeksiyon	5	4,8
Karşılaşmadım	76	72,3	Tetanos	5	4,8
Göz rahatsızlıkları	13	12,4	Bilmiyorum	5	4,8
Solunum yolu rahatsızlığı	12	11,4	**Radyasyona Bağlı Sağlık Sorunları**		
Akciğer rahatsızlıkları	4	3,8	Karşılaşmadım	76	72,3
Titreşime Bağlı Sağlık Sorunları	**N**	**%**	Cilt rahatsızlıkları	24	22,9
Karşılaşmadım	81	77,1	Gözde katarakt	5	4,8
Eklem ağrıları	13	12,4	**Ergonomiye Bağlı Sağlık Sorunları**	**N**	**%**
El ve parmaklarda beyazlaşma	6	5,7	Karşılaşmadım	88	83,7
Sindirim problemi	5	4,8	Sakatlanma	11	10,5
Kimyasallara Bağlı Sağlık Sorunları	**N**	**%**	Dikkat azalması	5	4,8
Karşılaşmadım	88	83,8	Bilmiyorum	1	1,0
Üst solunum hastalıkları	10	9,5	**Psikolojik Sağlık Sorunları**	**N**	**%**
Göz hastalıkları	4	3,8	Karşılaşmadım	70	66,7
Deri hastalıkları	2	1,9	Stres	14	13,3
Astım, silikoz	1	1,0	Öfke gerginlik	21	20,0

Katılımcıların kimyasal risk etmenlerine bağlı karşılaşmış oldukları sağlık sorunları incelendiğinde çalışanlar herhangi bir sağlık sorunu ile karşılaşmadıklarını belirtse de üst solunum yolu hastalıkları, deri ve göz rahatsızlarına ve astım slikoz gibi önemli hastalıklara yakalandıkları görülmektedir. Abou vd. (2018) çalışanların %45,4'ünde deri hastalıkları prevalansı, %9,2'sinde cilt hastalıkları prevelansı bulgusuna rastlamışlar ve bunların kimyasal malzeme kullanımından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Odabaşı (1995) oto boyacılık atölyelerinde çalışanların oto boya hazırlama ve uygulama sürecinde birçok kimyasal maddelere maruz kalmalarından dolayı, baş ağrısı ve dönmesi, uyuşukluk, kas ve

eklem ağrıları, ciltte ve gözlerde sağlık problemleri ile yaşadıklarını belirtmiştir. Par ve Zekiye (2018) araştırmalarında oto boyacılarında mesleki akciğer rahatsızlığının başlangıcı olarak düşünülen öksürük, balgam vb. durumlara rastlamışlardır. Katılımcıların biyolojik risk etmenlerine bağlı karşılaşmış oldukları sağlık sorunlarına bakıldığında %85,6 ile sağlık sorunu yaşamayanların oranı oldukça yüksektir (Tablo 3). Oto servislerinde biyolojik risk etmenlerinin azlığı bu sonucu doğurmaktadır. Katılımcıların karşılaşmış oldukları psikolojik riskler incelendiğinde; katılımcıların %20'si öfke ve gerginlik yaşadıklarını ifade ederken, stres sorunu yaşayanların oranı ise %13,3'tür. Katılımcıların ergonomik risk etmenlerine bağlı karşılaşmış oldukları sağlık sorunları incelendiğinde; oto servislerinde özellikle ağır yük kaldırılırken ve araç altında çalışmalarda ergonomik çalışmalar olmasına rağmen, %83,7'sinin mevzu bahis risk karşısında sağlık sorunu yaşamamaları olumlu bir tabloyu sergilemektedir. Katılımcıların sadece %10,5'i uygun olmayan ergonomik çalışmalar neticesinde sakatlandıklarını ifade etmişlerdir.

3.2.3. Oto Servis Çalışanlarının KKD Kullanmasına Yönelik Bulgular

Tablo 4'te oto servis çalışanlarının KKD kullanmasına yönelik bulgular verilmiştir. Katılımcıların %80'i yapmış oldukları iş ile ilgili KKD kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu sonuçtan çalışanların KKD kullanma alışkanlıklarının istenilen seviyede olduğunu söylemek mümkündür. Erci vd. (1999) de yaptığı araştırmada çalışanların KKD kullanma oranlarını %33 olarak bulmuştur ki araştırmacıların yaptığı araştırma tarihi ile günümüz tarihine baktığımızda aradan geçen yaklaşık 20 yıllık süreçte olumlu bir tablo önümüze çıkmaktadır. Diğer taraftan, Yılmaz ve Bayat (2005) ise oto boyacıların kullandıkları toz maskelerinin CE normlarına uymadıklarını tespit etmişlerdir. Katılımcıların %66,7'si çelik burunlu ayakkabı ve iş eldiveni kullandıklarını ifade etmiştir. Türkkan vd. (2015) çalışanların %86'sının herhangi bir işitme koruyucusu kullanmadığını, gözlük, güvenlik ayakkabısı ve maske kullanım oranlarının da % 37'nin altında olduğunu belirtmektedirler. Yılmaz ve Bayat (2005) araştırmalarında çalışanların %75'nin günlük hayatta kullandıkları elbiseleri iş elbisesi olarak kullandıklarını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar oto boya atölyelerinde çalışanların %40'nın gözlük ve yüz siperi, %67'sinin maske kullandığını ve tüm otomotiv sektörü dallarında ise iş eldiveni kullanma oranını ise %15 olarak bulmuşlardır. Esin vd. (2018) işyerinde bütün İSG tedbirlerinin olmasına rağmen çalışanların %40'nın düzenli olarak maske kullanmadığını, %26'sının ise hiç maske takmadığını tespit etmişlerdir. Sonuçlar kıyaslandığında Çanakkale İli oto servislerinde çalışan teknisyenlerin, çelik burunlu ayakkabı kullanımında alışkanlıkların olumlu yönde değiştiğini, koruyucu gözlük ve maske kullanım konusunda ise olumlu yönde belirgin bir ilerleme olamadığını saptamak mümkündür.

Tablo 4. Oto servis çalışanlarının KKD kullanmasına yönelik bulgular

Yaptığınız işle ilgili KKD kullanıyor musunuz?	**N**	**%**	**Kullanılan KKD cinsi**	**N**	**%**
Evet	84	80,0	Çelik burunlu ayakkabı	70	66,7
Hayır	16	15,2	İş eldiveni	70	66,7
Bilmiyorum	5	4,8	İş elbisesi	34	32,4
			Koruyucu Gözlük	31	29,5
			Maske	16	15,2
			Koruyucu kulaklık	13	12,4

3.2.4. Oto Servislerdeki Risk Etmenlerine Karşı Alınacak Önlemler

OS atölyelerinde vücut ve sağlığın korunması için bazı noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir. Özellikle OS'lerde bulunan oto boya ortamlarındaki teneffüs edilecek havanın temizlenmesi, boya sistemlerinde, boyama metotlarında ve ekipmanlarında alınacak önlemler çok önemlidir. Oto boya atölyesinde her zaman için uçucu solventler, boya ve zımpara tozları olacaktır. Atölye ortamındaki havanın sürekli ve düzenli olarak sirküle edilmesi gerekmektedir. Boya atölyesi ve kabinlerine temiz hava girişi sağlandıktan sonra, ortamdaki boya parçacıklarının dışları atılması için uygun filtrelerin kullanılması gerekmektedir. Su bazlı boya sistemi kullanarak solvent miktarı %10'a kadar düşmektedir. Bir başka ifadeyle su bazlı boyalarda organik çözücülerin %80'inin yerini su almıştır.

Boya ekipmanlarında alınabilecek en etkili yöntem ise düşük boya sisi sağlayan HVLP tipi boya tabancaları kullanmaktır. Bir boya tamir işinde çalışanlar boya spreyi, çözücü, solvent, tiner, izosiyanatlı ürünler, çinko, kurşun gibi ağrı metallerin sebep olacağı kimyasal risklerle karşı karşıyadır. Bu tür kimyasallar vücudun birçok sistemini olumsuz olarak etkileyebilir. Her ne kadar havalandırmalı yerde veya kısa süreli işlerde çalışılıyor olunsa da boya üreticileri maske kullanımını önermektedirler. Bunun yanı sıra, OS'lerde yapılan işlemler sırasında çalışanlar, kimyasal buharlar, parça sıçramaları, zımpara tozları vb. birçok durumlarla karşılaşabilirler. Oto bakım, boya ve kaporta bölümlerinde çalışanların maskeden başka koruyucu gözlük, kulak koruyucuları, eldiven iş ayakkabısı ve baret gibi KKD'leri de kullanması gerekmektedir. Boya atölyesinde çalışan bir teknisyenin göz yıkama şişesi her zaman için ulaşılabilir bir yerde olmalıdır. 80 dB(A) veya üstü gürültülü ortamlarda ve ekipmanlarla (zımpara makinaları, kuvvetli hava, kesici aletler, taşlama makinaları, kaporta düzeltme işleri) çalışmada kulak koruyucuları kullanılmalıdır. Koruyucu eldivenler kimyasal darbelerden, kesici metallerden ve ısıdan kaynaklanan tehlikelere karşı çalışanları korumaktadır. Eldivenler amacına uygun olarak kullanılmalıdır. Ayrıca, oto teknisyenleri biyolojik risklere karşı kendilerini korumaları için deri temizliği ve bakımına özen göstermelidirler ve ellerini kremler ile sıkça bakımını yapmalıdırlar. Çalışanlar çarpma, vurma, sıkıştırma, düşme, kayma, sivri ve keskin nesnelere basma veya tahriş edici maddelere maruz kalma olasılığı yüksek olan yerlerde koruyucu ayakkabı giymek zorundadırlar. Sallanan, boşlukta asılı, sağa sola fırlayan ya da çarpma riski bulunan nesneler ve forklift kullanımı gibi çalışmalarda baş koruyucu baretlerde kullanılmalıdır. İş kazaların çoğu bilgisizlikten meydana gelmektedir. Bunun için İG eğitimleri sırasında tehlike işaretleri üzerinde durularak çalışanların kullandıkları malzeme için gerekli önlemleri aldıklarından emin olunmalıdır (Karakaya, 2017).

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

OYS ve OÖS'lerde çalışan teknik personellerin maruz kaldıkları İG risk etmenleri, tehlike ve iş kazalarının değerlendirmesi için Çanakkale ili özelinde yapılan bu alan araştırmasında elde edilen sonuçlar şunlardır:

- Oto servis çalışanların %78,1'i İSG eğitimi almışlardır. Buna rağmen, çalışan teknik personelin %37,1'i iş kazası geçirmiştir.
- Katılımcıların en fazla maruz kaldığı fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikolojik ve ergonomik risk etmenleri sırasıyla motor ve havalı el aletlerinin çıkardığı gürültü, egzoz gazları, kesik ve yaralanmalar, yeterli ücreti alamama, zaman baskısı ve ağır yük kaldırmadır.
- Oto servis çalışanlarının %70'ten fazlası risk etmenlerinden kaynaklanan sağlık sorunu yaşamamıştır.
- Oto servis çalışanlarının %80'i KKD kullanma alışkanlığına sahiptir. Oto servislerinde en çok kullanılan KKD çelik burunlu ayakkabı ve iş eldivenidir.

TEŞEKKÜR

Çanakkale ilindeki oto yetkili ve oto özel servislerde çalışan, bu çalışmaya katkı sağlayan tüm teknik personel ve katılımcılara ve işletmelerin/firmaların yöneticilerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

ABOU-ELWAFA H. S., ALBADRY A. A., EL-GILANY A. H., ISMAEL A. F. (2018). Dermatoses Among Automobile Mechanics In Mansoura, Egypt. *Archives of Environmental Occupational Health,* 73(1): 42-47.

ABRAHAM E. G., MEGBELAYIN E. O., AKPAN, S. I. (2015). Awareness And Use Of Protective Eye Devices Among Auto Mechanic Technicians And Auto Spare Parts Traders In Uyo, Nigeria. *International Journal Of Medical Science And Public Health,* 4(9): 1-4.

AKPLE M. S., TURKSON R. F., BISCOFF R., NYAMUAME G. Y. (2013). Accident and Safety Violation in Automobile Repair Workshops in Ghana. *International Journal of Business, Management and Social Sciences,* 4(1): 12-21.

BAYKAN E. (2016). *Otomotiv Servislerinde Güvenlik Riskleri, Önlemleri ve Risk Analizlerinin Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi).* 01.06.2020 tarihinde https://acikerisim.aydin.edu.tr sitesinden alındı.

BEJAN A., BROSSEAU L. M., PARKER D. L. (2011). Exposure Assessment in Auto Collision Repair Shops. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene,* 8(7): 401-408.

DİYAR A., KURT M., DAĞDEVİREN M. (2003). Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 18(3): 73-84.

DURSUN S. (2013). İş Güvenliği Kültürünün Çalışanların Güvenli Davranışları Üzerine Etkisi. *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi,* 3(2): 61-75.

ERCİ B., KILIÇ D., ÖZDEMİR S., TORTUMLUOĞLU G. (1999). Erzurum Sanayi Bölgesinde Oto Tamirhanelerinde Çalışan İşçilerin Sağlıklarını Koruyucu Davranışları İş Ortamı Ve Çalışma Koşullarının Değerlendirilmesi. *Anadolu Hemşirelik Ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1): 73-82.

ESİN M. N., YİLMAZ D., ARDIÇ A. (2012). Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir Fabrikanın Kaynak Bölümü Çalışanlarında Maske Kullanımı Ve Etkileyen Faktörler. *TAF Preventive Medicine Bulletin,* 11(3): 299-306.

GİS, (2016). *İşyerinde Sağlımızı Etkileyen Risk Etmenleri*. 01.06.2020 tarihinde https://www.genel-is.org.tr/isyerinde-sagligimizi-etkileyen-risk-etmenleri,2,13164#.Xs0-gWAzbIU sitesinden alındı.

KARAKAYA H., (2017). *Oto Boya Sistemleri*, Kocaeli, MEBA Ajans ve Matbaacılık,

LÓPEZ-ARQUILLOS A., RUBIO-ROMERO, J. C. (2016). Analysis of Workplace Accidents in Automotive Repair Workshops in Spain. *Safety and Health at Work*, 7(3): 231-236.

NASARUDDIN A. F. A., TAMRIN S. B. M., KARUPPIAH, K. (2014). The Prevalence of Musculoskeletal Disorder and The Association with Risk Factors Among Auto Repair Mechanics in Klang Valley, Malaysia. *Iranian Journal of Public Health*, 43(3): 34-41.

ÖZKAN Y., ARPAT, B. (2015). Mavi Yakalılarda Güvenlik Kültürü Algısı: Denizli İli Kablo İmalat Endüstrisi Örneği. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, Özel Sayı*, 205-240.

ÖZKİLİÇ Ö. (2005). İş Sağlığı Ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. *TİSK Yayınları*, Ankara.

PAR Z. Ş. (2018). *Oto Boya Sektöründe Çalışan Boyacıların Solunum Fonksiyonlarının, Fiziksel Aktivite Seviyelerinin, Yaşam Kalitelerinin Ve Günlük Yaşam Aktivitelerinin Etkilenimi*. (Yüksek Lisans Tezi). 01.06.2020 tarihinde http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr sitesinden alındı.

SERUBIRI N. E. (2019). *Examining Health, Safety and Environmental Procedures in A Motor Vehicle Maintenance Workshop (Doctoral Dissertation).* 01.06.2020 tarihinde http://196.43.133.120/bitstream/handle/20.500.12281/6647/serubiri-cedat-bmec.pdf?sequence=3&isAllowed=y sitesinden alındı.

TÜRKKAN A., NACARKÜÇÜK S., PALA K., AKIŞ N., AYTEKİN H. (2015). Gemlik Sanayi Sitesinde İşyerlerinde Çalışma Ortamı Ve Koşullarının Değerlendirilmesi. *Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Dergisi (MSG)*, 3(12): 19-24.

VYAS H., DAS S., MEHTA S. (2011). Occupational Injuries in Automobile Repair *Workers. Industrial Health*. 49 (5), 642-651.

YILMAZ U., BAYAT M. (2005). Oto Tamirhanelerinde Çalışan Çocuk İşçilerin Sağlıklarını Koruyucu Davranışları İle İş Ortamı Ve Çalışma Koşullarının Değerlendirilmesi. *Journal of Health Science*, 14: 37-44.

DOĞAL GAZ BASINÇ DÜŞÜRME İSTASYONLARINDA VORTEKS TÜPÜN ENERJİ GERİ KAZANIMINA ETKİSİ

İnan Uğur Yüceer
Başkent Doğalgaz Dağıtım GYO A.Ş., Ankara, TURKEY
inanugurr@gmail.com – ORCID ID: 0000-0001-5715-915X

Veli Çelik
Makine Mühendisliği Bölümü, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, TURKEY
vcelik06@gmail.com - ORCID ID: 0000-0003-4338-385X

Özet
Doğal gaz, basınç düşürme ve ölçüm istasyonlarında (RMS-A) sırasıyla filtrelenir, basınç düşümü öncesi ısıtılır debisi ölçülür ve basıncı düşürülür. Basınç düşürme işleminde hassasiyet sebebiyle pilot kontrollü regülatör kullanılır. Regülatörde gaz basıncının düşürülmesi sırasında Joule-Thomson etkisine bağlı olarak gazın sıcaklığı da düşer. Bu durum, gaz içindeki su buharının donması ve hidrat oluşması nedeniyle pilot kontrollü regülatöre hasar verebilir. Bunu önlemek amacıyla doğal gaz, regülatöre girmeden önce ısıtılır. Doğal gaz istasyonlarında enerji kazanımı üzerine yapılan araştırmalarda bu ön ısıtmanın işlem maliyetini düşürmek için istasyonda vorteks pilot gaz ısıtıcıları kullanımı tavsiye edilmektedir. Bu cihazın orta kısmı bir vorteks tüpüdür ve sıcak gaz çıkışındaki ısı enerjisi pilota aktarılır. Gazın regülasyon öncesi ayarlanması gereken sıcaklık daha düşük olur ve böylece ön ısıtma maliyeti düşürülür. Bu çalışmada, vorteks tüp kullanımın avantajları ve maliyet üzerindeki etkisi Ankara'da bulunan bir istasyon üzerinden incelenmiştir. Bu istasyona ait 2016-2019 yıllarına ait veriler aracılığıyla vorteks tüp kullanım öncesi ve sonrası ön ısıtma yakıt tüketimleri hesaplanarak tüketim miktarları karşılaştırılmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada yapay sinir ağı modellemesi yapılmıştır. Belirtilen yıllara ait veriler ile modelin eğitimi tamamlandıktan sonra 2020 yılına ait bir aylık değer üzerinden test yapılmıştır. Böylece enerji geri kazanımı konusunda vorteks tüpü uygulamasının etkililiği desteklenmiş ve diğer istasyonlara vorteks tüpü kullanmaları halinde sağlayacakları tasarrufu hesaplamada bir kaynak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: vorteks tüp, yapay sinir ağı, doğal gaz istasyonları

VORTEX TUBE EFFECT IN ENERGY RECOVERY AT NATURAL GAS PRESSURE REDUCTION STATIONS

Abstract
At the pressure reduction and measuring stations (RMS-A), natural gas is filtered, the flow rate is measured before the pressure drop and the pressure is reduced. Pilot controlled regulator is used in pressure reducing operation due to sensitivity. During the reduction of the gas pressure in the regulator, the temperature of the gas also decreases due to the Joule-Thomson effect. This may damage the pilot-controlled regulator due to the freezing of water vapor in the gas and the formation of hydrate. To prevent this, natural gas is heated before entering the regulator. It is recommended to use vortex pilot gas heaters in the station to reduce the preheating process cost at the researches on energy recovery of natural gas stations. The middle part of vortex pilot gas heaters is a vortex tube, and the heat energy of the hot gas downstream is transferred to the pilot bythis tube. The temperature that needs to be set before the regulation of the gas is lower, thereby the preheating costs reduce. In this study, the advantages of vortex tube use and its effect on cost were investigated through a station in Ankara. Pre-heating fuel consumption before and after vortex tube usage was calculated by data of 2016-2019 of this station and consumption amounts were compared. In addition, artificial neural network modeling was done in the study. After completing the training of the model with the data for the specified years, a test was made on a monthly value of 2020. Thus, the effectiveness of the vortex tube application on energy recovery was supported and a resource was provided to other stations to calculate the savings they would provide if they use the vortex tube.

Keywords: vortex tube, artificial neural network, natural gas stations

1. GİRİŞ

Doğal gazın basıncının düşürüldüğü, ayarlandığı ve doğal gaz miktarının ölçüldüğü istasyonlar basınç düşürme ve ölçüm istasyonları olarak adlandırılmaktadır. Bu istasyonların doğal gazın mekanik kirlilikler, su ve kondensatlardan temizlenmesi; basıncın düşürülmesinden önce gazın ısıtılması, giriş basıncının gerekli çıkış basıncı seviyesine düşürülmesi, gazın kokulandırılması, gaz debisinin ölçülmesi vb. işlevleri bulunmaktadır.

Bu istasyonlara gelen doğal gazın giriş basıncı 35-75 bar aralığındadır. Çıkış basıncı ise dağıtım şirketlerinin işletme basıncına (12-19 bar) veya tesislerin ihtiyaç duydukları basınca göre düşürülür. Basınç düşürme işleminde regülatör kullanılmaktadır.

Basınç düşürme istasyonunda gazın kısılması yani basıncın düşürülmesi kesitin azalmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bir akışkan; vana gibi akış kesit alanını küçülten bir elemandan geçerken basıncı düşer. Bu tür bir hal değişiminde entalpi sabit kalır. Buna kısılma işlemi adı verilir. Genelde akışkanların sıcaklığı kısılma sonucunda büyük ölçüde düşer. Kısılma işlemi esnasında (h=sabit) akışkanın sıcaklığının değişimi, Joule-Thomson katsayısı (μ_{JT}) ile belirlenir (Çengel ve Boles, 2015). Bu işlem çok kısadır, bu nedenle basınç regülatörünün adyabatik olarak yalıtıldığını varsaymak mümkündür. İletim hattındaki doğal gaz için Joule-Thompson katsayısı yaklaşık olarak 0,5 °C/ bar ile ifade edilir. Bu istasyonlardaki 30-40 bar arası basınç düşüşü sıcaklığın 0 °C'nin altına düşmesine ve bu da regülatörlerin ve istasyonun diğer elemanlarının çalışmasıyla ilgili aşağıdaki sorunlara neden olabilir (Kowalski ve ark., 2016; Yılmaz, 2006).

-Doğal gazda bulunan su buharının yoğunlaşması sonucu korozyon;
-Regülatörlerde su buharının kristalleşmesi, kararsız çalışma ve hatta cihazın kilitlenmesi;
-Regülatörlerin pilot kontrol elemanlarının donması;
-İstasyondaki ekipman performansı üzerinde olumsuz etkisi olan hidratların oluşumu ve istasyon performansının düşmesi.

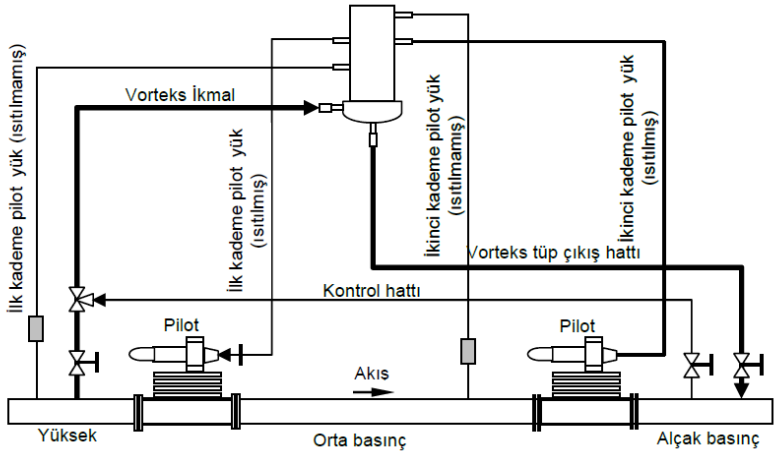
Yukarıda bahsedilen sorunların ortaya çıkmaması ve istasyonun güvenli bir şekilde çalışabilmesi için basınç düşürme öncesinde gazın ön ısıtılmasının yapılması gerekmektedir. Ön ısıtma işlemi su banyolu ısıtıcılar ile yapılmaktadır. Bu tip ısıtma sistemlerinde yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır (Kowalski ve ark., 2016). Bu aşamada vorteks tüpler, ısıtma maliyetlerini düşürmek ve sistemi desteklemek için kullanılabilir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Vorteks Tüp ve Isı Analizi

Vorteks tüpleri, sadece basınçlı gaz ile çalışan, kontrol vanası hariç hiçbir hareketli parçası olmayan basit bir mekanizmadır. Bu basit mekanizma, tüpe teğetsel olarak giren yüksek basınçlı gaz akımını biri giriş gazından daha sıcak diğeri giriş gazından daha soğuk düşük basınçlı iki akıma ayırmaktadır (Ahlborn ve ark., 1994).

Bir vorteks tüpünün ısı akışını sistemdeki ayrı bir gaz akışına transfer etmek için bir vorteks pilot gaz ısıtıcı kullanılır. Vorteks tüpünün dış duvarı bir ısı eşanjörü olarak kullanılmaktadır. Tüpün giriş ucuna basınçlı kaynaktan gelen gaz akışı bağlanır. Vorteks tüp enerji ayrımını yapar. Isı eşanjörünün girişine ayrı bir gaz akışı bağlanır. Böylece ısı eşanjörüne giren gazın ısıtılması sağlanarak bu gaz eşanjörden atılır. Vorteks pilot gaz ısıtıcının şematik olarak istasyona dahil edilmiş hali şekil 1'dedir (Examiner ve Doerrler, 2000).



Şekil 19 Vorteks pilot gaz ısıtıcıların istasyondaki montajı (Yılmaz ve ark., 2007)

Vorteks tüpünün kullanımı ısıtıcı çıkış sıcaklığının düşürülmesini sağlamaktadır. Ön ısıtma için gerekli enerji miktarının düşümü ile ısıtma için gerekli yakıt tüketimi azalmıştır. Bunu tespit edebilmek için gazın ısıtılmasında gerekli olan enerjinin hesaplanması gerekmektedir. Sonrasında bu enerji ihtiyacı ile ısıtıcının termal verimliliği kullanılarak tüketilen yakıt miktarı bulunacaktır. Elimizdeki veriler vorteks pilot gaz ısıtıcısının olduğu döneme aittir. Teorik hesaplanması sonrasındaki yakıt tüketim miktarı gerçek veriler ile karşılaştırılarak doğruluğu kontrol edilmiştir.
Vorteks pilot gaz ısıtıcısı regülatör çıkış sıcaklığının 15 °C ayarlanması yerine 3 °C'e kadar düşürülmesine imkan sağlamaktadır. Bu bilgiden yola çıkarak vorteks pilot gaz ısıtıcı uygulamasının olmadığı varsayılmıştır. Mevcut durumdaki regülatör çıkış sıcaklığı 15 °C olarak alınmış ve basınç düşümünde her 1 bar'da 0,5 °C sıcaklık düşümü yaklaşımına istinaden basınç düşümü öncesi yani ısıtıcı çıkış sıcaklığı tespit edilmiştir. Bu sıcaklık değeri için ön ısıtmada gerekli olan yakıt tüketimi teorik olarak hesaplanmış ve vorteks pilot gaz ısıtıcı uygulamasındaki tüketimler ile karşılaştırılmıştır.
Su banyolu ısıtıcı kontrol hacim olarak seçildiğinde sistemin giriş enerjisi termal enerji olarak alınır. Isı kayıpları ise baca gazı ve yüzey kayıplardır. Giriş enerjisi, ısıtılan gaz için gerekli olan enerji ve kayıpların toplamı olup $\dot{Q}_{fuel}$ olarak denklem 1'de ifade edilmiştir (Rashidmardani ve ark., 2014).

$$\dot{Q}_{\text{fuel}} = \dot{Q}_{\text{losses}} + \dot{Q}_{\text{NG}} \quad (1)$$

Isıtıcıda yanma işlemi sabit basınç altında kararlı durumda olarak ele alınmıştır. Bütün gazlar ideal olarak kabul edilmişitir. Doğal gaz methan, ethan, propan gibi hidrokarbon gazlardan oluşan bir karışımdır. İstasyonda aldığımız örnek bir güne ait gaz bileşenleri tablo 1'de verilmiştir. Bu örneğin yoğunluğu 0,717 kg/m3 ve alt ısıl değeri 48.640,56 kcal/kgK olarak alınmıştır.

Tablo 17 Doğal gaz bileşenleri

Doğal gaz bileşenleri	Hacimsel yüzdesi
Methan (CH_4)	96,3409
Ethan (C_2H_6)	1,8697
Propan (C_3H_8)	0,592
i-Bütan (C_4H_{10})	0,0945
n-Bütan (C_4H_{10})	0,0965
i-Pentan (C_5H_{12})	0,0203
n-Pentan (C_5H_{12})	0,0154
Azot (N_2)	0,8184
Karbondioksit (CO_2)	0,1407
Diğer	0,0116

Bu karışımın özgül ısısını hesaplamak için denklem 2 kullanılmıştır. Gaz karışımının sabit basınç özgül ısı değeri sıcaklığa bağlı olarak denklem 3'e göre hesaplanmıştır. Sıcaklık değeri 250 K<T<1200 K arasındadır (Borgnakke ve Sonntag, 2013).

$$C_{P_{mix}} = \sum X_i x C_{P_i} \quad (2)$$

$$c_p\ (kj/kgK) = 1.16 + 0.11x10^{-3}T - 0.001x10^{-7}T^2 - 0.0002x10^{-10}T^3 \quad (3)$$

Termodinamiğin 1. yasa denkleminde potansiyel ve kinetik enerjiler ihmal edilir ve $\dot{Q}_{NG}$ ısıtılacak olan gazın enerji ihtiyacı denklem 4'e göre hesaplanır (Khalili ve Heybatian, 2011).

$$\dot{Q}_{NG} = \dot{m}_{NG}(h_{out} - h_{in}) = \dot{m}_{NG} \int_{T_{NG}}^{T_{NG}} C_{P_{NG}}\, dT \quad (4)$$

$\dot{m}_{NG}$ = ısıtılacak gaz kütlesel debisi (kg/s)
h = ısıtılacak gazın giriş ve çıkış entalpisi (kj/kg.K)

Yakıt tüketimi denklem 5'e göre hesaplanır. Isıtıcının termal verimliliği etiket verilerinden alınmıştır (Deymi-Dashtebayaz ve ark., 2019).

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{Q}_{NG}}{\eta_h x LHV} \quad (5)$$

LHV = alt ısıl değer (kj/kg.K)
Yapılan hesaplamalara göre 2020 yılı Ocak, Şubat ve Mart ayları örnek olarak verilmiş ve tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 18 2020 yılı aylara göre yakıt tüketimi karşılaştırması

Değerler/Tarih	Ocak 2020	Şubat 2020	Mart 2020
Isıtıcı giriş sıcaklığı (˚C)	13.16	10.80	11.05
İstasyon giriş basıncı (bar)	58.52	57.03	55.40
Isıtıcı çıkış sıcaklığı (˚C)	23.44	22.50	22.06
İstasyon çıkış basıncı (bar)	18.43	18.48	17.39
İstasyon çıkış sıcaklığı (˚C)	3.39	3.22	3.06
Isıtılan gaz miktarı (Sm3/h)	275,149,262.00	228,207,301.00	156,911,800.00
Yakıt tüketim miktarı (Sm3/h)	183,446.00	175,821.00	113,376.00
Teorik yakıt tüketim miktarı (Sm3/h)	166,784.00	158,968.00	103,638.00
Teorik yakıt tüketim miktarı (VPGH uygulaması yok) (Sm3/h)	317,623.02	285,390.28	192,078.68

2016-2019 arası için teorik olarak hesaplanan yıllık yakıt tüketim miktarlarının karşılaştırılması tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 19 Yıllık yakıt tüketimi

Yıl	Teorik yakıt tüketim miktarı (Sm3/h)	Teorik yakıt tüketim miktarı (VPGH uygulaması yok) (Sm3/h)
2016	519.880	1.077.485
2017	598.529	1.252.759
2018	541.065	1.103.109
2019	732.385	1.557.456

2.2. Yapay Sinir Ağı Modellemesi

Yapay sinir ağları (YSA) öğrenme yeteneği olan bir modeldir. YSA öğrenme işlemlerini genellikle örnekler aracılığıyla yapar. Biyolojik sinir ağı yapısına benzeyen YSA, oluşturulan sisteme ait giriş ve çıktılar arasında karmaşık ilişkiyi matematiksel olarak modeller.

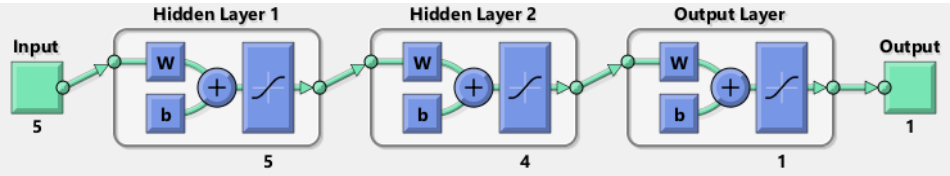
YSA insan beyninin öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, tahmin, optimizasyon vb gibi konulardaki fonksiyonel özelliklerine benzer durumlarda uygulanabilmektedir (Öztemel, 2012).
YSA genellikle tahmin, sınıflandırma, veri ilişkilendirme, veri yorumlama ve veri filtreleme işlemlerde başarılı sonuçlar alınarak kullanılmaktadır (Ağyar, 2006).

YSA modellerinde hesaplamalar ve yürütülen işlemler için bir yöntem gerekmez. Ağ bu ilişkilendirmeler için kurallar üretir ve bu kural sonuçlarını örneklerle karşılaştırarak düzenleme yapar. YSA kendi kendine hesaplamaları nasıl yapması gerektiğini deneme ve yanılma ile öğrenir. Ayrıca bir YSA giriş verilerindeki değişiklikleri değerlendirir ve buna göre çıkış değeri üretir (Kunt, 2014).
Çalışmada YSA modellemesinde girdi değerleri olarak yakıt tüketimini etkileyen değişken değerler seçilmiştir. Isıtıcı giriş sıcaklığı (˚C), istasyon giriş basıncı (bar), istasyon çıkış basıncı (bar), ısıtılan gaz miktarı (Sm3/h) ve gazın alt ısıl değeri (kj/kg.K) belirlenen girdi değerleridir. Çıktı değeri olarak ise vorteks tüpü uygulaması sonrası teorik yakıt tüketim miktarı (Sm3/h) belirtilmiştir. Bunun amacı girdi değerleri farklı istasyonlar için de vorteks tüpü uygulamasının yakıt tüketimi miktarlarına sağlayacağı tasarrufu belirlemelerini sağlamaktır.

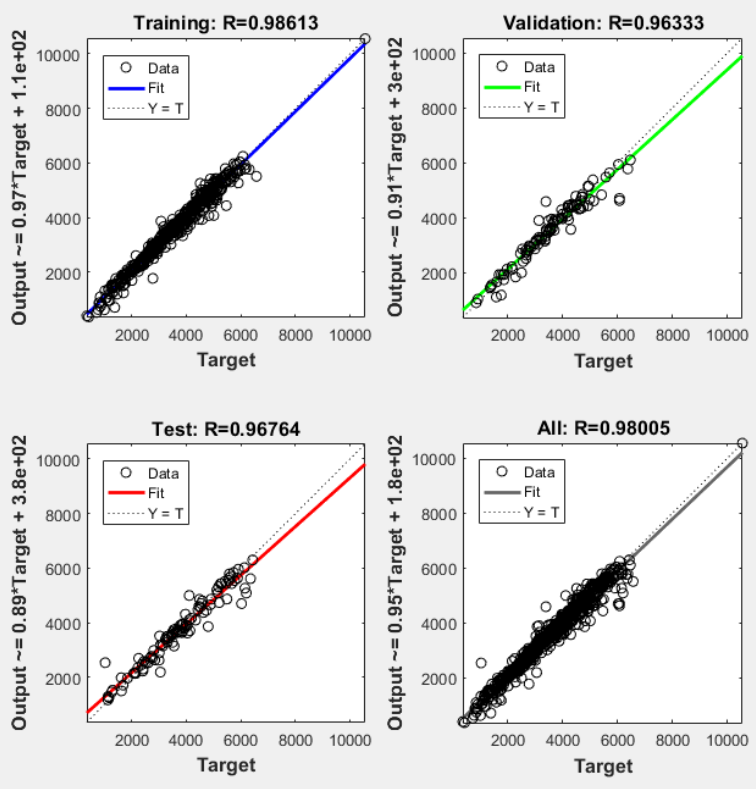
Çalışma, Ankara'daki bir istasyona ait 2016-2019 yıllarına ait veriler üzerinden yürütülmüştür. Bu yıllara ait 672 günlük veri ağın eğitilmesinde kullanılmıştır. 2020 yılına ait 29 günlük veri ise ağın test edilmesi için kullanılmıştır. Veriler, yapay sinir ağında daha doğruya sonuçlara ulaşabilmek için düzenlenmiş ve ağın anlayabileceği nümerik veriler haline getirilmiştir.

Sistem modeli oluşturulurken YSA'nın aktivasyon fonksiyonunun belirlenmesi için net bir kural bulunmamaktadır. Bundan dolayı, sistem davranışına bağlı olarak gizli katman ve çıkış katmanında kullanılacak aktivasyon fonksiyonu deneme yanılma yolu ile elde edilmiştir ve en az hata oranına göre belirlenmiştir. Oluşturulan modelde en az hata oranı tanjant hiperbolik aktivasyon fonksiyonu ile bulunmuştur.

Sistem oluşturulmasında ileri beslemeli geri yayılımlı (feed forward back propagation) algoritma kullanılmıştır. Ağın eğitiminde ise Levenberg-Marquardt (LM) öğrenme algoritması kullanılmıştır. Girdi değerlerine göre ağın hesaplamış olduğu çıkış değerleri gerçek çıkış değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ağ çıkışı ile gerçek çıkış arasındaki fark hata olarak hesaplanmıştır. Burada ağın eğitim sırasında hata performans fonksiyonu olarak MSE (Mean Squared Error) kullanılmıştır.
Sistem modellemesi MatLab 2016b nntool ile yapılmıştır. Çeşitli denemeler sonrasında en başarı R^2 değeri 0,98 olarak görülmüştür. Şekil 2'de oluşturulan ağ modeli gösterilmektedir. Burada 2 gizli katmanlı sırası ile 5 ve 4 nörondan oluşturulan ağ LM öğrenme algoritması ile eğilmiştir. Eğitim hata fonksiyonu MSE'dir ve 5000 epok değeri ve maksimum 5000 hata kontrolü ile eğitilmiştir. Eğitim sonuçları şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 20 Ağ modeli



Şekil 21 Model sonuçları

Oluşturulan model test girdileri ile simüle edilmiştir. Simülasyon sonuç verileri ile test çıktıları karşılaştırılmıştır. Bu çıktıların bir kısmı tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 20 Simülasyon ve test çıktıları

Test çıktı	4769,45	4845,77	6783,46	7380,24	6914,47	6434,27	6053,61	5802,76
Simülasyon çıktı	4325,58	4522,12	6198,38	6624,79	6344,93	5941,71	5626,00	5455,57

3. SONUÇ

Bu çalışmada, doğal gaz basınç düşürme ve ölçüm istasyonlarında vorteks tüp kullanımın avantajları ve yakıt tüketimine etkisi incelenmiştir. Bunun için Ankara'da vorteks tüp pilot gaz ısıtıcı uygulaması bulunan bir istasyon seçilmiş ve istasyonun 2016-2019 yıllarına ait verileri üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Buna göre vorteks tüp kullanım öncesi ve sonrası ön ısıtma yakıt tüketimleri hesaplanmış ve tüketim miktarları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda vorteks tüpü kullanımının yakıt tüketim miktarına olan olumlu etkisi görülmüştür. Vorteks tüpü kullanıldığında, belirtilen 4 yılda toplam yakıt tüketimi 2.391.859 Sm^3/h olarak bulunmuştur. Vorteks tüp uygulamasının olmadığı varsayımında ise 4.990.809 Sm^3/h olarak hesaplanmıştır. Burada toplamda yüzde 109 oranında bir tasarruf sağlandığı görülmektedir.

Teorik olarak hesaplanan yakıt tüketim miktarı ile mevcut yakıt tüketim miktarı arasındaki %9'luk bir fark oluşmuştur. Bunun temel sebebi ısıtıcıya ait kayıpların tam olarak hesaplanabilmesi için gerekli verilerin bulunmamasıdır. Bu çalışmada yapay sinir ağı modellemesi de yapılmıştır. Bunun için 2016-2019 yıllarına ait veriler ile ağın eğitilmesi hedeflenmiştir. Ağ algoritması olarak ileri beslemeli geri yayılımlı olarak belirlenmiştir. Çeşitli denemeler ile ağın gizli tabaka sayısı 2 olarak belirlenmiştir. İlk gizli katmanda 5 nöron ikinci gizli katmanda 4 nöron seçilmiştir. Gizli katmanlar ve çıktı katmanında tanjant hiperbolik aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. 2016-2019 yıllarına ait veriler ile modelin eğitimi Levenberg-Marquardt(LM) algoritması kullanılarak tamamlanmıştır. En başarılı sonuç olarak R^2 değeri 0,98 görülmüştür. Bu değerlere göre eğitilen ağ ile 2020 yılına ait bir aylık veri test edilmiştir. Testin teorik verileri ve mevcut veriler karşılaştırıldığında sonuçların birbirine yakınlığı görülmüştür. Bu da modellenen YSA'nın geçerliliğini ortaya koymaktadır. Bu durum vorteks tüpü

uygulamasının yakıt tüketimi konusunda sağladığı verimliliğin bir diğer kanıtıdır. Ayrıca herhangi bir istasyon, belirtilen verileri ağa girdi olarak eklediğinde vorteks tüpü kullanıldığında tüketeceği yakıt miktarına çıktı olarak ulaşabilir. Böylece bu YSA diğer istasyonlara vorteks tüpü uygulamaları halinde ulaşacakları yakıt tüketim verimliliği için de kaynak sunar.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada istasyon verimliliği ve enerji tasarrufu üzerine yapılan birçok çalışmada vurgulanan vorteks tüpünün istasyon maliyetleri üzerine olumlu etkisi teorik olarak ispatlanmıştır. Isı analizi sonuçlarına göre vorteks tüpü kullanıldığında yüzde 109 oranında bir tasarruf sağlandığı hesaplanmıştır. Ayrıca bu tasarruf modellenen YSA hesaplamaları sonuçları ile de desteklenmiştir. Bu konuda yapılan literatür taramasında Yılmaz ve arkadaşlarının (2007) Erzurum RMS-A istasyonunda benzer bir araştırmasına rastlanmıştır. Araştırmacılar 2007 yılı verilerine göre ısıtma için yakıt tüketimini 700.612 Sm^3/h olarak belirtmiş ve vorteks tüpü kullanılırsa bu miktardan tasarruf edileceğini söylemişlerdir. Kibritçi (2014) de vorteks tüpü kullanımının enerji tasarrufu sağlayacağını ifade etmiştir. Araştırmacı ilk aşamada yatırım maliyeti yüksek olmasına rağmen işletme ve bakım gideri oldukça düşük olması nedeniyle tüp kullanımının düşük maliyet ile enerji tasarrufu sağlayacağını vurgulamıştır. Shaikhutdinov (1999) ise yine enerji tasarrufuna dikkat çekmiş ve bunu vorteks tüpünün gazı ön ısıtılması ihtiyacını azaltmasından kaynaklandığının atını çizmiştir. Köse (2014) de tüp kullanımının enerji tasarrufuna etkisini benzer şekilde açıklamış ve ayrıca tüpün soğuk çıkışının çeşitli soğutma fonksiyonlarında kullanılabileceğini belirtmiştir. Bütün bu araştırmalardan hareketle vorteks tüpü kullanımının enerji tasarrufu üzerinde etkili olduğu ve bu nedenle de doğal gaz sektöründe enerji tasarrufu konusunda faydalanılabileceği söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada verdiği destekten dolayı Başkent Doğalgaz Dağıtım GYO AŞ ailesine sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

AĞYAR, Z. (2006). Yapay sinir ağlarının kullanım alanları ve bir uygulama, *Mühendis ve Makina*, 56(662), 22-23.

AHLBORN, B., KELLER, J. U., STAUDT, R., TREITZ, G., & REBHAN, E. (1994). Limits of temperature separation in a vortex tube, *Journal of Physics D: Applied Physics*, 27(3), 480–488. https://doi.org/10.1088/0022-3727/27/3/009

BORGNAKKE, C., & SONNTAG, R. (2013). *Fundamentals of Thermodynamics.* USA: Wiley.

ÇENGEL, Y. A., & BOLES, M. A. (2015). *Thermodynamics: an Engineering Approach*. NY: McGraw-Hill Education.

DEYMI-DASHTEBAYAZ, M., KHORSAND, M., & RAHBARI, H. R. (2019). Optimization of fuel consumption in natural gas city gate station based on gas hydrate temperature (Case study: Abbas Abad station), *Energy and Environment*, 30(3), 408–426. https://doi.org/10.1177/0958305X18793107

EXAMINER, P., & DOERRLER, W. (2000). *United States Patent (19)*. *19*.

KHALILI, E., & HOSEINALIPOUR, M & HEYBATIAN, E. (2011). *Efficiency and heat losses of indirect water bath heater installed in natural gas pressure reduction station; evaluating a case study in Iran*. The 8th International Energy Conference, Iran.

KİBRİTÇİ, A. (2014). *Şehir girişi doğalgaz basınç düşürme ölçüm istasyonlarında (RMS-A) enerji tasarruf imkanlarının incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

KÖSE, D. (2014). *Doğal gaz basınç düşürme istasyonlarında enerji geri kazanımının teknik ve ekonomik analizi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

KOWALSKI, R., KRYSTIAN LISZKA, ŁACIAK, M., & OLIINYK, A. (2016). Pressure regulating station at actual conditions, *AGH Drilling, Oil, Gas*, 33(2), 433–446. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7494/drill.2016.33.2.433

KUNT, F. (2014). *Bulanık mantık ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanılarak Konya il merkezi hava kirliliği modellenmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

ÖZTEMEL, P. D. E. (2012). *Yapay Sinir Ağları* (3. Basım). İstanbul: Papatya Yayıncılık.

RASHIDMARDANI, A., AZIZI, S. H., & ANDALIBI, M. R. (2014). Study of preheating natural gas in gas pressure reduction station by the flue gas of indirect water bath heater, *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 3(27), 17–22.

SHAIKHUTDINOV, R. M. (1999). Improving the efficiency of a gas distributing station by introducing vortex

tubes, *Chemical and Petroleum Engineering*, 35, 18. https://doi.org/10.1007/bf02360243

YILMAZ, M., ÇELİK, A., KAYA, M., & BAKIRCI, K. (2007). *Vorteks tüplerin Türkiye'deki doğal gaz boru hatlarında kullanım olanakları.* VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Türkiye.

YILMAZ, N. F. & DEMİR, Y. (2006). Doğal gaz basınç düşürme ve ölçüm istasyonları, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*. 93, 20-28.

BİLYALI DÖVME PARAMETRELERİNİN AA1050 ALÜMİNYUM ALAŞIMININ YÜZEY MORFOLOJİSİNE ETKİSİ

Berkay Gönül
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
berkaygonul@gmail.com

Okan Yetik
Manchester Üniversitesi, Malzeme Bilimleri Okulu
oknyetik@gmail.com

Yasemin Yıldıran Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
yaseminyildiran89@gmail.com

Fikret Sönmez
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği
sonmezfikret@gmail.com

Mert Guney
Nazarbayev Üniversitesi, Mühendislik ve Dijital Bilimler Okulu, İnşaat ve Çevre Mühendisliği
mert.guney@nu.edu.kz

Egemen Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv Meslek Yüksek Okulu,
Makine ve Metal Teknolojileri
avcuegemen@gmail.com

Özet
Bu çalışmada özel olarak tasarlanan CNC kontrollü bilyalı dövme sisteminde, bilyalı dövme basıncı, yüzey örtme oranı ve ilerleme hızı parametrelerin AA1050 alüminyum alaşımının yüzey pürüzlülüğüne morfolojisine etkileri incelenmiştir. Bilya püskürtme basıncının yüzey pürüzlülüğünü doğrudan etkilediği, yüzey örtme oranının düşük basınçlarda belirsiz, yüksek basınçlarda ise sınırlı etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. İlerleme hızı parametresinin ise yüzey morfolojisi üzerinde dikkate değer bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca yüksek basınçla gerçekleştirilen bilyalı dövme işlemleri sonrası yüzeyin aşırı plastik deformasyonu nedeniyle az miktarda malzeme kaybı gerçekleştiği görülmüştür. Özellikle yüksek basınçlarda gerçekleştirilen bilyalı dövme işlemlerinde bilyaların yüzeye saplandığı taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji dağılım spektrometresi (EDS) yardımıyla belirlenmiştir. Son olarak yüzey örtme oranının artışı ile yüzey morfolojisinde önemli değişiklikler meydana geldiği ve aşırı dövme ile yüzey bütünlüğünün bozulduğu ve mikro çatlak oluşumunun başladığı belirlenmiştir. Yüzey bütünlüğünün alüminyum alaşımlarının yorulma dayanımı, korozyon direnci ve aşınma davranışı gibi birçok performans özelliğinde etkin olacağı göz önünde bulundurulduğunda, endüstriyel ve bilimsel amaçlı bilyalı dövme işleminde bu çalışmada incelenen parametrelerin dikkatli bir şekilde seçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Plastik deformasyon, Saf metaller, Yorulma, Yüzey morfolojisi, Yüzey pürüzlülüğü

EFFECT OF SHOT PEENING PARAMETERS ON SURFACE MORPHOLOGY OF AA1050 ALUMINUM ALLOY

Abstract
In the present study, the effects of shot peening pressure, surface coverage, and scanning speed parameters on the surface morphology and roughness of AA1050 aluminum alloy were investigated by using a specially designed CNC controlled shot peening system. The peening pressure directly affected the surface roughness whereas the surface coverage rate was indeterminate at low pressures

and had a limited effect only at high pressures. The scanning speed had no significant effect on the surface morphology. Also, it was observed that a small amount of material loss has occurred due to excessive plastic deformation of the surface due to shot peening at high pressure. The embedment of shots was detected specifically at shot peening at high pressures via scanning electron microscope (SEM) and energy dispersion spectrometer (EDS). Finally, it has been determined that with the increase of the surface coverage rate, significant changes has occurred in the surface morphology, and the surface integrity deteriorated due to the peening and micro crack formation begins. Considering that the surface integrity will be effective in many performance-related properties such as fatigue strength, corrosion resistance, and wear behavior of aluminum alloys, it could be concluded that the parameters examined in the present study should be carefully selected in industrial and scientific shot peening applications.

Keywords: Fatigue, Plastic deformation, Pure metals, Surface morphology, Surface roughness.

1. GİRİŞ

Bilyalı dövme özellikle yorulma direncinin önemli olduğu havacılık ve otomotiv gibi sektörlerde sıklıkla uygulanmaktadır (Oguri, 2011, Nam ve ark., 2015, Canals ve ark., 2019). Yöntem ekonomik yapısı ve kolay uygulanması ile havacılık ve otomotiv sektörü dışında da birçok sektörde uygulanabilir (Bagherifard ve ark., 2018, Wang ve ark., 2018).Yöntem çelik (Chen ve ark., 2018) ve alüminyum (Cho ve ark., 2012) alaşımlarında kullanılırken farklı malzemelerin kaynak işlemleri sonrasında yüzeyde iyileştirme gerçekleştirmek için de kullanılabilmektedir (Wang ve ark., 2018). Bu işlemin gerçekleştirilmesi için bilyaların yüzeyde plastik deformasyon oluşturacak kadar enerji aktarması gerekmektedir (Ahmed ve ark., 2016). Bilyalı dövme, bilyaların yüksek hızlarla metal ve metal alaşımlarının yüzeylerine çarptırılması ile malzemelerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesini amaçlayan mekanik bir yüzey işleme yöntemdir (González ve ark., 2017, Avcu, 2018). Bilyalı dövme yüzey ve yüzey altı bölgede kalıntı gerilmeler oluşturarak, çatlak oluşuma veya çatlak ilerlemesine karşı direnç sağlamakta ve yorulma dayanımına arttırmaktadır (Ahmed ve ark., 2016). Ayrıca bu işlem; malzemenin yüzey ve yüzey altında pekleşme ve yüzey sertliğinin artması (Žagar ve Grum, 2013) aşınma direnci artışı (Palacios ve ark., 2014) gibi çok sayıda olumlu değişime neden olmaktadır. Bu gelişmeler genellikle malzemenin yüzey ve yüzey altında tane incelmesi, dislokasyon yoğunluğunun artışı ve kalıntı basma gerilmelerinin oluşumu ile açıklanmaktadır (Bagherifard ve ark., 2018, Maleki ve ark., 2018). Yöntemin en önemli dezavantajı yöntem esnasında gerçekleşen aşırı plastik deformasyon ile yüzey morfolojisinin değişmesi ve yüzey pürüzlülüğünün artmasıdır (Nam ve ark., 2015). Bilyalı dövme, karmaşık bir süreçtir ve birçok parametreden (bilya püskürtme basıncı, bilya türü ve boyutu, bilya çarpma açısı, ortam sıcaklığı, nozul çapı ve uzunluğu, numune-malzeme arası mesafe, tarama hızı ve yüzey örtme oranı) etkilenmektedir (Ahmed ve ark., 2016, González ve ark., 2017, Avcu, 2018). Bilyalı dövme işleminde kullanılan bilya püskürtme basıncı da yüzey topografyasını doğrudan etkilemekte ve artan bilya püskürtme basıncı malzeme yüzeyinde daha fazla pürüzlülük oluşturmaktadır (Chen ve ark., 2014). Ayrıca bilya püskürtme basıncının artması ile yüzey ve yüzey altı bölgede sertlik artışı gözlenmektedir (Avcu 2017). Literatürde yer alan bilgiler incelendiğinde bilyalı dövme işlemi ile özellikle AA1050 alüminyum alaşımı gibi görece mekanik özellikleri düşük metallerin yüzey morfolojilerinin değişiminin anlaşılması önem arz etmektedir.
Bu çalışmada farklı dövme parametrelerinin (bilya püskürtme basıncı, yüzey örtme oranı ve ilerleme hızı) AA1050 alüminyum alaşımı yüzeyinde oluşturduğu morfolojik değişim detaylı olarak incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Bu çalışmada %99,5 alüminyum içeren (ticari olarak saf) AA1050 alüminyum alaşımı kullanılmıştır. AA1050 malzemeye ait kimyasal içerik ve mekanik özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Bu alaşım 6 mm kalınlığında sac formunda temin edildikten sonra temin edildikten sonra 76x25x6 mm ölçülerinde kesilmiş ve 4 saat 400 ºC sıcaklıkta homojenizasyon ısıl işlemine tabi tutulmuştur.

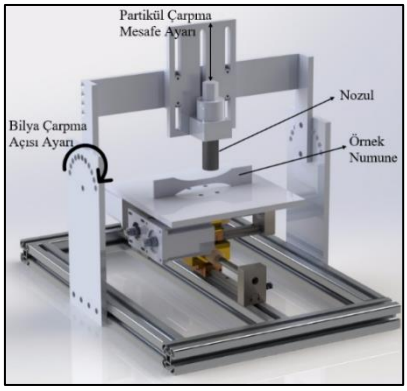
Tablo 1. AA1050 Malzemeye ait kimyasal içerik ve mekanik özellikler

Kimyasal Kompozisyon							
Al	Fe	Si	Ti	Zn	Mn	Mg	Cu
99,560	0,259	0,123	0,010	0,008	0,004	0,003	0,001
Mekanik Özellikler							
Çekme Dayanımı (MPa)		Elastikiyet Modülü (MPa)		Uzama (%)		Sertlik (HV)	
78		71		39		20	

Bilyalı dövme operasyonu boyutları 0,7-1,25 mm arasında olan 450 HV sertlikte çelik bilyalar (ticari ismi Chronital S60) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2. Bilyalı Dövme

Bilyalı dövme ve özel olarak tasarlanan CNC kontrollü bilyalı dövme sistemi (Şekil 1) ile gerçekleştirilmiştir. Bu sistem ile bilyalı dövme işlemlerinde kullanılan parametreler ayarlanabilmektedir. Bilyalı dövme işlemlerinde kullanılan parametreler Tablo 2'de verilmiştir. Yüzey örtme oranı dövme parametrelerine bağlı olarak değişmektedir, bu neden ile ön çalışmalar ile istenilen örtme oranını sağlayan dövme süreleri hesaplanmıştır (Avcu 2017).



Şekil 2. Bilyalı dövme sistemi şematik gösterimi

Tablo 2. Bilyalı dövme parametreleri

Sabit parametreler				Değişken parametreler		
Nozul çapı (mm)	Bilya çarpma açısı (º)	Nozul mesafesi (mm)	Bilya cinsi	Bilya dövme basıncı (bar)	Yüzey örtme oranı (%)	İlerleme hızı (mm/s)
10	90	100	Paslanmaz çelik	1, 5	100, 200, 1000	1, 10, 20

2.3. Yüzey özelliklerinin incelenmesi

AA1050 alaşımının yüzey morfolojileri, Sakarya Üniversitesi, Termal Sprey Laboratuvarı'nda bulunan Vega Tescan II marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve bu cihaza entegre çalışan enerji dağılım spektrometresi (EDS) yardımıyla belirlenmiştir. Bilyalı dövme sonrası numune yüzeyinde oluşan yüzey pürüzlülüğü Mitutoyo Surftest SJ-301 portatif yüzey pürüzlülük cihazı ile ölçülmüştür. Her numune için dövülen yüzeyin farklı noktalarından 4 mm uzunluğunda bir çizgi üzerinden toplam yedi adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümlerde ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (R_a) elde edilmiştir.

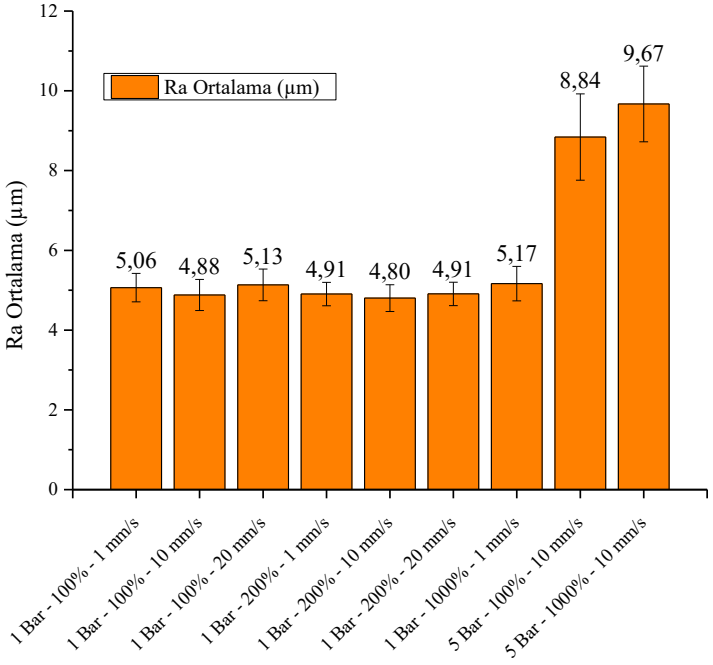
3. SONUÇ

3.1. Yüzey Pürüzlülüğü İncelemeleri

Yüzey pürüzlülük ölçümleri sonrasında bilyalı dövme basıncının yüzey pürüzlülüğünü doğrudan etkilediği sonucuna varılmıştır (Şekil 2). Artan püskürtme basıncı (5 bar) ortalama yüzey pürüzlülüğünü yaklaşık %85 oranında arttırmaktadır. Ayrıca yüzeyin farklı noktalarından alınan

ölçümler sonucu elde edilen yüzey pürüzlülüğü sapma değerlerinin de 5 bar basınç ile yapılan deneylerde etkin olduğu görülmektedir. Bu durumun numune yüzeyinde bilyaların oluşturduğu çukurların daha büyük olmasından kaynaklandığı ileri sürülebilir (Wagner ve ark., 2011, Atieh ve ark., 2018).

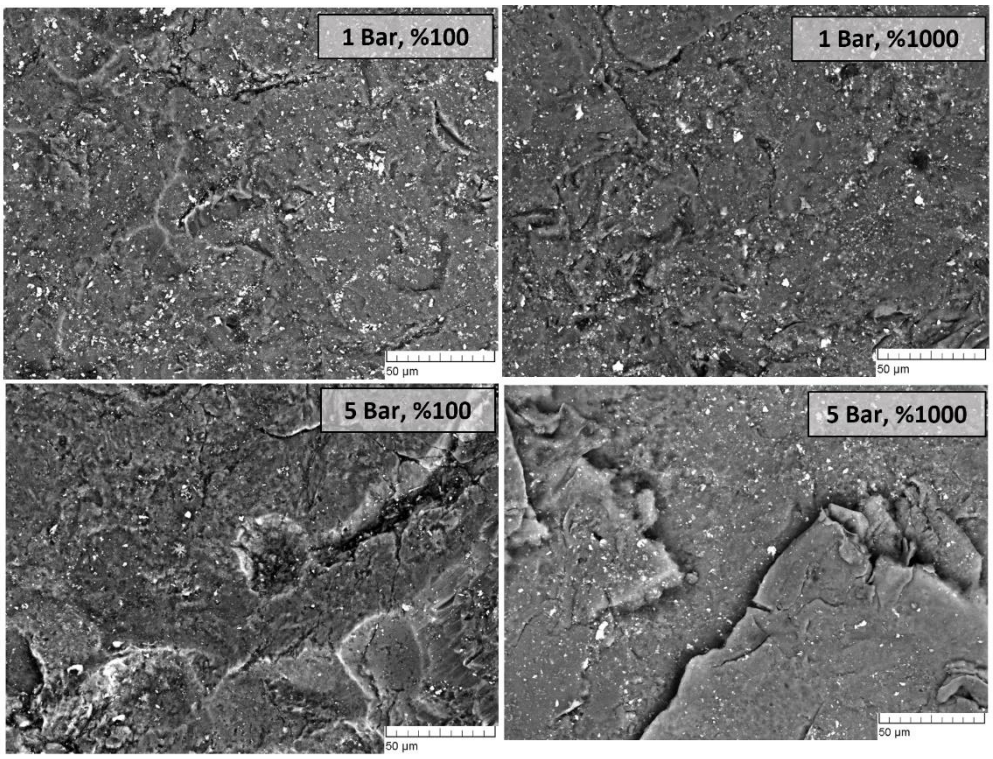
1 bar basınçla farklı tarama hızlarında %100 yüzey örtme oranlarında dövülen yüzeylerde, tarama hızının artması ile (1 mm/s' den 20 mm/s' ye) ortalama yüzey pürüzlülüğü değerinde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir (Žagar ve Grum, 2010). Yüzey örtme oranının %200 olarak belirlenmesi durumunda da tarama hızındaki değişiklikler benzer pürüzlülük sonuçları üretmiş ve pürüzlülükte belirgin bir değişim olmamıştır. Kısacası 1 bar bilya püskürtme basıncında yüzey örtme oranının ve tarama hızının AA1050 alüminyum alaşımının yüzey pürüzlülüğü değerinde etkin bir değişim yaratmadığı söylenebilir. 1 bar püskürtme basıncı ile bilyalı dövülen numunelerden yalnızca %1000 yüzey örtme oranı ile dövülen numune için ortalama yüzey pürüzlülüğü değerinde çok az artış gözlenirken, 5 bar bilya püskürtme basıncı ile dövülen numunede yüzey örtme oranındaki artış ortalama yüzey pürüzlülüğü üzerinde belirgin bir etki (yaklaşık %10) göstermiştir.



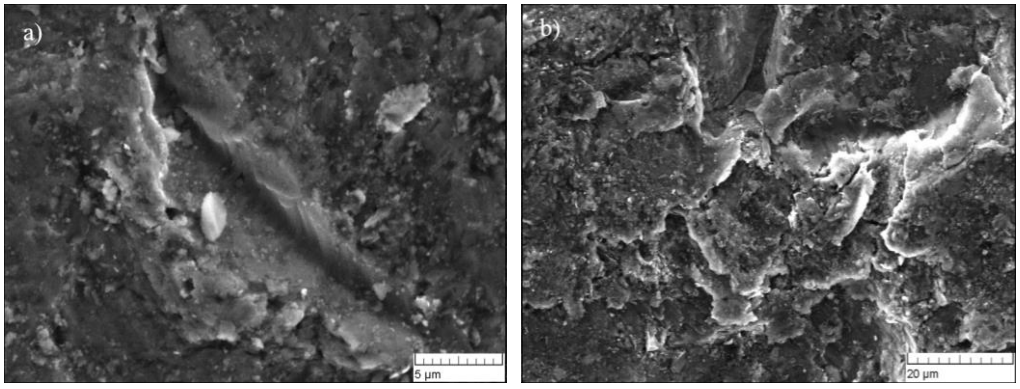
Şekil 2. AA1050 numunelerin farklı bilyalı dövme parametrelerinde ölçülen (bilyalı dövme basıncı, örtme oranı ve ilerleme hızı) ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (R_a)

3.2. Bilyalı Dövme Sonrası Yüzey Morfolojilerinin İncelenmesi

Şekil 3-a ve b'de 1 mm/s ilerleme hızı ile dövülen yüzeyler incelendiğinde 1 bar basınç ile dövülen yüzeylerde bilya izleri net olarak görülmektedir. Ancak yüzeyde görülen plastik deformasyon sınırlıdır. 5 bar püskürtme basıncı altında dövülen yüzeylerde ise yüksek oranda plastik deformasyon gözlenmektedir (Şekil 3 c ve d). Numune yüzeyleri yüksek büyütmelerde incelendiğinde, 1 bar bilyalı dövme basıncı kullanılarak dövülmüş yüzeylerin her ikisinde de (Şekil 4-a ve b) bilyalı dövme ile yüzeyde gerçekleşen plastik deformasyon belirgin olarak görülmektedir. Artan yüzey örtme oranı yüzey topografyasında daha fazla deformasyona sebep olmuştur. Bununla birlikte yüzey yapısı büyük oranda bozulmamış, yüzeyde çatlak ve delaminasyonlar sınırlı olarak oluşmuştur.

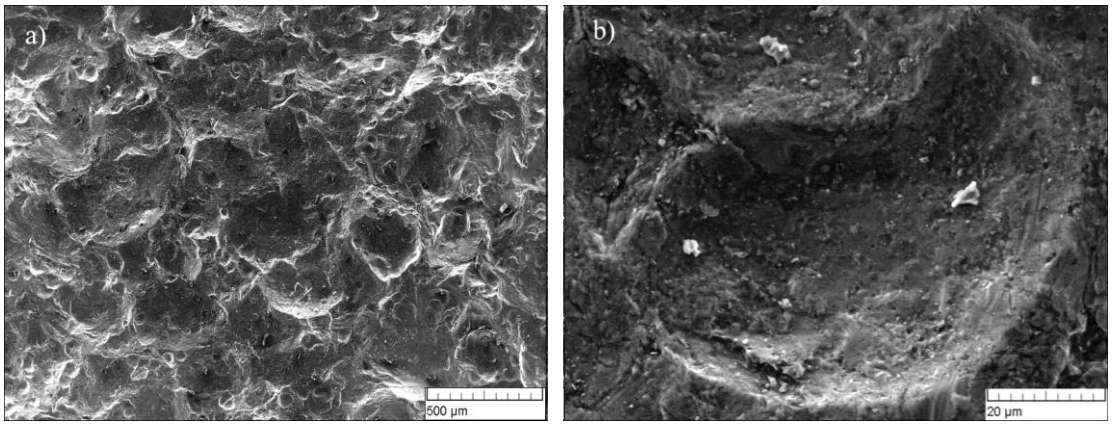


Şekil 3. 1 mm/s ilerleme hızı ile 1 bar ve 5 bar bilya püskürtme basıncı altında dövülen yüzeylerden SEM çalışmaları sonrası yüzey morfolojileri



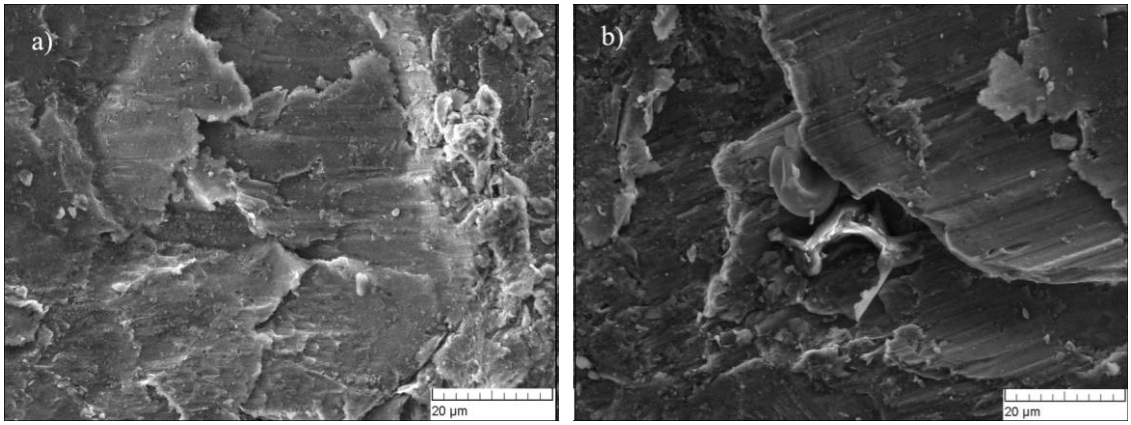
Şekil 4. Bilyalı dövme sonrası yüzey morfolojilerinin incelenmesi a) 1bar, %100; b) 1 bar, %1000

5 bar basınçta dövülen numune yüzeyi incelendiğinde bilyalı dövme sonucunda yüzeyde oluşan çukurlar, bu çukurların birbirleri ile sınırları ve yüzeye genel olarak eşit oranda dağılmış oldukları görülmektedir. Şekil 5-b'de ise 2500 kat büyütme ile tek bir bilyanın yüzeyde meydana getirdiği çukur görüntülenmiştir. 5 bar bilyalı püskürtme basıncı yüzeyde derin çukurların ve yüksek tepelerin oluşumuna neden olarak yüksek yüzey pürüzlülüğü önemli oranda arttırdığı yüzey incelemeleri ile anlaşılmıştır (Şekil 2 ve 5)



Şekil 5. Bilyalı dövme sonrası yüzey morfolojilerinin incelenmesi (5 bar bilya püskürtme basıncı, %100 yüzey örtme oranı)

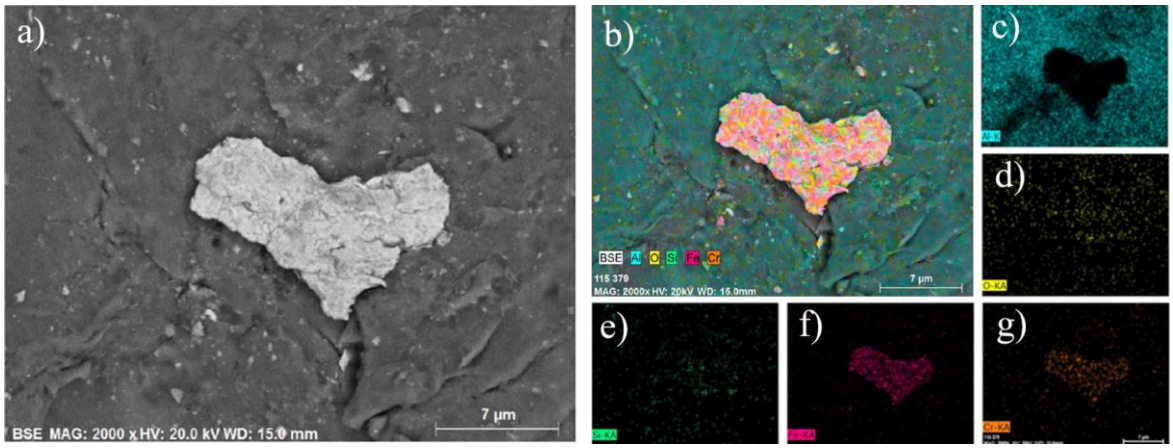
Artan yüzey örtme oranının kullanılması durumunda meydana gelen yüzey morfolojisi Şekil 6'da görülmektedir. 5 bar bilya püskürtme basıncı ve %1000 yüzey örtme oranı ile dövülen numune yüzeyinin incelenmesi için iki ayrı bölgeden SEM görüntüsü alınmıştır. Her iki farklı bölgede de (a, b) %100'ün üzerindeki yüzey örtme oranları numune yüzeyinde birden fazla bilya vuruşuna neden olmuştur. Bu sebeple yüzeyde oluşan çukurlar ve tepeler tekrar plastik deformasyona uğramıştır. Aynı bölgeye etki eden bilyalar çukur ve tepe oluşumunu değiştirerek çukur sınırlarında çapak benzeri yapılar oluşumuna neden olmuştur.



Şekil 6. Bilyalı dövme sonrası yüzey morfolojilerinin incelenmesi (5 bar bilya püskürtme basıncı, %1000 yüzey örtme oranı)

3.3. Bilyalı Dövme Sonrası EDS Analizi

Şekil 7 incelendiğinde yüzeyde alüminyum, oksijen, silisyum, demir ve krom elementlerine rastlanmaktadır. Şekil 7-c'de yoğun alüminyum içeriği tespit edilmiş bu durum deneylerde kullanılan AA1050 alaşımının malzeme içeriğini göstermektedir fakat bu içeriğinin ortasında bulunan geniş bir alanda alüminyum bulunmamaktadır. Şekil 7-f ve g'de belirlenen yoğun olarak demir ve krom elementleri alüminyum tespit edilemeyen bu bölgenin bilyalı dövme esnasında yüzeye saplanan bir paslanmaz çelik bilya kalıntısı olduğunu göstermektedir. Dövme işleminde yer alan bilyaların küresel morfolojisi göz önünde bulundurulduğunda yüzeye saplanan keskin köşeli bilyanın (Şekil 7-a) dövme esnasında kırılmış bir bilya olduğu söylenebilir.



Şekil 7. 5 Bar basınç ve %1000 örtme oranı ile dövülmüş yüzeylerin EDS analizi

4. TARTIŞMA

5 bar ile dövülen numunelerin 1 bar ile dövülen numunelere oranla yaklaşık %85 oranında daha pürüzlü yapıda olduğu belirlenmiştir. SEM analizleri sonucunda bilyalı dövme sonrası yüzeyde plastik deformasyonların oluştuğu, artan püskürtme basıncı ile numunelerin daha fazla plastik deformasyona uğradığı belirlenmiştir. Düşük bilya püskürtme basıncında (1 bar) yüzey örtme oranı ve tarama hızının yüzey morfolojisinde etkin bir değişime neden olmadığı, yüksek bilya püskürtme basıncında (5 bar) ise artan yüzey örtme oranında yüzeyde malzeme sıvaması ve çapak oluşumu belirlenmiştir. Yüksek bilya püskürtme basıncı ile gerçekleştirilen dövme işlemlerinde ortalama yüzey pürüzlülük değerinin yüzey örtme oranının artışı ile en fazla %10 oranında arttığı gözlenmiştir. Bilyalı dövmede kullanılan farklı tarama hızlarının (1, 10, 20 mm/s) ortalamama yüzey pürüzlülüğüne belirgin etkisinin olmadığı belirlenmiştir. EDS incelemeleri neticesinde yüksek püskürtme basıncında yüzeye saplanan paslanmaz çelik bilyalar olduğu belirlenmiştir.

Yüzey örtme oranının ve püskürtme basıncının artışı ile yüzey morfolojisinde önemli değişiklikler meydana geldiği ve aşırı dövme ile yüzey bütünlüğünün bozulduğu ve mikro çatlak oluşumunun başladığı belirlenmiştir. Yüzey bütünlüğünün alüminyum alaşımlarının yorulma dayanımı, korozyon direnci ve aşınma davranışı gibi birçok performans özelliğinde etkin olacağı göz önünde bulundurulduğunda, endüstriyel ve bilimsel amaçlı bilyalı dövme işleminde bu çalışmada incelenen parametrelerin dikkatli bir şekilde seçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (KOU-BAP) 2017/049 numaralı proje desteği için teşekkür ederiz. SEM incelemelerine katkıdan dolayı başta Arş. Gör. Dr. Fatih Erdem Baştan ve Prof. Dr. Fatih Üstel olmak üzere tüm Sakarya Üniversitesi TESLAB ekibine, bilyalı dövme sisteminin tasarımı ve imalatındaki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Hürol Koçoğlu ve Kadir Numal'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

AHMED, A. A., MHAEDE, M., ve ark. (2016), Effect of micro shot peening on the mechanical properties and corrosion behavior of two microstructure Ti–6Al–4V alloy, *Applied Surface Science* 363, 50-58.

ATIEH, A. M., RAWASHDEH, N. A., ve ark. (2018), Evaluation of Surface Roughness by Image Processing of a Shot-Peened, TIG-Welded Aluminum 6061-T6 Alloy: An Experimental Case Study, *Materials (Basel)* 11(5).

AVCU , E. (2017), Surface Properties of AA7075 Aluminium Alloy Shot Peened under Different Peening Parameters, *Acta Materialia Turcica* 1, 3-10.

AVCU, E. (2018), Bilyalı Dövme Parametrelerinin AA7075 Alüminyum Alaşımının Yüzey Altı Özelliklerine Etkileri, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji* 6(4), 741-752.

BAGHERIFARD, S., HICKEY, D. J., ve ark. (2018), Effects of nanofeatures induced by severe shot peening (SSP) on mechanical, corrosion and cytocompatibility properties of magnesium alloy AZ31, *Acta Biomater* 66, 93-108.

CANALS, L., BADREDDINE, J., ve ark. (2019), Effect of vibratory peening on the sub-surface layer of aerospace materials Ti-6Al-4V and E-16NiCrMo13, *Journal of Materials Processing Technology* 264, 91-106.

CHEN, B., HUANG, B., ve ark. (2014), Surface nanocrystallization induced by shot peening and its effect on corrosion resistance of 6061 aluminum alloy, *Journal of Materials Research* 29(24), 3002-3010.

CHEN, M., LIU, H., ve ark. (2018), Evaluation of the residual stress and microstructure character in SAF 2507 duplex stainless steel after multiple shot peening process, *Surface and Coatings Technology* 344, 132-140.

CHO, K. T., SONG, K., ve ark. (2012), Surface hardening of aluminum alloy by shot peening treatment with Zn based ball, *Materials Science and Engineering: A* 543, 44-49.

GONZÁLEZ, J., BAGHERIFARD, S., ve ark. (2017), Influence of different shot peening treatments on surface state and fatigue behaviour of Al 6063 alloy, *Engineering Fracture Mechanics* 185, 72-81.

MALEKI, E., UNAL, O., ve ark. (2018), Novel experimental methods for the determination of the boundaries between conventional, severe and over shot peening processes, *Surfaces and Interfaces* 13, 233-254.

NAM, Y.-S., JEONG, Y.-I., ve ark. (2015), Enhancing surface layer properties of an aircraft aluminum alloy by shot peening using response surface methodology, *Materials & Design* 83, 566-576.

OGURI, K. (2011), Fatigue life enhancement of aluminum alloy for aircraft by Fine Particle Shot Peening (FPSP), *Journal of Materials Processing Technology* 211(8), 1395-1399.

PALACIOS, M., BAGHERIFARD, S., ve ark. (2014), Influence of severe shot peening on wear behaviour of an aluminium alloy, *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures* 37(7), 821-829.

WAGNER, L., MHAEDE, M., ve ark. (2011), Surface layer properties and fatigue behavior in Al 7075-T73 and Ti-6Al-4V, *International Journal of Structural Integrity* 2(2), 185-199.

WANG, H., YUAN, X., ve ark. (2018), Effect of high energy shot-peening on the microstructure and mechanical properties of Al5052/Ti6Al4V lap joints, *Journal of Materials Processing Technology* 255, 76-85.

WANG, W., WANG, Y., ve ark. (2018), Effect of shot-peening treatment on the bio-tribological properties of a Ni+ implantation layer formed on the surface of Ti6Al4V, *Materials Research Express* 5(6), 066423.

ŽAGAR, S. ve GRUM, J. (2010), Analysis of Surface and Subsurface Layers after Shot Peening of Various Aluminium Alloys, *Advanced Materials Research* 89-91, 53-58.

ŽAGAR, S. ve GRUM, J. (2013), Surface Modification Analysis after Shot Peening of AA 7075 in Different States, *Materials Science Forum* 768-769, 519-525.

BİLYALI DÖVÜLEN AA1050 ALAŞIMININ YÜZEY ALTI ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Berkay Gönül
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
berkaygonul@gmail.com

Okan Yetik
Manchester Üniversitesi, Malzeme Bilimleri Bölümü
oknyetik@gmail.com

Yasemin Yıldıran Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
yaseminyildiran89@gmail.com

Fikret Sönmez
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği
sonmezfikret@gmail.com

Mert Guney
Nazarbayev Üniversitesi, Mühendislik ve Dijital Bilimler Okulu, İnşaat ve Çevre Mühendisliği
mert.guney@nu.edu.kz

Egemen Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv Meslek Yüksek Okulu,
Makine ve Metal Teknolojileri
avcuegemen@gmail.com

Özet
Bu çalışmada AA1050 alüminyum alaşımı (endüstriyel saflıkta) farklı bilyalı dövme parametreleri (tarama hızı, yüzey örtme oranı, püskürtme basıncı) ile dövülerek, bilyalı dövme işlemi sonrası alaşımın yüzey altı sertlik dağılımı ve mikroyapısı incelenmiştir. Yüksek bilya püskürtme basıncı (5 bar) ve yüksek yüzey örtme oranı (%1000) ile gerçekleştirilen bilyalı dövmede aşırı plastik deformasyon nedeniyle numune yüzeylerinde kopma, sıvanma ve mikro çatlak mekanizmaları yoğun bir şekilde görülmüştür. Bilya püskürtme basıncı arttıkça kesit boyunca etkin sertlik derinliğinin arttığı, yüzey örtme oranı arttığında da yüzeye yakın bölgelerde mikro sertlik değerlerinin daha yüksek olduğu ve etkin mikro sertlik derinliğinin yaklaşık 500 µm olduğu belirlenmiştir. Düşük tarama hızlarının az miktarda sertlik artışına neden olduğu görülmüştür. Bilyalı dövme işlemi ile AA1050 alaşımının yüzey sertliğinin iki katına çıkartılabildiği belirlenmiştir. Endüstride AA1050 alaşımının sadece yüzey ve yüzey altı bölgelerinde görece yüksek sertlik gerektiren uygulamalar için bilyalı dövme işleminin etkili, ucuz ve kolay uygulanabilen bir yöntem olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilyalı dövme, Mikrosertlik, Mikroyapı, Plastik deformasyon, Tarama hızı, Yüzey örtme oranı

INVESTIGATION OF SUB-SURFACE PROPERTIES OF SHOT PEENED AA1050 ALLOY

Abstract
In the present study, AA1050 aluminium alloy (industrially pure) is shot-peened under different processing parameters (scanning speed, surface coverage, and peening pressure). Sub-surface hardness distribution and the microstructure of the alloy were examined after the shot peening process. Material removal, smearing, and micro-cracks on the peened surface were intensely observed due to the severe plastic deformation by shot peening at 5 bar and 1000% coverage rate. Effective hardness depth increased through cross-sectional microstructure with at higher peening pressure, and coverage rate boosted the hardness and the depth of shot-peening affected zone up to 500 µm. The hardness slightly

increased with shot peening at low scanning speeds. The surface hardness of AA1050 alloy could be doubled by shot peening, demonstrating that shot peening is an effective, inexpensive, and robust methodology to improve the surface and subsurface properties of AA1050 alloy.

Keywords: Coverage rate; Microhardness; Microstructure; Peening pressure; Plastic deformation; Shot peening

1. GİRİŞ

Alüminyum alaşımları hafif olmaları, kolay şekil almaları, korozyon dirençlerinin yüksek olması ve düşük maliyetlerinden dolayı otomotiv ve havacılık endüstrilerinde yaygın uygulama alanına sahiptir (González ve ark., 2017, Ferreira ve ark., 2018). Ancak, diğer mühendislik metallerinden görece düşük mekanik özelliklere sahip olmaları uygulama alanlarını sınırlamaktadır. Bu nedenle, aşırı plastik deformasyon teknikleri ile alüminyum ve alaşımlarının mekanik özelliklerinin geliştirilerek kullanım alanlarının genişletilmesi önemli bir araştırma konusudur (Kwon ve ark., 2003, El-Danaf ve ark., 2007, Kawasaki ve ark., 2011, Su ve ark., 2014, González ve ark., 2017). AA1050 alaşımının mekanik özelliklerini geliştirmek için kullanılan aşırı deformasyon yöntemleri çok yüksek kuvvetler gerektirmekte ve bu işlemleri uygulamak için gereken donanımlar yüksek maliyetlere sebep olmaktadır. Bu noktada alaşımın yüzey ve yüzey altı mekanik özelliklerini geliştirilmesinin hedeflendiği uygulamalarda, bilyalı dövme işlemi ekonomik ve kolay uygulanabilirliği ile öne çıkmaktadır.

Bilyalı dövme, mekanik bir yüzey işleme yöntemi olup çelik/cam/alümina bilyaların genellikle basınçlı hava ile hızlandırılarak hedef malzeme yüzeyine çarptırılması işlemidir (Luong ve Hill, 2010, González ve ark., 2017). Bilyalı dövme işlemi birçok parametreye bağlı olup başlıca etkin parametreler Almen şiddeti (Sheng-Li ve ark., 2013, Trško ve ark., 2018), yüzey örtme oranı (González ve ark., 2017, Trško ve ark., 2018), bilya türü ve boyutu (Avcu, 2018, Krishna ve ark., 2018), bilya püskürtme basıncı (Avcu, 2018, Krishna ve ark., 2018) olarak sıralanabilir. Endüstride gerçekleştirilen bilyalı dövme işlemlerinin standartlaştırılması için temel koşulların başında yüzey örtme oranının kontrol edilmesi gelmektedir (Trško ve ark., 2018). Yüzey örtme oranı, yüzeyde en az bir kez bilya isabet etmiş bölgelerin yüzey alanına oranı olarak tanımlanmaktadır (Trško ve ark., 2018). Yüzey örtme oranının bilyalı dövme işleminin kalitesi ve fonksiyonelliğinde önemli bir etken olduğu bilinmektedir. Ancak, yüzey örtme oranı ile ilgili literatürde herhangi bir standart bulunmamaktadır. Pratikte bir yüzeyin tamamını %100 dövmenin mümkün olmadığı kabul edilir ve uygulama açısından yüzeyin %98'i dövüldüğünde yüzey tamamen dövülmüş kabul edilmektedir. Bu tanıma göre %200 yüzey örtme oranı elde etmek için yüzey %98 örtme alanı için gereken sürenin iki katı süreyle bilyalı dövülmelidir (Trško ve ark., 2018). Literatür incelendiğinde alüminyum alaşımlarında bilyalı dövme üzerine yapılan çalışmaların genellikle bilyalı dövmenin malzemelerin yorulma dayanımı (Chadwick ve ark., 2018, Ferreira ve ark., 2018, Trško ve ark., 2018), korozyon direnci (Sheng-Li ve ark., 2013, Su ve ark., 2014, Waikar ve ark., 2016), elektrik iletkenliği (Alkan ve ark., 2016) ve kalıntı gerilme değişimine (Zhang ve ark., 2015, Kikuchi ve ark., 2016) odaklandığı belirlenirken, bilyalı dövme parametrelerinin yüzey altı özelliklere etkisi incelenmesi konusu yeterince irdelenmemiştir. Özellikle sınırlı sayıda araştırmacı yüzey örtme oranının alüminyum alaşımlarının yüzey altı mikroyapısal özelliklere etkisini incelemiştir (González ve ark., 2017, Trško ve ark., 2018).

Bu çalışmada, AA1050 alaşımının farklı bilyalı dövme parametreleri altında (püskürtme basıncı (1 ve 5 bar), yüzey örtme oranı (%100, %200 ve %1000) ve yüzey tarama hızı (1 mm/s, 10 mm/s ve 20 mm/s)) bilyalı dövülmüş, dövme parametrelere bağlı olarak kesit sertlik dağılımı ve mikroyapısal değişimleri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Hedef malzeme olarak kullanılan AA1050 alüminyum alaşımı 6 mm kalınlığında levha formunda temin edilmiştir. Şerit testere ile 76x25x6 mm (genişlik x derinlik x yükseklik) ölçülerinde kesilmiş ve 4 saat süre ile 400 ºC sıcaklıkta homojenizasyon ısıl işlemine tabi tutulmuştur. AA1050 alaşımının kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

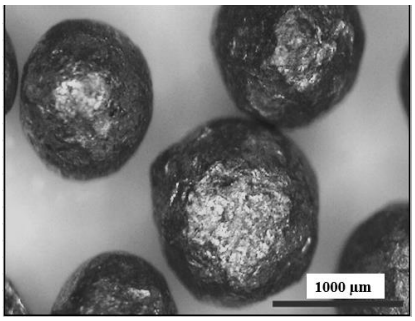
Tablo 1. AA1050 alüminyum alaşımının kimyasal ve mekanik özellikleri

Kimyasal Kompozisyon							
Al	Fe	Si	Ti	Zn	Mn	Mg	Cu
99,560	0,259	0,123	0,010	0,008	0,004	0,003	0,001

Bilyalı dövme işleminde kullanılan paslanmaz çelik bilyaların ticari ismi Chronital S60 olup, bilya çapları 0,7-1,25 mm aralığındadır. Paslanmaz çelik bilyalara ait fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 2'de ve stereo mikroskop görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Paslanmaz çelik (Chronital S60) bilyaların fiziksel ve mekanik özellikleri

Malzeme	Mikroyapı	Bilya çapı (mm)	Sertlik (HV)
Paslanmaz çelik	Östenitik	0,7-1,25	450

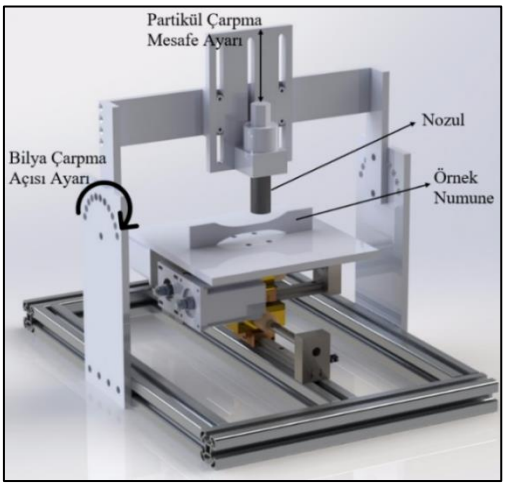


Şekil 1. Paslanmaz çelik bilyalar

3. Metod

3.1. Bilyalı dövme

Bilyalı dövme testleri, Kocaeli Üniversitesi Ford Otosan İhsaniye Otomotiv Meslek Yüksekokulu Yüzey İşlemleri Laboratuvarı'nda bulunan özel tasarım CNC kontrollü bilyalı dövme sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de bilyalı dövme deney düzeneğinin bilgisayar destekli tasarım görüntüsü (CAD) verilmiştir. Bilya besleme ve basınçlı hava hortumları birbirine bağlı olup, basınçlı havanın yarattığı vakum etkisi ile bilyaların sürekli akışı sağlanmaktadır. Bilyaların yüzeye çarpma açısı ve nozulun malzemeye uzaklığı kolaylıkla istenilen değerde ayarlanabilmektedir. Bilyalı dövme deneylerinde kullanılan işlem parametreleri Tablo 3'te verilmiştir. Bilyalı dövme işlemleri sonrası AA1050 alaşımı numuneler kesit-sertlik ve kesit-mikroyapı incelemeleri için hassas kesme cihazı yardımı ile dört eşit parçaya bölünmüş, soğuk bakalite alınmış, ayna parlaklığına getirilmiş ve Keller çözeltisi ile dağlanmıştır.



Şekil 2. Bilyalı dövme test cihazının şematik resmi

Tablo 3. Bilyalı dövme deneysel işlem parametreleri

Sabit parametreler				Değişken parametreler		
Nozul çapı (mm)	Bilya çarpma açısı (º)	Nozul mesafesi (mm)	Bilya cinsi	Bilya dövme basıncı (bar)	Yüzey örtme oranı (%)	İlerleme hızı (mm/s)
10	90	100	Paslanmaz çelik	1, 5	100, 200, 1000	1, 10, 20

3.1.1. Mikrosertlik ölçümleri

Mikrosertlik ölçümleri Zwick marka Vickers mikro sertlik ölçüm cihazı kullanılarak numune kesitlerinde yüzeyden 600 mikron derinliğe kadar, 50 mikron aralıklarla HV 0.01 N yük ile beş tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

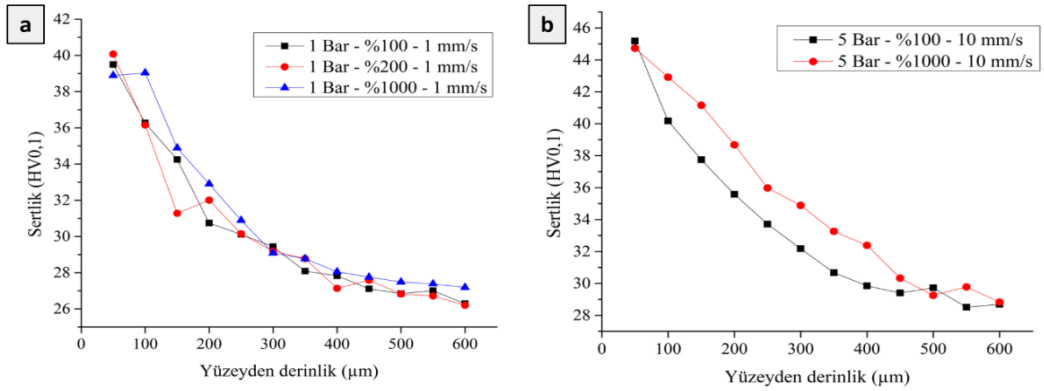
3.1.2. Mikroyapı İncelemeleri

Farklı bilyalı dövme parametrelerine bağlı değişiklik gösteren AA1050 alaşımının kesit mikroyapıları Sakarya Üniversitesi, Termal Sprey Laboratuvarı'nda bulunan Vega Tescan II marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) yardımıyla incelenmiştir.

4. SONUÇ

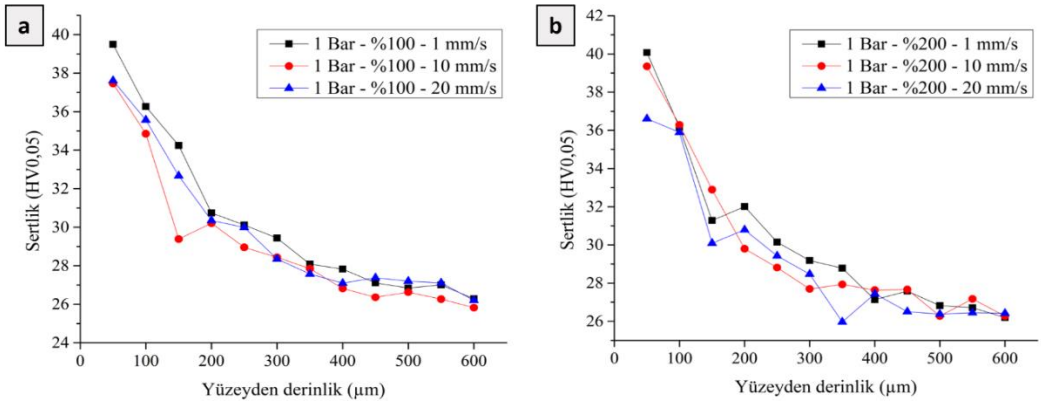
4.1. Bilyalı Dövme Sonrası Mikrosertlik İncelemeleri

Şekil 3'te farklı püskürtme basınçlarında gerçekleştirilen bilyalı dövme sonrası yüzey örtme oranına bağlı olarak mikro sertlik değerinin yüzeyden 600 µm derinliğe kadar değişimi verilmiştir. AA1050 alaşımının yüzey ve yüzey altı sertliğinin bilyalı dövmeye bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir. 1 bar püskürtme basıncı ve üç farklı yüzey örtme oranı (%100, %200, %1000) ile yapılan deneylerde (Şekil 3-a), %100 ve %200 yüzey örtme oranlarında kesit mikro sertlik değişimi benzer eğilim göstermiştir. %1000 yüzey örtme oranında 100-300 µm derinlik aralığında sertlik artışının görece daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak her üç yüzey örtme oranında da 350 µm derinlikten sonra sertlik değerleri kararlı bir hal alıp yakın değerlerde devam etmiştir. Diğer yandan püskürtme basıncının artışı ile yüzeyde ve kesit boyunca elde edilen sertlik değerlerinin yaklaşık olarak %10-20 artış gösterdiği sonucuna varılmıştır (Şekil 3). 5 bar püskürtme basıncı ve iki farklı yüzey örtme oranı (%100 ve %1000) ile yapılan deneylerde (Şekil 3-b) her iki yüzey örtme oranında da yüzeye yakın bölgede aynı sertlik değerine ulaşılmasına rağmen yüzey altı sertliğinin yüksek dövme örtme oranına bağlı olarak artış gösterdiği (100 - 450 µm aralığında) gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Vielma ve ark. farklı yüzey örtme oranları ile bilyalı dövdükleri çelik malzemelerin mikrosertlik değişimlerini incelemiş ve artan yüzey örtme oranına bağlı mikro sertlik değerinde artış gözlemlemişlerdir (2014). Literatür çalışmaları incelendiğinde yüksek püskürtme basıncının malzemenin mikrosertlik profilinde artış göstermesine sebep olduğunu ve bu durumun bilyalı dövme sonrası yüzey ve yüzey altı mikroyapısında tane incelmesi ve deformasyon sertleşmesi ile oluştuğu öne sürülmüştür (Sun ve ark., 2014, Avcu, 2018).



Şekil 3. Derinliğe bağlı kesit sertlik değişimi a) 1 bar bilya püskürtme basıncı, b) 5 bar bilya püskürtme basıncı

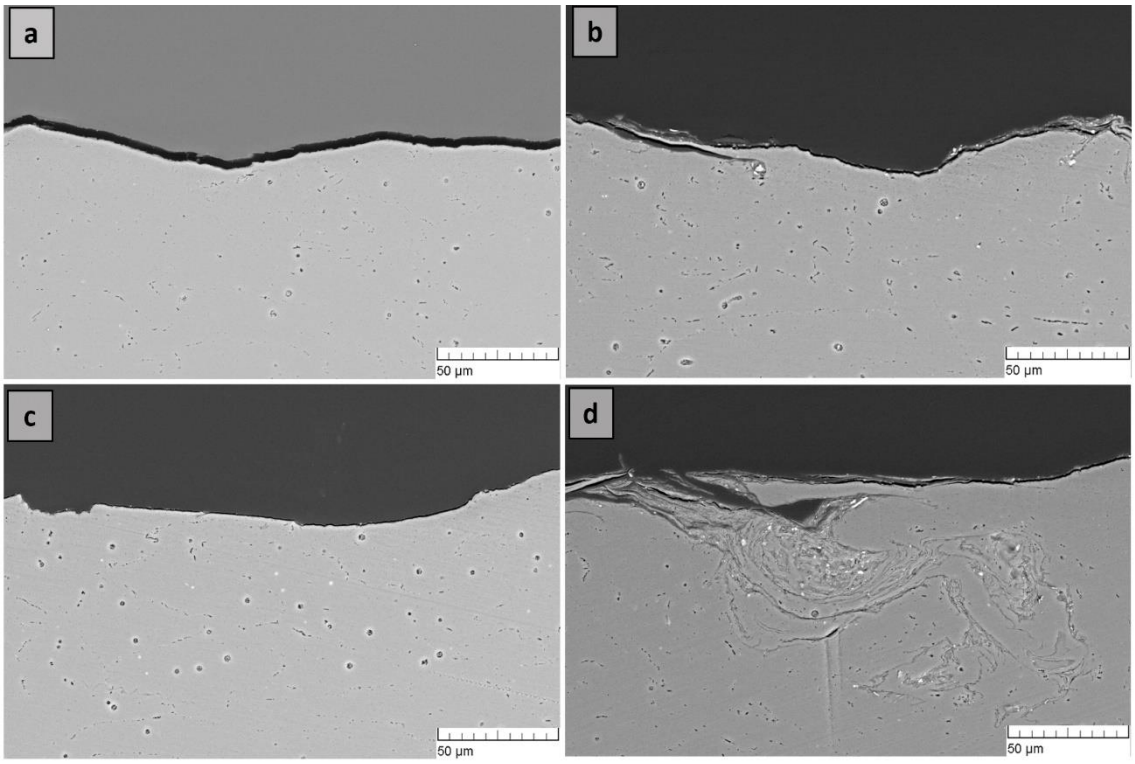
Tarama hızı değişiminin (1 mm/s, 10 mm/s, 20 mm/s) kesit mikro sertliği üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı, malzeme yüzey-merkez arası sertlik değişim eğiliminin tüm numunelerde benzer olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Sertlik değerlerinde görülen, özellikle düşük tarama hızında (1 mm/s) (Şekil 4), dalgalanmaların mikro sertlik ölçüm hatalarından kaynaklandığı ve ölçüm toleranslarında olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Derinliğe bağlı kesit sertlik değişimi (1 bar) a) %100 yüzey örtme oranı, b) %200 yüzey örtme oranı

4.2. Bilyalı Dövme Sonrası Kesit Mikroyapı İncelemeleri

Şekil 5'te 1 bar ve 5 bar püskürtme basıncında %100 ve %1000 yüzey örtme oranı ile dövülen yüzeylerin kesit mikroyapıları verilmiştir. Her iki yüzey örtme oranı (%100 ve %1000) ile dövülen numunelerde püskürtme basıncının artması (1 bardan 5 bara) ile deformasyon miktarının arttığı ve yüzey topografyasında daha yüksek tepelere ve daha derin çukurlara neden olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5). Bu sonuç bir önceki bölümde tartışılan püskürtme basıncına bağlı olarak meydana gelen sertlik artışı sonuçları ile örtüşmektedir. 5 bar ve %100 yüzey örtme oranı ile dövülen numunenin yüzeye yakın bölgelerinde yüzeye göre hem yatay hem de dikey eksenlerde çatlak oluşumları gözlemlenmiştir (Şekil 5-b). 1 bar püskürtme basıncında %100 ve %1000 yüzey örtme oranları ile dövülen yüzeylerde deformasyona bağlı tepe ve çukur oluşumu gözlenmiştir. Özellikle 5 bar püskürtme basıncında %1000 yüzey örtme oranı ile dövülen numunelerde yüzey tabakasında aşırı deformasyona bağlı kopmalar ve mikro çatlaklar meydana gelmiş ve yüzey altında aşırı deformasyon bölgelerinin oluşumu gözlemlenmiştir (Şekil 5-d). Bu bölgelerde (Şekil 5-d'de görülen katmanlı yüzey yapısının) bilya darbeleri sonucunda, yüzeyden kopan ve/veya sıvanan malzemelerin bilyalı dövme süresince tekrarlanan bilya darbeleri sonucu yüzeye tekrar sıvanması ile meydana geldiği düşünülmektedir.



Şekil 5. Bilyalı dövme sonrası kesit-mikroyapı incelemeleri (tarama hızı: 1 mm/s): a) 1 bar, %100; b) 5 bar, %100; c) 1 bar, %1000; d) 5 bar, %1000

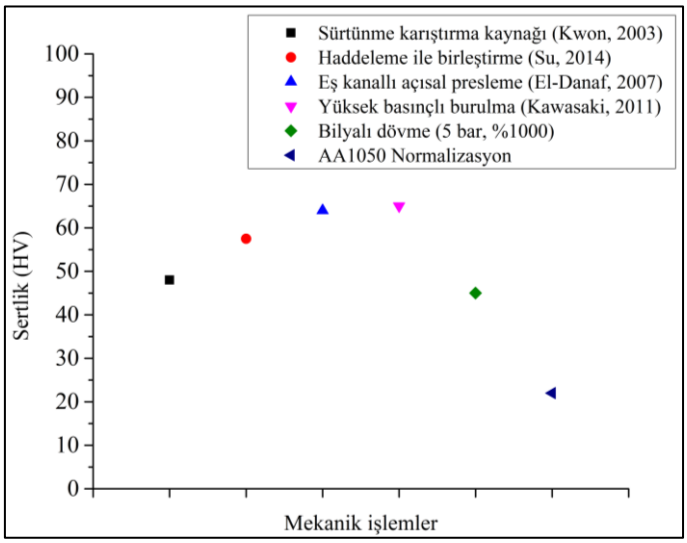
Gonzalez ve ark. yaptıkları aşırı bilyalı dövme çalışmalarında AA6061 malzeme yüzeyinde benzer yapılar elde etmişler, bu yapıları aşırı deformasyona uğramış yüzey katmanı olarak adlandırmışlardır (2017). Literatürdeki çalışmalarda yüzey ve yakın yüzey altında yüksek deformasyona bağlı olarak tane incelmesi gerçekleştiğini ifade edilmiştir. Bagherifard ve ark. gerçekleştirdikleri bilyalı dövme işlemleri sonrası benzer kesit görüntüleri elde etmişlerdir. Ayrıca yüzey ve yüzey altı bölgelerdeki mikro çatlaklarının yorulma dayanımına olumsuz etkisi olduğunu belirterek, bilyalı dövme işlemi uygulanmış malzemelerin yorulma dayanımlarının sadece pürüzlülük değerindeki değişime bağlı olmadığını ortaya koymuşlardır (Bagherifard ve ark., 2014).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, AA1050 alaşımı numuneler iki farklı basınçla (1 ve 5 bar), üç farklı yüzey örtme oranı (%100, %200 ve %1000) ve üç farklı yüzey tarama hızında (1, 10 ve 20 mm/s) paslanmaz çelik bilyalar kullanılarak dövülmüştür. Bilyalı dövme ile alaşımın yüzey ve yüzey altı mikro sertlik değeri artmıştır. Kesit sertlik değerlerinin artmasında tarama hızı ve yüzey örtme oranına kıyasla bilya püskürtme basıncı daha etkili olmuştur. Mikroyapısal incelemeler sonucunda yüksek yüzey örtme oranı (%1000) ve yüksek bilya püskürtme basıncında (5 bar) yüzey ve yüzey altı bölgede malzeme kopmasının, yüzeyden kopan malzemenin bilyalı dövme sırasında yüzeye tekrar sıvanmasının, mikro çatlakların ve aşırı deformasyon bölgelerinin oluştuğu belirlenmiştir. Bilyalı dövme işlemi sonrası dövülmemiş kontrol numunesine kıyasla farklı parametreler altında dövülen alaşımın mikro sertlik değerinde yaklaşık yüzeyden yaklaşık 500 µm derinliğe kadar artış meydana gelmiştir. Bilyalı dövülen AA1050 alaşımının yüzey sertliği yaklaşık iki katına çıkmıştır.

Şekil 6'da literatürde AA1050 alaşımına uygulanan farklı mekanik işlemler (sürtünme karıştırma kaynağı, haddeleme ile birleştirme, eş kanallı açısal presleme (EKAP), yüksek basınçlı burulma) sonucunda elde edilen ve bu çalışmada (5 bar püskürtme basıncı ve %1000 yüzey örtme oranı) elde edilmiş sertlik değeri sonuçları kıyaslanmıştır (Kwon ve ark., 2003, El-Danaf ve ark., 2007, Kawasaki ve ark., 2011, Su ve ark., 2014). Homojenizasyon işlemi sonrası mikro sertliği 22 HV olan AA1050 alaşımının, farklı yöntemler uygulanarak 45-65 HV'ye kadar sertliğinin arttırılabildiği belirlenmiştir. Şekildeki mekanik işlemler incelendiğinde bilyalı dövme dışındaki bütün sertleştirme yöntemleri

malzemenin tamamının deformasyona uğraması ile gerçekleştirilmektedir. Bilyalı dövme, malzemelerin yüzeyine uygulanan bir mekanik bir işlem olup, mekanik etkileri sadece yüzey ve yüzey altında görülmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen sertlik değerlerinin yanı sıra uygulama kolaylığı ve düşük maliyetleri de dikkate alındığında, sadece yüzey sertliğinin gerektiği uygulamalar için bilyalı dövmenin diğer sertleştirme yöntemleri arasında öne çıkan bir yöntem olduğu söylenebilir.



Şekil 6. Farklı yöntemler sonrası AA1050 alaşımının sertlik değişimi (Kwon ve ark., 2003, El-Danaf ve ark., 2007, Kawasaki ve ark., 2011, Su ve ark., 2014)

TEŞEKKÜR

Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (KOU-BAP) 2017/049 numaralı proje desteği için teşekkür ederiz. SEM incelemelerine katkıları nedeniyle başta Arş. Gör. Dr. Fatih Erdem Baştan ve Prof. Dr. Fatih Üstel olmak üzere tüm Sakarya Üniversitesi TESLAB ekibine, CNC kontrollü bilyalı dövme tasarımı ve imalatındaki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Hürol Koçoğlu ve Kadir Numal'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

ALKAN, Z., VAROL, R., ve ark. (2016), Alüminyum Alaşımlarında Bilyeli Dövmenin Elektrik İletkenliği Üzerine Etkisi, *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 20(3).

AVCU, E. (2018), Bilyalı Dövme Parametrelerinin AA7075 Alüminyum Alaşımının Yüzey Altı Özelliklerine Etkileri, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*.

BAGHERIFARD, S., FERNANDEZ-PARIENTE, I., ve ark. (2014), Effect of Severe Shot Peening on Microstructure and Fatigue Strength of Cast Iron, *International Journal of Fatigue* 65, 64-70.

CHADWICK, D. J., GHANBARI, S., ve ark. (2018), Crack incubation in shot peened AA7050 and mechanism for fatigue enhancement, *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures* 41(1), 71-83.

EL-DANAF, E., SOLIMAN, M., ve ark. (2007), Enhancement of mechanical properties and grain size refinement of commercial purity aluminum 1050 processed by ECAP, 458(1-2), 226-234.

FERREIRA, N., ANTUNES, P., ve ark. (2018), Effects of Shot-Peening and Stress Ratio on The Fatigue Crack Propagation of Al 7475-T7351 Specimens, *Applied Sciences* 8(3), 375.

GONZÁLEZ, J., BAGHERIFARD, S., ve ark. (2017), Influence of Different Shot Peening Treatments on Surface State and Fatigue Behaviour of Al 6063 Alloy, *Engineering Fracture Mechanics* 185, 72-81.

KAWASAKI, M., ALHAJERI, S. N., ve ark. (2011), The development of hardness homogeneity in pure aluminum and aluminum alloy disks processed by high-pressure torsion, *Materials Science Engineering: A* 529, 345-351.

KIKUCHI, S., NAKAMURA, Y., ve ark. (2016), Effect of shot peening using ultra-fine particles on fatigue properties of 5056 aluminum alloy under rotating bending, *Materials Science and Engineering: A* 652, 279-286.

KRISHNA, L. R., MADHAVI, Y., ve ark. (2018), Influence of prior shot peening variables on the fatigue life of micro arc oxidation coated 6061-T6 Al alloy, *International Journal of Fatigue* 106, 165-174.

KWON, Y., SHIGEMATSU, I., ve ark. (2003), Mechanical properties of fine-grained aluminum alloy produced by friction stir process, *Scripta materialia* 49(8), 785-789.

LUONG, H. ve HILL, M. R. (2010), The effects of laser peening and shot peening on high cycle fatigue in 7050-T7451 aluminum alloy, *Materials Science and Engineering: A* 527(3), 699-707.
SHENG-LI, L., CUI, Y., ve ark. (2013), Influence of exposure to aggressive environment on fatigue behavior of a shot peened high strength aluminum alloy, *Materials Science and Engineering: A* 574, 243-252.
SU, L., LU, C., ve ark. (2014), Investigation of ultrafine grained AA1050 fabricated by accumulative roll bonding, 614, 148-155.
SUN, B. L., WANG, Y. J., ve ark. (2014), Evolution of Microstructure and Properties of 2196 Al-Li Alloy Induced by Shot Peening, *Procedia Engineering* 81, 1043-1048.
TRŠKO, L., FINTOVÁ, S., ve ark. (2018), Study of Relation between Shot Peening Parameters and Fatigue Fracture Surface Character of an AW 7075 Aluminium Alloy, *Metals* 8(2), 111.
VIELMA, A. T., LLANEZA, V., ve ark. (2014), Effect of coverage and double peening treatments on the fatigue life of a quenched and tempered structural steel, *Surface and Coatings Technology* 249, 75-83.
WAIKAR, R., GUO, Y., ve ark. (2016). Electrochemical corrosion behavior of surface nanocrystallized steel and aluminum alloys by air blast shot peening (ABSP). *Flexible Automation (ISFA), International Symposium on*, IEEE.
ZHANG, W., LV, S., ve ark. (2015), Influence of shot peening intensity on residual strength of aluminium alloy, *Materials Research Innovations* 19(sup8), S8-541-S548-544.

BİR PETRO – KİMYA FABRİKASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜDÜ

Şükrü YÜKSEL
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makine Mühendisliği A.B.D
skryksl94@gmail.com

Özet
Ülkemizin ekonomik gelişimi yanında enerjiye duyulan talebi arttırmış bulunmaktadır. Sanayi kuruluşlarının enerjiye ihtiyacının fazla olması yeni enerji yatırımlarını ve mevcut enerjinin verimli kullanılmasını ön plana çıkarmıştır. Endüstriyel işletmeler açısından bakıldığında uluslararası alanda birçok işletme ile rekabet etmek zorundadırlar. Küresel alanda rekabet etmeleri için insan gücü, sermaye, teknolojinin yanında en önemli kaynak olarak enerjide sayılmaktadır. Endüstriyel işletmelerde enerji verimliliğinin sağlanması yöneticiler için önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu bağlamda, yöneticiler enerjinin verimli tüketilmesi için kullanılacak yöntemleri iyi bilmeleri gerekmektedir. Bu çalışmanın konusu "Sanayide enerji verimliliğini arttırmaya yönelik geliştirilen projelerin maliyet hesaplaması" olup, bir petro – kimya fabrikasında enerji verimliliği etüdü yapılarak enerji tüketim noktaları tespit edilmiştir. Elde edilen verilere dikkate alınarak doğal gaz ve elektrik tüketim miktarını azaltmak için, fabrikadaki mevcut ısı yalıtımının yenilenmesi, ısıtma sistemindeki genleşme deposunun değiştirilmesi, aydınlatma sistemin modernizasyonu, brülör sisteminin değiştirilmesi ve ekonomizer uygulaması çalışmaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Yönetimi, Enerji Verimliliği, Enerji Tasarrufu, Enerji Ekonomisi

ENERGY EFFİCİENCY ETUDE OF A PETROLEUM CHEMİCAL INDUSTRY

Abstract
Economic development of our contry has increased the demand for energy.Industrial institutions need more energy has revealed new energy investments and eficient use of energy to the fore. In terms of industrial institutions, they have to compete with many companies in the global arena. Energy becomes the most needed resorce to be successful in international arena along with other crucial resources as money, human power and technology. Optimization and improvement of energy efficiency has become a major problem for director of industrial so director has knowledge of the methods to use energy in more effective ways. In this study, energy efficiency etude has been made in a petroleum chemical industry. As a result of the investigation energy computation was determined. Based on the data obtained, studies have been carried out to reduce the amount of naturel gas and electricity consumption. This studies; renovation thermal insulation, replacement of the expansion tank of heating system, modernization of lighting system, replacement of the burner and perform an application of economizer.

Keywords: Energy Management, Energy Efficiency, Energy Saving , Energy Economy.

1.GİRİŞ

Tüm dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerjiye olan talep giderek artmaktadır. Bunun en önemli nedenleri arasında hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak sanayileşmenin artması ve sanayinin enerjiye olan ihtiyacının artmasına neden olmuştur. Fosil yakıtların kullanımı nedeniyle çevre kirliliği söz konusudur. Ayrıca fosil kaynakların tükenebilir olması nedeniyle enerjinin arz güvenliğinin korunması tüm ülkeler tarafından her dönem titizlikle incelenmektedir. İşte bu sebepten ötürü -fosil kaynakların tükenebilirliği- arz ve talep noktasında bulunan bireylerin tüm alanlarda etkin bir enerji yönetimine yönlendirmiştir. Özellikle sanayide kullanılan enerjinin fazla olması nedeni ile tüm alanlarda enerji verimliliğinin arttırılması ve enerji tüketimin fazla olduğu noktalarda bu durum için önlem alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada bir petro-kimya fabrikasında yapılan çalışmalar sonucunda, üretimde kullanılan mevcut sistemlerin enerji tüketimleri incelenmiş ve sistemde tüketimin fazla olduğu noktalar tespit edilerek tasarruf sağlamak adına revizyon işlemleri gerçekleştirilmesi planlanmıştır.

2. ENERJİ

2.1. Dünyada Enerjinin Yeri

Dünyadaki enerji kaynakları, ülkeler ve bölgeler arasında eşit bir dağılıma sahip değildir [Tablo 1]. Sanayi ihtilalinden bu yana dünyada, ülkeler arasında enerji kaynaklarına hükmedebilmek için kıyasıya bir mücadele başlamış ve bu mücadele tarihte ülkelerin karşı karşıya gelmesine sebep olmuştur. Zira sanayileşmenin altyapısı enerjiye dayanmaktadır. Bu yüzden dünya siyasetine yön vermeye devam etmektedir. Ne yazık ki, fosil yakıt kaynaklarına sahip ülkeler siyasi anlamda gergin ve sıcak bölge olma özelliğini devam ettirmektedir.

Bir ülkenin tükettiği enerjinin artması, o ülkenin gelişmişliğini ayrıca sanayisinin güçlü olduğuna işaret etmektedir. Enerji kaynaklarının tükenebilirliği ayrıca enerjide dışa bağımlılık ve çevresel etkiler nedeniyle, temiz ve ucuz enerjinin ekonomik şekilde temin edilmesi daima tüm ülkelerinin enerji politikalarında ilk yer almaya devam edecektir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) hazırladığı, Dünya Enerji Bakışı 2002'de (DEB 2002) yer alan, 2000-2030 yıllarını inceleyen raporunda, enerji tüketiminin sürekli olarak artacağı, yenilenemeyen enerji kaynakların önemini korumaya devam edeceği öngörülmektedir. Ayrıca ticari enerjinin tüketiminin gelişmekte olan ülkeler tarafından, Ekonomik İş Birliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) ülkelerin seviyesine ulaşabilmek adına, gün geçtikçe artacağı öngörülmektedir. Dünyanın enerji kaynakları, 2000-2030 yılları arasında artan enerji talebini karşılamaya yeterlidir. Fakat enerjinin arz güvenliği, enerji alt yapısındaki yatırımlar, enerjiye ulaşmanın ve tüketmenin neden olduğu çevresel problemler ve ülkelerin enerjiye sahip olmada yaşadığı eşitsizlikler konusunda önemli endişeler öngörülmektedir.

Dünya ülkeleri ile birlikte Türkiye'de 2008 ve 2009 yılında bir ekonomik kriz içine girmiştir. Krizin etkileri sadece finansman sektöründe görülmeyerek, enerji tüketimi azalmıştır. Bu bağlamda işsizlik orunları ortaya çıkmış, yatırımlar durmuştur. Özellikle Dünyada petrol ve doğal gaz aramalarında gözlenen durgunluk gelecekte arz sıkıntıları ile karşılaşılacağı ve fiyatların daha da artacağına işaret etmektedir.

Tablo 1. Dünya Fosil Yakıt Üretimi ve Tüketimi

	Dünya Fosil Yakıt Üretimi				**Dünya Fosil Yakıt Tüketimi**			
Bölgeler	**Petrol (Milyon ton)**	**Doğal Gaz (Milyar m^3)**	**Kömür (Milyon TEP)**	**Toplam (Milyon TEP)**	**Petrol (Milyon ton)**	**Doğal Gaz (Milyar m^3)**	**Kömür (Milyon TEP)**	**Toplam (Milyon TEP)**
Kuzey Amerika	619,2	812,3	638,4	2027,8	1076,6	824,4	606,9	2487,5
Orta ve Güney Amerika	335,6	158,9	55,5	552,5	270,3	143	23,3	437,2
Avrupa ve Asya	851	187,3	456,4	2339,4	955,5	1143,9	522,7	2566,9
Ortadoğu	1253,7	381,1	0,5	1663,7	306,9	327,1	9,4	629,9
Afrika	488,1	214,8	143,4	851,	135,2	94,9	110,3	338,6
Asya-Pasifik	381,2	411,2	2030,7	2805,2	1183,4	485,3	25031,2	3715,6
Toplam-Dünya	3928,8	3065,6	3324,9	10239,8	3927,9	3018,6	3303,8	10175

2.2. Türkiye'de Enerjinin Yeri

Türkiye'nin lokomotif sektörlerinde maliyeti belirleyen önemli girdilerden biri olan enerji, uluslararası rekabeti doğrudan etkilemektedir. Enerjiye olan hızlı talep artışı bir takım yatırım gereksinimlerini ortaya çıkarmakta, her yatırımda da finansmanının sağlanması gerekmektedir. Bu talep artışını, ekonomik faaliyetlerinin başlaması olarak yorumlansa dahi bu kez de görüldüğü gibi onun getirdiği yatırımları yapabilme, bu yatırımlarının finansmanlarını sağlayacak bazı modeller geliştirebilme ve bunu uzun vadeli kılma gibi bir dizi sorun gündeme gelmektedir.

Ticari ve bağımsız ihracat yollarının oluşturulması açısından "Doğu-Batı ve Kuzey-Güney Enerji Koridoru" konseptinde yer alan Türkiye, stratejik bir role sahiptir. Türkiye, Enerji üretim kapasitesinin kendi enerji talebini karşılayamaması sebebiyle enerji ithal eden bir ülke konumundadır. Türkiye'de enerji üretimi her yıl %8 - %10 oranında artmaktadır. Talebi karşılamak için enerji projelerine yılda 3-4 milyar dolar ayrılması gerektiği hesaplanmaktadır. Ancak 2008 yılında Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı tarafından gerçekleştirilen 1.619.354,00 ₺'lik yatırımın sadece 757.977,00 ₺'si (%46.8) enerji sektörüne ayrılmıştır.

2.3. Sanayide Enerji Yönetimi

Sanayi kuruluşlarında enerji tasarrufunu sağlayabilmek için etkin bir enerji yönetimi politikası oluşturulmalı ve uygulanmalıdır. Bahsi geçen politikalar fabrikanın üretiminden, güvenlik şartlarından, çevresel sorunları ve çalışan insanların konfor şartlarını göz önünde bulundurularak hazırlanmalıdır. En basit yoluyla enerji tasarrufunda bulunmak için; kullanılan cihazların kullanım şartlarına uygun olarak kullanılması ve bakımının zamanında yapılarak verimliliğini arttırmak, enerji maliyetlerinin düşülmesi yüksek tüketim noktalarının belirlenmesi ve izlenmesi noktalarına dikkat edilerek sağlanabilir.

Enerji yönetimi; karı maksimize ederek rekabet şartlarını için enerjinin etkin kullanımı konu almaktadır. Bu korumayı tanımlamak gerekirse dört ana başlık altında inceleyebiliriz.

1. Planlama,
2. Uygulama
3. Kontrol Etme
4. Önlem alma

2.3.1 Sanayide Enerji Tüketiminin İncelenmesi

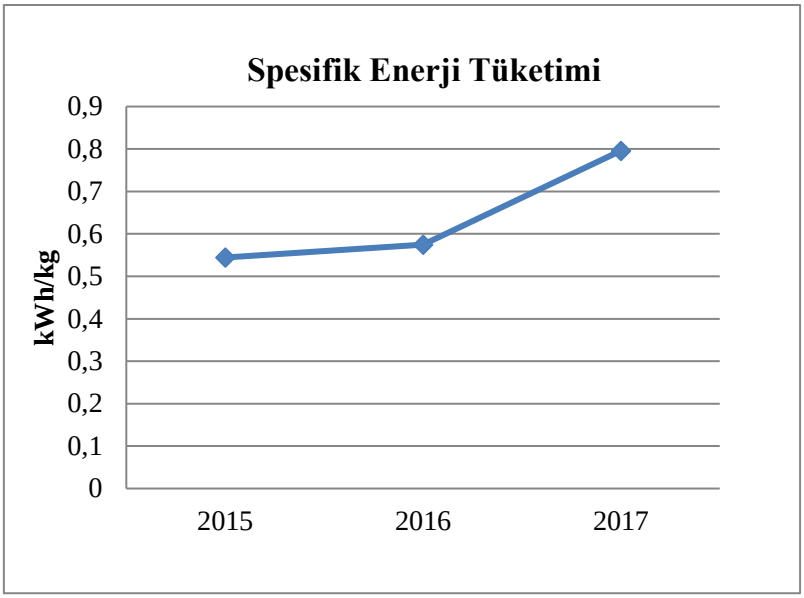
Enerji Verimliliği Kanunu'na göre 1.000 TEP ve üzerinde enerji tüketimi olan işletmeler enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlüdür. Organize sanayi bölgelerinde 1.000 TEP' den daha az tüketime sahip olan işletmeler için enerji verimliliği hizmeti verilmesi amacıyla enerji yönetimi birimi kurulması ibaresi yer almaktadır. Ayrıca 50.000 TEP ve üzeri tüketime sahip olan işletmelerde enerji yönetim birimi kurulması kanun kapsamında yer almaktadır.Enerji Verimliliği Kanunu'ndan dolayı fabrikanın tüketmiş olduğu yıllık enerji miktarlarını Tablo 2' de, yıllık üretmiş olduğu mamul miktarını Tablo 3'de ve spesifik enerji tüketimini Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yıllık Tüketim Miktarları

Yıllar	Doğal Gaz		Elektrik	
	Tüketim Miktarı (kWh)	Maliyet (₺)	Tüketim Miktarı (kWh)	Maliyet (₺)
2015	4.769.390,64	445.843,48	4.429.399,80	1.082.500,14
2016	5.896.569,60	541.047,48	4.652.424,31	1.176.766,13
2017	7.100.613,07	602.488,60	5.901.550,22	1.456.575,75

Tablo 3. Yıllık Üretim Miktarları

Yıllar	2015	2016	2017
Üretim Miktarı (kg)	16.900.000	18.347.000	16.338.000



Şekil 1. Spesifik Enerji Tüketimi

Şekil 1'den anlaşıldığı üzere birim üretim başına düşen enerji miktarında iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda verimlilik arttırıcı projeler geliştirilmiştir.

3. VERİMLİLİK ARTTIRICI PROJELER

3.1. Mevcut Brülör Sisteminin İncelenmesi

Mevcut brülörün yapılan incelemeler sonucunda 3500 kW maksimum kapasiteye sahip olduğu; ayrıca mevcut brülörün tek kademeli ve otomasyon tarafından kontrol edilmeyen geleneksel tip olduğu tespit edilmiştir. Brülörün mevcut kazan kapasitesinin – 4.000.000 Kcal/h - altında olmasından kaynaklı olarak sürekli devrede kalarak doğal gaz sarfiyatını arttıracağı anlaşılmıştır. Bu bulgular göz önüne alındığında mevcut brülör sisteminin revize edilmesi planlanmıştır. Revize sonucunda mevcut brülör otomatik kontrol sistemine sahip oransal yeni nesil brülör tercih edilerek yıllık doğalgaz sarfiyatında %5 oranın da tasarruf olması beklenmektedir.

3.2. Ekonomizer Uygulamasının İncelenmesi

Mevcut kazan sisteminin baca gazı sıcaklığı yaklaşık 350^0C olduğu ve mevcut sistemde ekonomizer uygulaması olmadığı incelemeler sırasında tespit edilmiştir. Gerek sistemden dönen akışkana ön ısıtma uygulanması amacıyla gerekse işçilerin duşlarında kullandıkları sıcak suyu temin amacıyla kullanılması için ekonomizer uygulama çalışmaları yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda Tablo 4 ve Tablo 5 oluşturulmuştur.

Tablo 4. 1 Numaralı Ekonomizer Verileri

Tanım	Akışkan Özellikleri (Su)	Yanmış Gaz Özellikleri
$T_{Giriş}$	70^0C	355^0C
$T_{Çıkış}$	90^0C	120^0C
$P_{Giriş}$	3 bar	1,013 bar
$\dot{m}$	23.329 kg/h	7.281 kg/h
V	24 m3/h	10.927 m3/h
ρ	971,9 kg/m3	0,6663 kg/m3
cp	4.195 J/ (kg.K)	1.144 J/ (kg.K)
k	0,6671 W/(m.K)	0,03969 W/(m.K)
$V_{Giriş}$	1,247 m/s	2,764 m/s
$V_{Çıkış}$	1,247 m/s	2,764 m/s
$P_{Çıkış}$	2,932 bar	1,012 bar

Tablo 5. 2 Numaralı Ekonomizer Verileri

Tanım	Akışkan Özellikleri (Su)	Yanmış Gaz Özellikleri
$T_{Giriş}$	40^0C	120^0C
$T_{Çıkış}$	60^0C	56^0C
$P_{Giriş}$	3 bar	1,013 bar
$\dot{m}$	8.127 kg/h	7.281 kg/h
V	8,225 m^3/h	7.729 m^3/h
ρ	988,1 kg/m^3	0,942 kg/m^3
c_p	4,18 J/ (kg.K)	1.108 J/ (kg.K)
k	0,6406 W/(m.K)	0,02885 W/(m.K)
$V_{Giriş}$	0,9794 m/s	1,704 m/s
$V_{Çıkış}$	0,9794 m/s	1,704 m/s
$P_{Çıkış}$	2,985 bar	1,012 bar

1 numaralı ekonomizer uygulamasından 543,6 kW/h, 2 numaralı ekonomizer uygulamasından 188,8 kW/h olmak üzere 732,4 kW/h enerji tasarrufu sağlanması ön görülmektedir.

3.3. Mevcut Aydınlatma Sisteminin Modernizasyonu

Tesisteki mevcut aydınlatmaların LED aydınlatmalar ile değiştirilerek enerji tasarrufunun yapılması ve aydınlatma alanının genişletilmesini sağlamak amaçlanmıştır. Bu kapsamda tesise ait elektrik projesi inceleme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar Tablo 6' da gösterilmiştir.

Tablo 6. Mevcut Aydınlatmaların Modernizasyonu

Konum	**Adet**	**Güç (W)**	**Toplam (W)**	**Adet**	**Güç (W)**	**Toplam (W)**
Çevre Aydınlatmalar	27	250	6.750	27	108	2.916
PU Katı	35	140	4.900	35	80	2.800
PU Katı	49	250	12.250	49	108	5.292
TPU Katı	18	140	2.250	18	80	1.440
TPU Katı	29	250	7.250	29	108	3.132
Depo	35	250	8.750	35	108	3.780
Toplam	42.150 W			19.360 W		

Gerçekleştirilen tasarruf miktarı 22.790 W olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapmış olduğumuz çalışmalar da genel olarak enerji verimliliği kavramına değinilmiş ve verimlilik arttırıcı projeler geliştirilmiştir. Geliştirilen projeler ve geri ödeme süreleri Tablo 7' de sunulmuştur.
Sonuç olarak, ülkemizin enerji bakımından dışa bağımlılığı düşünüldüğünde başta sanayi kuruluşları olmak üzere konutlarda ve ulaşımda enerjiyi verimli kullanmak adına herkese görev düşmektedir. Sanayi kuruluşlarının yeni sistem tasarımı yaparken ya da yeni ürünler piyasaya sürerken enerji verimliliğine özen göstermesi ayrıca mevcut sistemlerini enerji yönetmeliklerine uygun hale getirmesi ülkemizin refah düzeyini doğrudan etkileyeceği gibi ülkemizin gelişmişlik seviyesine katkı sağlayacaktır.

Tüm dünya vatandaşları olarak ele ele verilerek daha temiz bir dünya geleceği için tüketilen enerjinin verimli olmasındaki görevlerimizi eksiksiz olarak yerine getirmemiz bir zorunluluk haline gelmiştir.

Tablo7. Geliştirilen Projeler Özet Tablosu

SN	Proje Adı	Proje Maliyeti (₺)	Tasarruf Edilen Enerji Maliyeti (₺)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
1	Kızgın Yağ Genleşme Deposunun Değiştirilmesi	30.000,00	17.500,00	2
2	Mevcut Brülör Sisteminin Değiştirilmesi	95.000,00	19.900,00	5
3	Kızgın Yağ Hattının Yalıtımının Yapılması	950.000,00	142.000,00	7
4	Ekonomizer Uygulaması	550.000,00	280.000,00	3
5	Mevcut Aydınlatma Sisteminin Modernizasyonu	40.000,00	9.200,00	5
6	Güneş Enerji Sisteminin Kullanılması	1.250.000,00	480.000,00	3

TEŞEKKÜR

Hayatımın her aşamasında beni destekleyen ablam Nilay ÖZDEMİRLİ'ye ve çok değerli aileme, çalışmalarımda beni destekleyen Prof. Dr. Halil İbrahim SARAÇ'a ve fabrikadaki incelemeler sırasında yardımcı olan tüm çalışanlara teşekkür eder ve sonsuz minnet duygularımı sunarım.

KAYNAKLAR

Anadolu Üniversitesi (2013), "Enerji Yönetimi ve Politikaları", AÜ Yayın No:2787, Eskişehir, 6-20.
BP (2009), BP Enerji İstatistikleri Raporu, Haziran 2009
Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2004), Türkiye Enerji Raporu, 2003-2004, Ankara.
Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009), Türkiye Enerji Raporu 2009, Ankara, Aralık.
International Energy Agency (IEA) (2002), Dünya Enerji Bakışı Raporu, OECD.
Karakoç T.H., Binyıldız E., Turan O., Yıldırım E. (2011), "Isı Yalıtımı", ODE Teknik Yayınları.
Türkyılmaz O.(2010), "Türkiye'nin Enerji Görünümü", TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası.

FREZELEME İŞLEMİNDE KESME FORMUNUN VE KESİCİ TAKIM UÇ RADYÜSÜNÜN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

Nurettin BULAN
Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İmalat Mühendisliği Bölümü A.B.D.
nureddinbulan@gmail.com.tr

Fuat Kara
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü fuatkara@duzce.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, 17-4 ph paslanmaz çeliğinden hazırlanmış numuneler üzerinde CNC freze tezgahında frezeleme işlemi yapılarak yüzey pürüzlülüğü değerleri ölçülmüştür. Deneylerde PVD, (TiAlN-TiN) kaplamalı karbür kesici takımların iki farklı kesme geometrisine sahip (M ve ML) kesme formlu ve iki farklı (0,4 ve 0,8) uç radyüsüne sahip kesici takımlar kullanılmıştır. Kesici takımlar ile üç farklı kesme hızında (70 , 140 ve 210 m/dak), üç farklı ilerleme hızı değerinde (0,06, 0,09 ve 0,12 mm/dev) ve 1 mm kesme derinliğinde işleme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Her kesme formu ve uç radyüsleri için ayrı ayrı işlenen parçalarda kesme formunun ve uç radyüsünün yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, en iyi yüzey pürüzlülük değerleri ML kesme formuna sahip kesici takımlarla elde edilmiştir. 0,8 mm uç radyüslü kesici takımlar ile ölçülen yüzey pürüzlüğü değerleri 0,4 mm uç radyüslü kesici takımlar ile ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Yüzey pürüzlülükleri bütün kesiciler için genel olarak ilerlemenin artışı ile artmış, kesme hızının artışı ile azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kesme formu, Yüzey pürüzlülüğü, Kesici uç radyüsü.

THE EFFECT OF CUTTING FORM AND CUTTING TOOL RADIUS ON SURFACE ROUGHINESS IN MILLING PROCESS

Abstract
In this study, surface roughness values were measured by milling on CNC milling machines on samples prepared from 17-4 ph stainless steel. In the experiments, PVD (TiAlN-TiN) coated carbide cutting tools are used in cutting form with two different cutting geometries (M and ML) and two different (0,4 and 0,8 mm) insert radii. With the cutting tools, machining experiments were carried out at three different cutting speeds (70, 140 and 210 m / min), three different feed values (0,06, 0,09 and 0,12 mm / rev) and 1 mm cutting depth. The effects of the cutting form and the end radius on the surface roughness were investigated in the individual machined parts for each cutting form and tip radii. As a result of the experiments, the best surface roughness values were obtained with cutting tools with ML cutting form. It was observed that the surface roughness values measured with 0,8 mm radius cutter tools were lower than the surface roughness values measured with 0,4 mm radius cutter tools. Surface roughness increased for all cutters in general with the increase in progress, and decreased with the increase in cutting speed.

Keywords: Cutting form, Surface roughness, Insert radius.

1.GİRİŞ

Yüzey pürüzlülüğü, mühendislik malzemelerinin işlenmiş yüzeylerinin kalitesinin önemli bir göstergesidir. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen temel etkenler takım geometrisi (uç radyüsü, kesme kenar geometrisi vs.) ve kesme şartları (ilerleme hızı, kesme hızı, kesme derinliği vs.) dır. Bu etkenlerin yanı sıra yüzey pürüzlülüğü işlenen malzemenin özelliklerine göre de değişmektedir (Çakmak, 2013).

Günümüz teknolojisinde mevcut malzemeler sürekli geliştirilmekte ve malzemelerden bazı üstün özellikler beklenmektedir. Bu durum malzemelerin işlenmesinde zorluklar meydana getirmektedir. Talaşlı imalatta zorlu malzemelerin kullanımı, imalat sırasında talaş kıramama, kesme işleminin kolay

gerçekleştirilememesi, kötü derecede yüzey pürüzlülüğü gibi sorunlara neden olmaktadır. Kesici takım firmaları endüstrinin sürekli karşılaştığı bu gibi sorunları çözümlemek üzere kesici takımları sürekli geliştirmektedirler. Kesme formları üzerindeki yenilikler ve çalışmalar da bu çözümlemelerden bir tanesidir. Kesilmesi oldukça zor olan malzemeleri işlemek üzere geliştirilen ML kesme formu daha önce var olan M formlu kesici takımlara göre daha keskin bir yapıya sahiptir. Geliştirilen keskin yapı sayesinde malzeme üzerinde talaş kaldırma işlemini daha kolay kesmekte ve bu da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir.

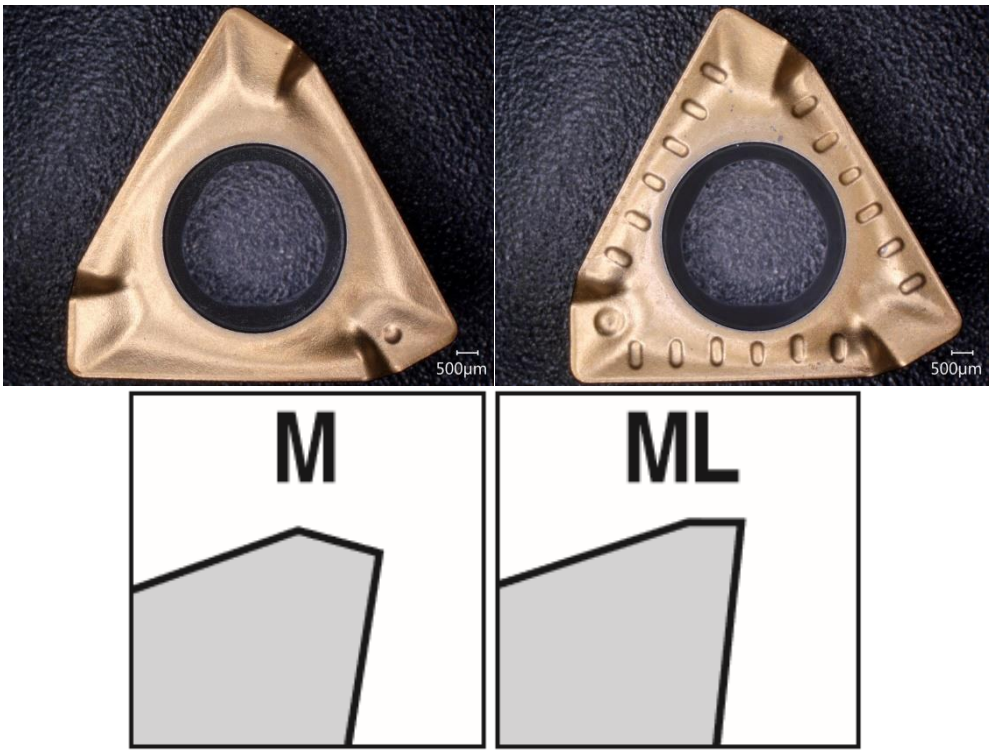
Bu çalışmada, 17 – 4 ph paslanmaz çeliğinin PVD, (TiAlN-TiN) kaplı tungsten karbür takımlarla frezelenmesinde kesici takım kesme formlarının, kesici uç radyüslerinin ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Deneyler sonucunda en düşük yüzey pürüzlülüğü için optimum kesme parametreleri belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

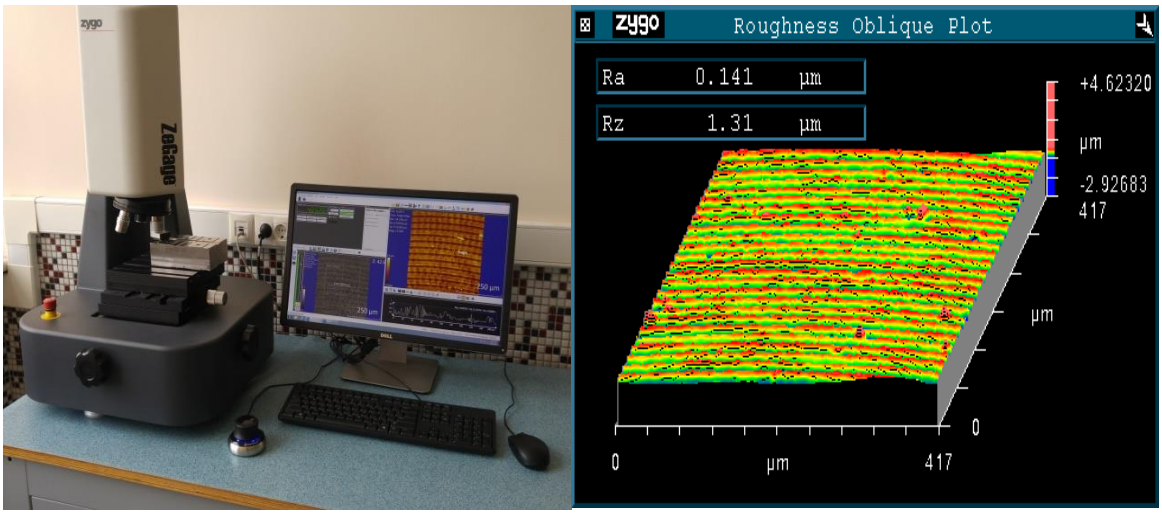
Çalışmada kullanılan 17 - 4 ph paslanmaz çeliğinin kimyasal bileşimi Tablo 1.'de verilmiştir. Deneylerde Quaser MV154C marka ve model CNC freze tezgahı kullanılmış olup motor gücü 18,5 kW' dır. Deneylerde TT8080 PVD, (TiAlN-TiN) kaplamalı TaeguTec kesici takım firmasına ait 3PKT 1004 serisi 0,4 mm ve 0,8 mm uç radyüslü takımlar kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi için Zygo ZeGage optik profilometre kullanılmış olup frezeleme işleminden sonra iş parçası paralel bir şekilde optik profilometre cihazının tablasına yerleştirilmiştir. Cihazın odak uzaklığı ayarlanarak bir deneyde işlenen yüzeyin üç farklı noktasından ölçüm yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Alınan bu ortalama değerlere göre grafikler oluşturulmuştur. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde kullanılan optik profilometre Şekil 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. 17 – 4 ph Paslanmaz Çeliğinin Kimyasal Bileşimi

C	Mn	Cr	Mo	Ni	Co	Cu	Nb	Fe
0,04	0,78	15,9	0,40	4,69	0,06	3,4	0,2	73,9



Şekil 1. Deneylerde kullanılan kesici takımların M ve ML kesme formları.



Şekil 2. Yüzey pürüzlülüğü ölçümünde kullanılan optik profilometre

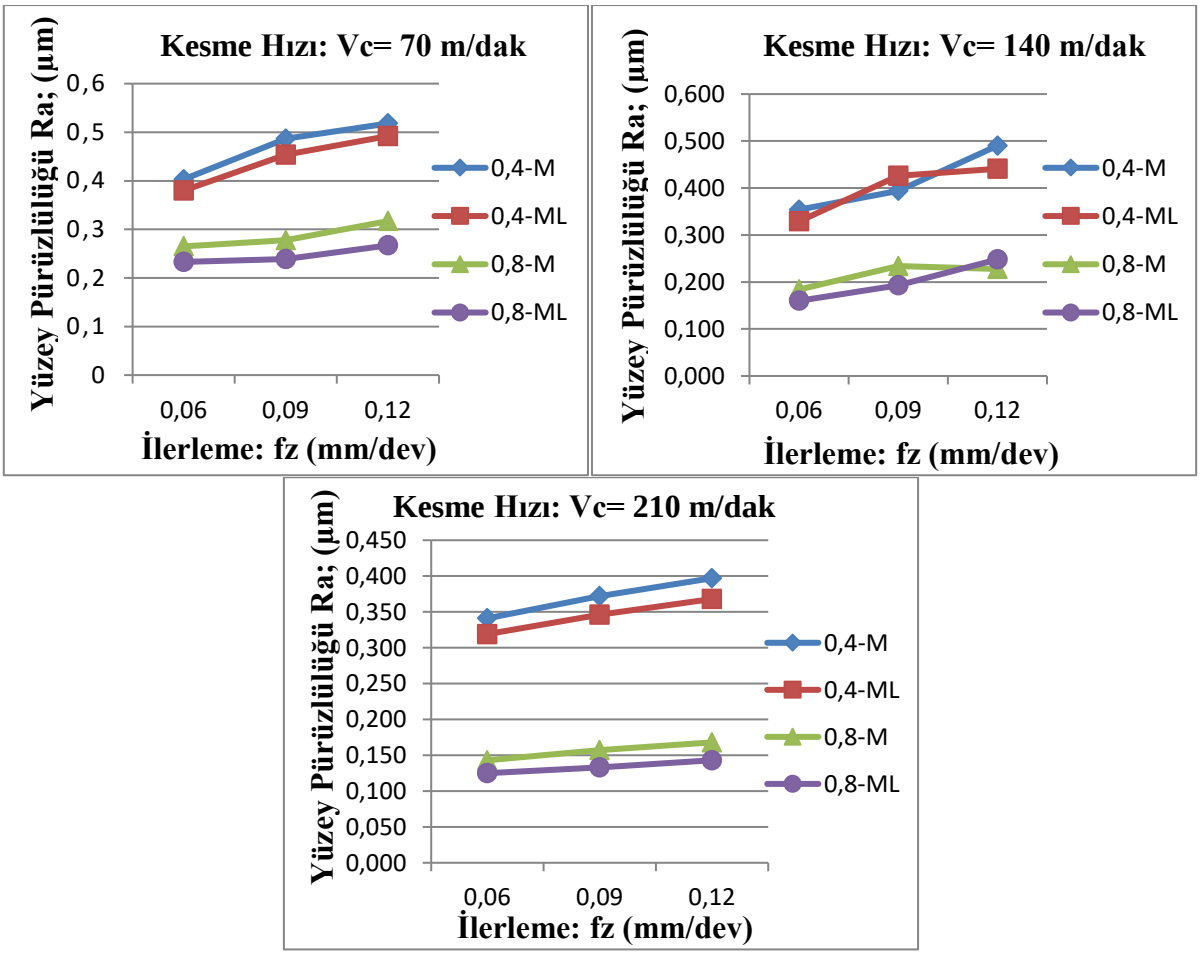
Tablo 2. Kesme Hızı Ve İlerleme Hızına Bağlı Yüzey Pürüzlülüğü Tablosu

Deney No	Kesici Takım	Kesme Derinliği (mm)	Kesme Hızı (Vc) m/dak	İlerleme (Fz)mm/dev	Ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra), µm
1	0,4 R-M	1	70	0,06	0,403
2				0,09	0,487
3				0,12	0,518
4		1	140	0,06	0,354
5				0,09	0,394
6				0,12	0,490
7		1	210	0,06	0,341
8				0,09	0,372
9				0,12	0,397
10	0,4 R-ML	1	70	0,06	0,380
11				0,09	0,454
12				0,12	0,492
13		1	140	0,06	0,329
14				0,09	0,426
15				0,12	0,441
16		1	210	0,06	0,319
17				0,09	0,346
18				0,12	0,368
19	0,8 R-M	1	70	0,06	0,265
20				0,09	0,278
21				0,12	0,317
22		1	140	0,06	0,184
23				0,09	0,234
24				0,12	0,228
25		1	210	0,06	0,143

26				0,09	0,157
27				0,12	0,168
28	0,8 R-ML	1	70	0,06	0,233
29				0,09	0,239
30				0,12	0,267
31		1	140	0,06	0,160
32				0,09	0,193
33				0,12	0,248
34		1	210	0,06	0,125
35				0,09	0,133
36				0,12	0,143

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

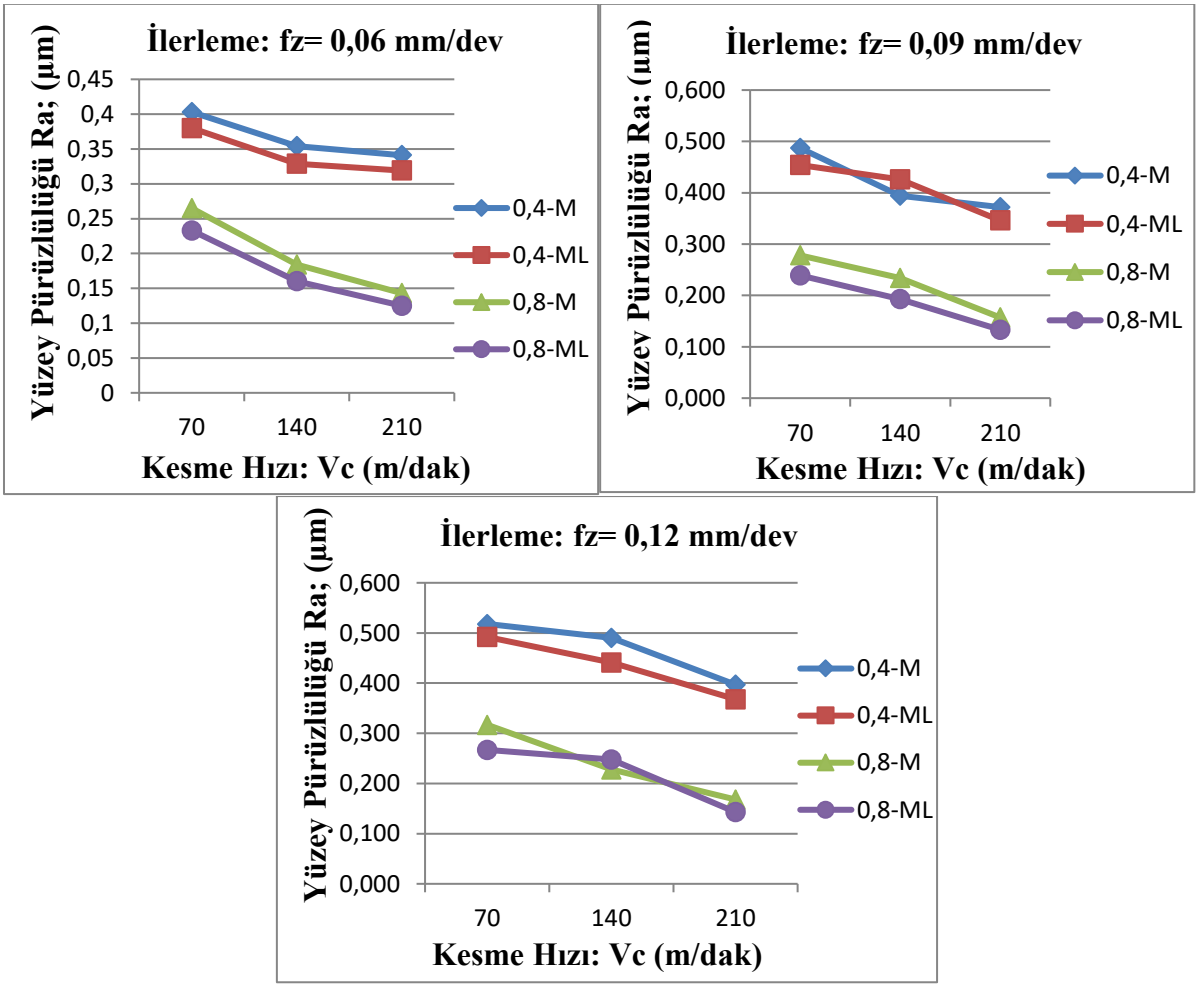
17-4 ph paslanmaz çeliğinin frezeleme deneyleri sonrasında, ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerinin kesici takım uç formlarına, uç radyüslerine ve kesme parametrelerine göre yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin değişimleri Şekil 2. ve Şekil 3.'deki grafiklerde verilmiştir. Grafiklere bakıldığında, yüzey pürüzlülük (Ra) değerlerinin 0,125 µm ile 0,518 µm aralığında değiştiği görülmektedir.



Şekil 3. İlerleme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değişimi

Genel olarak tüm kesme parametrelerinde artan ilerleme hızı ile bütün takımlarda yüzey pürüzlülük (Ra) değerlerinin arttığı görülmektedir. İlerleme hızı arttıkça bir devirde kopartılan talaş boyutu ve birinci deformasyon bölgesinde bulunan kayma düzlemi alanı artacaktır. Bu da kesici takıma gelen

yükün artması ve kesici takımın kesme işlemini yaparken zorlanması anlamına gelmektedir. Sonuç olarak ilerleme hızının artmasıyla işlenen yüzeyde kalıcı gerilmeler artacağından, Ra değerlerinde artışın olması beklenen bir sonuçtur (Günay, 2013). Bir diğer sonuç da ilerleme hızı arttıkça iş parçası üzerindeki takım izleri arasındaki mesafenin artmasına ve yüzey pürüzlülüğü değerinin yüksek okunmasına neden olduğu düşünülmektedir. Kesici uç radyüslerinin yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi incelendiğinde artan uç radyüsü ile yüzey pürüzlülük (Ra) değerlerinin azaldığı grafikler üzerinde görülmektedir. Bu durum, kesici takım uç radyüsünün artmasıyla birlikte azalan kesilmemiş talaş kalınlığına bağlı talaş oluşumu ile açıklanabilir (Günay, 2013). Kesici takım uç radyüsünün artması ile takım iş parçası temas alanı artacağından talaş kaldırma sırasında kesici takım izleri büyük çıkmaktadır. Takım izlerinin büyümesi yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin düşük okunmasına neden olduğu düşünülmektedir. Kesici takım kesme formlarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etileri incelendiğinde ML formlu takımlar M formlu takımlara göre daha düşük yüzey pürüzlülüğü (Ra) oluşturduğu görülmektedir. Bunun nedeni daha keskin formlu ML kesici takım M formlu kesici takıma göre keskinliğinden dolayı daha düşük kuvvet ile kesme işlemi gerçekleştirmektedir. Kesici takım rahat ve düşük kuvvetle kesme işlemi yaptığı için kesme bölgesindeki talaşı malzemeden daha rahat keserek uzaklaştırmakta ve daha iyi bir yüzey kalitesi oluşturmaktadır. En düşük yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri 0,8 mm uç radyüslü ve MLformlu takımda 0,06 mm/dev ilerleme hızında 0,125 µm olarak belirlenirken, en yüksek yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri ise 0,4 mm uç radyüslü ve M formlu takımda 0,12 mm/dev ilerleme hızında 0,518 µm olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değişimi

Kesme hızlarına göre oluşturulan grafikler incelendiğinde tüm ilerleme hızları için artan kesme hızıyla birlikte bütün takımlarda yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri azalma eğilimi göstermiştir. Kesme hızının artmasıyla artan sıcaklığa bağlı olarak kesme bölgesinde deformasyon ve talaş akışı kolaylaşacağından buna bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin düşmesi, beklenen bir

sonuçtur (Altınkaya ve güllü., 2008; Gürbüz, kafkas ve şeker; 2012). Bu durum daha rahat bir talaş kaldırma işlemi ile düşük yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin oluşması olarak özetlenmektedir. Kesici takım uç radyüsünün artması ile yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin azaldığı görülmüştür. Yine kesme hızlarına göre oluşturulan grafiklerde de ML formlu takımlarda en düşük yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri ölçülmüştür. En düşük yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri 0,8 mm uç radyüslü ve MLformlu takımda 210 m/dak kesme hızında 0,125 µm olarak belirlenirken, en yüksek yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri ise, 0,4 mm uç radyüslü ve M formlu takımda 70 m/dak kesme hızında 0,518 µm olarak belirlenmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, 17 – 4 ph paslanmaz çeliğinin farklı kesici takım kesme formları (M, ve ML), farklı kesici takım uç radyüsleri (0,4 ve 0,8 mm) kesme hızı (70, 140, 210 m/dak) ve ilerleme hızı (0,06, 0,09, 0,12 mm/dev) işleme parametrelerinde frezeleme deneyi gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda kesme formlarının, uç radyüslerinin ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Bu bağlamda elde edilen deneysel sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

• ML formlu kesici takımlar ile M formlu takımlara kıyasla daha iyi yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir.
• ML formlu kesici takmlar ile M formlu kesici takımlara göre genel olarak % 15 oranında daha düşük yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir.
• 0,8 mm uç radyüslü kesici takımlar ile 0,4 mm uç radyüslü takımlara göre daha düşük yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir.
• 0,8 mm uç radyüslü kesici takımlar ile 0,4 mm uç radyüslü takımlara göre genel olarak % 63 oranında daha düşük yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir.
• Artan kesme hızı ile yüzey pürüzlülüğü değerlerinde genel olarak % 23 oranında azaldığı görülmüştür.
• İlerleme hızlarının artması ile yüzey pürüzlülüğü değerlerinin genel olarak % 9 oranında arttığı görülmüştür.
• Deneyler sonucu, en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri 0,8 mm uç radyüslü ve MLformlu takımda 210 m/dak kesme hızında, 0,06 mm/dev ilerleme hızında 0,125 µm olarak belirlenmiştir.
• En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri ise, 0,4 mm uç radyüslü ve M formlu takımda 70 m/dak kesme hızında, 0,12 mm/dev ilerleme hızında 0,518 µm olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonuçlarına göre, iyi bir yüzey pürüzlülüğü için ML formlu ve 0,8 mm uç radyüslü kesici takımlar ile 210 m/dak kesme hızında, 0,06 mm/dev ilerleme hızında daha başarılı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Çakmak, İ., ″Frezeleme İşleminde Takım Talaş Kırıcı Formunun Yüzey Pürüzlülüğü ve Kesme Kuvvetlerine Etkisinin Deneysel Araştırılması″ , Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (2013)

Günay, M., ″AISI 316L Çeliğinin İşlenmesinde Takım Radyüsü ve Kesme Parametrelerinin Taguchi Yöntemiyle Optimizasyonu″ , Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 28 (3): 437-444, (2013)

Günay, M., ″AISI 316L Çeliğinin İşlenmesinde Takım Radyüsü ve Kesme Parametrelerinin Taguchi Yöntemiyle Optimizasyonu″ , Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 28 (3): 437-444, (2013)

Altınkaya, E., Güllü, A., ″AISI 316 Östenitik Paslanmaz Çeliğin İşlenmesinde Talaş Kırıcı Formunun Takım Aşınmasına ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi″ , Politeknik Dergisi, 11 (1): 13-17, (2008)

Gürbüz, H., Kafkas, F., Şeker, U., ″AISI 316L Çeliğinin İşlenmesinde Kesici Takım Kesici Kenar Formu ve Talaş Kırıcı Formlarının Kesme Kuvvetleri ve Yüzey pürüzlülüğü Üzerine Etkisi″ , Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 1 (2), (2012)

DİYET LİF KAYNAĞI: KAHVE ÇEKİRDEK ZARI VE ÖZELİKLERİ

Zülal Büyük
Koacaeli Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm Fakültesi / Gastronomi ve Mutfak Sanatları
buyukzulal95@gmail.com

Dilek Dülger Altıner
Kocaeli Üniversitesi / Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü / Kocaeli
dilek.dulger@kocaeli.edu.tr

Özet
Kahve dünyanın en popüler içeceklerinden biridir ve son yıllarda ticari önemi giderek artmış, petrolden sonra dünyanın en büyük ikinci ticari ürünü haline gelmiştir. Kahve ağacı Rubiaceae familyasının *Coffea* cinsinden bir ağaç türüdür. Dünya genelinde yetiştirilen üretimi ve ticareti en çok yapılan Arabica (*Coffea arabica*) ve Robusta (*Coffea canephora*) cinsi kahve çekirdekleridir. Kahve çekirdeği zarı, kahve çekirdeğini saran ve kavrulma işlemi sırasında oluşan bir yan üründür. Tarımsal sanayi ve gıda sektörleri hem sıvı hem de katı olarak büyük miktarlarda atık üretmektedir ve bu atıklar çevreye zararlı olabilmektedir bu durum kahve endüstrisi için de geçerlidir. Kahve çekirdeği zarı ve kullanılmış kahve telvesi kahve endüstrisinin başlıca atıklarıdır. Kavrulma sonrasında, endüstriyel atık olarak yüksek miktarlarda oluşan KÇZ'nin gıda sanayinde değerlendirilmesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır KÇZ yüksek miktarda toplam diyet lif, antioksidan kapasite ve diğer besin öğelerini içermektedir. Bu özelliği nedeniyle kahve çekirdek zarının yeni ürün geliştirmede kullanılarak değerlendirilebileceği ve böylece doğaya bırakılan atık miktarının azaltılacağı düşünülmektedir. Yüksek diyet lif oranı, düşük yağ ve karbonhidrat içeriği, yüksek antioksidan kapasite ve fenolik bileşikler içermesi gibi özelliklerinin yanında prebiyotik özelliği ile dikkat çeken kahve çekirdeği zarı (KÇZ)'nın gıda sanayiinde fonksiyonel ürün geliştirmede değerlendirilmesi önerilmektedir.Bu derlemede, kahve, kahve yan ürünleri, diyet lif kaynağı olan kahve çekirdek zarı ve özelliklerinden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kahve, Kahve çekirdeği, Kahve çekirdeği zarı, Diyet lif

A DIETARY FIBER SOURCE: COFFEE SILVERSKIN AND ITS PROPERTIES

Abstract
Coffee is one of the most popular drinks in the world, and its commercial importance has increased in recent years, it has become the second largest commercial product in the world after oil. The coffee tree belongs to the *Coffea* genus of the *Rubiaceae* family Arabica (*Coffea arabica*) and Robusta (*Coffea canephora*), which are produced and traded around the world, are the most common coffee beans. The coffee bean silverskin is a by-product that surrounds the coffee bean and forms during the roasting process. The agricultural industry and food sectors produce large amounts of waste, both liquid and solid, and these wastes can be harmful to the environment. This is also true for the coffee industry. The coffee silverskin and used coffee grounds are the main wastes of the coffee industry. There are limited number of studies on the evaluation of coffee silverskin, which is generated in high amounts, as industrial waste in the food industry. Coffee silverskin contains high levels of total dietary fiber, antioxidant capacity and other nutrients. Therefore, it is thought that the coffee silverskin can be utilized in the development of new products, reducing the amount of waste released to the nature. In addition to properties including high dietary fiber content, low fat and carbohydrate content, high antioxidant capacity and phenolic compounds coffee silverskin possesses prebiotic properties and therefore it was recommended to evaluate the coffee silverskin in functional food development of the food industry in the food industry. In this review, coffee, coffee by-products, coffee silverskin which is a dietary fiber source, and their properties will be discussed.

Keywords: Coffee, Coffee bean, Coffee Silverskin, Dietary Fiber

1. GİRİŞ

Kahvenin organoleptik özellikleri, içerdiği polifenoller sayesinde doğal bir antioksidan kaynağı olması, kafeinden dolayı fiziksel ve zihinsel performansı arttırması, dengeli tüketimi halinde insan sağlığına birçok faydasının bulunması, kahveyi sudan sonra dünyada tüketilen en gözde içeceklerden birisi haline getirmiştir. Dünyada her yıl 800 milyar fincandan daha fazla kahve tüketilmektedir (Yüceşen, 2012).

Kahve meyvesi çeşitli katmanlardan oluşmaktadır bunlar; perikarp, mezokarp, müsilaj (pektin), parşömen ve silverskin yani kahve çekirdeği zarı (KÇZ) olarak bilinmektedir (Bresciani ve ark., 2014). Kahve çekirdeğine sarılı olarak bulunan KÇZ, kahve kavurma tesislerinde elde edilen bir yan üründür (Pourfarzad, ve ark, 2013). Yapılan çalışmalarda KÇZ'nin insan sağlığı üzerine olumlu birçok etkiye sahip olduğu, yüksek diyet lif içeriği ve düşük enerji içeriği nedeniyle gıda formülasyonlarında fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Ateş ve Elmacı, 2018). Diyet lifi, tüketicilerin sağlığına katkıda bulunan ana diyet faktörlerinden biridir (Borelli ve ark., 2004). Besleyici, fonksiyonel ve gıda tekstürü üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle ürün geliştirmede kullanılan diyet lifin, insan sağlığı açısından da birçok olumlu etkisi mevcuttur (Dülger ve Şahan, 2011).

Yeni ürünler başarılı işletmelerin arkasındaki temel itici güçtür ve günümüzün rekabetçi ortamında işletmeleri başarıya taşıyan anahtardır (Yayla, 2018). KÇZ'nin yeni geliştirilen ürünlerde kullanılmasıyla diyet lifi yüksek sağlıklı yiyecekler elde edilebilir. KÇZ kullanılarak geliştirilecek olan ürünlerin, sağlıklı beslenmek isteyen tüketicileri hedef almış olan üreticilere avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Kahve üretimi sırasında oluşan yan ürünler ile ilgili günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğu kahve küspesine yöneliktir. KÇZ, potansiyel katma değer kullanımlara tanımlanması gereken endüstriyel bir atık olmasına rağmen yeteri kadar araştırılmamıştır (Saenger, 2001). Yapılan bazı çalışmalar KÇZ'nin fonksiyonel bileşen olarak gıdalarda kullanılabilirliğini ortaya koymuştur (Ateş ve Elmacı 2017).
Bu çalışmanın genel amacı, kahve üretimi sırasında yan ürün olarak oluşan KÇZ hakkında bilgi verip, diyet lif kaynağı olarak farklı gıda formülasyonlarında kullanılabilirliği ve özelliklerinden bahsetmektir.

2. KAHVE

Uzun yıllardan beri keyif verici bir içecek olarak tüketilen kahve farklı son derece önemli bir üründür (Akçaray, 2012). Kahve, petrolden sonra dünyadaki en önemli ve en büyük ikinci ticaret alanına sahiptir. 70 civarında kahve çeşidi olduğu bilinmektedir. Ticari anlamda kullanılan kahve türleri *Coffea arabica* ve *Coffea robusta'dır* (Çay, 2019).

Kahve'nin etimolojik kökeniyle ilgili farklı yaklaşımlar mevcuttur (Şahbaz, 2007). "Kahve" isminin kahvenin üretiminin başladığı yer olan Güneybatı Etiyopya'nın Kaffa şehri ile ilgili türtildiği düşünülmektedir (Gürsoy, 2014). Kahve kelimesinin Arapça'da ne zamandan itibaren kullanıldığı bilinmemekle birlikte bazılarına göre, Arapça'da şarap anlamına gelen *kahva* kelimesinin zamanla "kahveye" dönüşmesiyle ortaya çıkmıştır (Can, 2018).

Kahve keyif içeceği olarak kullanılmadan önce "ekmek" olarak insanların gereksinimlerini karşılamıştır ancak sonrasında tadını beğenmeyip içecek olarak kullanma yoluna gitmişlerdir (Göktaş, 1999). İlk olarak keşfedilen ve diğer ülkelere yayılan kahve ağacı çeşidi Arabica'dır (Yardımcı, 2017). Kahve meyvelerinin içecek olarak tüketimi ise uzun bir süreçten geçmiştir. (Yönet ve Ceyhun, 2018). Birçok rivayet olmasına rağmen kahveyi ilk kimin içtiğine dair net bir tarihsel kanıt bulunmamaktadır (Kılınç, 2018). Çelişkili bilgi ve tarihler nedeniyle kahvenin nerede ve ne zaman ortaya çıktığı konusunda da bir fikir birliği yoktur. Ancak, 15. yüzyılda içecek haline gelen kahvenin, İstanbul'a da Kâbe'ye giden hacılar tarafından getirildiği düşünülmektedir (Ürer, 2010).

Kahve, dünyanın en popüler içeceklerinden biridir ve son 150 yılda ticari önemi giderek artmıştır (Murthy ve Naidu, 2012). Kahve üretimi dünya çapında yaklaşık 70 ülkede yapılmakla birlikte 18.

yüzyıla kadar yalnızca Yemen'de yapılmaktaydı. Zamanla kahve tüketiminin artması üzerine kahve üretim alanları da genişlemiştir (Anonim b, 2020). Bugün Brezilya, Endonezya, Fildişi Sahilleri, Kolombiya ve Meksika kahve tarımı açısından en ideal ülkelerdir. Brezilya şu Dünyanın en büyük kahve üreticisi ve ihracatçısıdır (Murthy ve Naidu, 2012). Kahve çekirdeklerinin elde edildiği kahve ağacının, narin bir bitki olması nedeniyle her oratmda yetişememektedir. Türkiye'nin bulunduğu iklim kuşağı, kahve üretimi için sartları sağlayamadığından ülkemizde kahve yetiştirilememektedir (Polatlı, 2015).

2.1. Kahve Çeşitleri

Kahve ağacına ait 60 çeşit bitkinin bulunduğu bilinmektedir. Ama en çok bilinen iki çeşidi Arabica ve Robustadır (Gürsoy, 2005). Arabica'nın anavatanı Etiyopya'dır (Rakıcıoğlu, 1993). Arabica, Robusta'ya oranla daha az kafein içermekte olup daha lezzetli ve tatlı bir aromaya sahip olduğundan (Kıvançlı, 2001) dünya üzerinde kahve üretiminin %70'ini oluşturmaktadır (Bulduk ve Süren, 2007). Robusta cinsi bitki değişik yükseklik ve iklim koşullarına karşı daha dayanıklıdır (Gürsoy, 2005). Robusta, odunsu lezzeti dolayısıyla kaliteli kahve üreticileri tarafından fazla tercih edilmemektedir (Süren ve Tufan, 2007). Liberica cinsi kahve ise yalnızca Filipinler'de üretilir ve yapısal özellikleri nedeniyle işlenmesi güç ve verimi azdır. Liberica dünya kahve tüketiminde %1 paya sahiptir. Bunun sebepleri, lezzet kalitesinin düşüklüğü, çok pahalı ve az yetiştiriliyor olmasıdır. Liberica karakter olarak robustaya benzemektedir (Bilişli, 2018).

2.2. Kahve Bitkisi

Kökbayasıgiller (*Rubiaceae)* ailesine ait bir bitki olan kahve *Gardenia, lxora, Cinchona* ve *Rubia* gibi birçok farklı cinsten oluşur. Kahve bitkisinin tohum çimlenmesinden ilk çiçeklenme ve meyve üretimine kadar gelişmesi yaklaşık 3 yıl alırken meyvesinin olgunlaşması ise 8–10 ay sürmektedir. İyi yetiştirilen bir kahve ağacı 80 yıla kadar üretken olabilir, ancak bir kahve plantasyonunun hesaplanan ömrü nadiren 30 yıldan fazladır. (Wintengs, 2004). Bu Ağacın ortalama ömrü 30-40 yıl, en verimli zamanları ise 8-10 yaşları arasıdır. Verimli dönemlerinde bir ağaçtan yılda yaklaşık olarak 1 kg kahve elde edilmektedir. Kahve bitkisi bol yağış alan, tropik iklim isteyen ve ortalama sıcaklığın 18-24°C arasında olduğu, buzlanma ve don olaylarının görülmediği yerlerde yetişmektedir (Bozkurt, 2012). Kahve ağacı budamaya ihtiyaç duymaz (Can, 2018). Bir kahve ağacı 10-12 m uzunluğundadır. Ancak yoğun tarımın yapıldığı bölgelerde, ağacın çok uzamasına izin verilmemekte ve budanarak yüksekliği hep 2 metrede tutulmaktadır. Kahve bitkisinin defneyaprağı gibi, kenarları dalgalı, kışın dökülmeyen, koyu, parlak ve sivri uçlu oval yaprakları, küçük beyaz yasemin kokulu çiçekleri vardır (Şahbaz, 2007; Bozkurt, 2012).

2.3. Kahve Bileşimi

Kahvenin kimyasını anlayabilmek için kahve bitkisinin tohumunu göz önüne almak gerekir. Bitki hücre duvarı, hücredeki yer ve fonksiyonuna göre selüloz, hemiselüloz, pektin ve farklı miktarlarda lignin, tanen, gum, protein, mineral, pigment ve yağlardan oluşmaktadır (Rakıcıoğlu, 1993) Yeşil kahve çekirdeğinin, kimyasal yapısı tür itibariyle ve bölgeden bölgeye değişmekle birlikte, kahve çekirdeğinin ortalama olarak temel kimyasal bileşenleri; karbonhidrat; %53,38, yağ; %10,64, kül; %2,72, nem; %11,88, protein; %11,53 ve toplam alkaloid %10,96 olarak bildirilmiştir (Çağlarırmak ve Ünal, 1994) Kahve çekirdeğinde bulunan şekerler, sükroz, glikoz, fruktoz, arabinoz, galaktoz ve mannoz şeklinde sıralanabilir. Bu çekirdeğin içerisinde alanin, arginin, asparagin, sistein, glutamik asit, glisin, histidin, izolösin, lösin vb. çeşitli esansiyel aminoasitler de bulunmaktadır. Ek olarak, kahve çekirdekleri, kompleks B vitamini, niasin ve kafeinden% 7 ila% 12, üç ila beş kat daha fazla oranlarda klorojenik asit içermektedir (Mussatto ve ark., 2011). Bu bileşenler, kahve aromasının oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Durmaz, 2015).

2.4. Kahve Üretim Aşamaları

İlk adım olan Kahve fidanlarının dikimi, kahve çekirdeğinin kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Kahve ağaçlarının yetiştirilmesi için, önce fabrikalarda tohumlardan kahve fidanları üretilir ve sonra bu fidanlar kahve üretim plantasyonlarına taşınarak yetiştirileceği tohum yatağına dikilir. (Altan, 2013). Ekimi genellikle gölgeli fidanlıklarda büyük yataklara yapılır. Bitki, belirli aralıklarla sık sık

sulanır ve dikkatli bakım ister. Ekim zamanları ise genç ağaçların etrafında toprağın nemli olduğu dönemlerde gerçekleşir (Anonim a, 20019).

Kahve ağacı, dört yıl içinde olgunlaşıp meyve vermeye başladıktan sonra, plantasyonlarda kahve kirazları toplanmaya hazır hale gelmektedir (Durmaz, 2015). Hasat uygulaması, kahve çekirdeklerinin kalite düzeyini etkileyen birincil faktördür. Doğru hasatta sadece parlak kırmızı renk ve sert dokulu kirazlar seçilir (Yuwana ve Sidebang, 2015). Kahve meyveleri üç farklı yöntemle toplanmaktadır bu yöntemler; elle toplama, dalı sıyırarak toplama ve makine ile endüstriyel toplama yöntemleridir (Kıvançlı, 2011).

Çekirdeği işleme yöntemleri, kahve çekirdeğinin hasat edildikten sonra geçirdiği işlemleri belirtmektedir. Bu işlemler; kuru işlem, yarı yıkanmış işlem ve yıkanmış işlemlerdir (Ateş ve Elmacı, 2018). Toplanan kahve kirazlarını kabuklarından ayırmak için daha çok kuru ve ıslak işlemler tercih edilir. Bu yöntemlerin seçimi çekirdeğin kalitesine göre belirlenmektedir (Nilnont ve ark., 2012). Kabuklarından ayrılan çekirdekler yetiştirildikleri yere göre, 60 kg'lık çuvallara doldurulurlar. Yeşil çekirdekler, nem ve sıcaklığı ayarlanmış depolarda, 1 ila 3 ay arası depolanabilmektedir. Depolama süresi uzadıkça küflenme ve mantar oluşumu ihtimali de artmaktadır (Gornas ve ark., 2014).

Yeşil kahve çekirdekleri, kavurma işleminden sonra tüketim malzemesi haline gelir. Kahvenin karakteristik aroması, kavurma sırasında oluşan reaksiyonlar tarafından üretilen yüzlerce kimyasal bileşiğin birleşimiyle oluşmaktadır (Altan, 2013). Genel olarak, kavurma, yeşil kahve çekirdeklerinin hücre yapısını parçalayarak nemi dışarıya çeken ve çekirdeklere kimyasal olarak bağlanmış aromatik bileşikleri serbest bırakan ısıya maruz bırakılmasıyla gerçekleşir (Bhumiratana, ve ark., 2011). Bu işlem üç ardışık aşamayla gerçekleştirilir bunlar; kurutma, kavurma veya piroliz ve soğutmadır (Murthy ve Naidu, 2012). Kahve çekirdekleri kavurmayı takriben soğutulur ve öğütülür. Kahvenin öğütüleceği boyutlar, son kullanım şekline göre değişmektedir (Altan, 2013). Öğütme işlemi, kahveden elde edilen içeceklerin hazırlanmasında, lezzet bileşenleri başta olmak üzere, kahvedeki çözünür maddelerin içeceğe geçme düzeyini belirler (Durmaz, 2015), öğütmenin önemli bir süreç olmasının bir nedeni de budur (Dziki ve ark., 2015). Öğütülmüş kahve oksijenle ne kadar çok temas ederse hızlı bir şekilde tat ve aroma kaybetmeye başlayacaktır (Yüceşen, 2012).

3. KAHVE ÜRETİMİNDE OLUŞAN YAN ÜRÜNLER

Kahve üretmek için kahve çekirdeğini işlemek gerekmektedir. Kahveyi işlemek içinse, çekirdeğe ulaşmak, çekirdeğin dışındaki sert kabuğu ve çekirdeği kaplayan ince zarın çıkarılması gerekmektedir (Bilişli, 2018). Kahve yan ürünleri, Kahve zarı ve küspesi, kahve müsilajı, parşömen, KÇZ şeklinde sıralanabilir (Jiménez ve Esquivel, 2012). KÇZ ve kullanılmış kahve telvesi kahve endüstrisinin ana kalıntılarıdır. Kahve telvesi, ince partikül boyutuna sahip bir tortudur. Kahve telvesi dünya çapında yıllık 6 milyon ton üretim ile büyük miktarlarda üretilmektedir. (Mussatto ve ark., 2011). KÇZ ise, kavurma prosedürünün bir yan ürününü oluşturan kahve çekirdeklerinin bir tegumentidir. (Pourfarzad ve ark., 2013).

3.1 Kahve Çekirdek Zarı

Kahve meyvesi çeşitli katmanlardan meydana gelmektedir. Son katman ise, kahve çekirdeğinin (endosperm) her bir yarım küresini kaplayan ve KÇZ olarak adlandırılan zar tabakasıdır (Pereira ve ark., 2018). KÇZ, kavurma işlemi sırasında tamamen çıkarılır ve öğütülmüş kavrulmuş kahve çekirdekleri, kahve içecek üretimi için kullanılmaya hazır hale gelir (Bresciani ve ark., 2014).

Olgunlaşmamış kahve çekirdeğine sarılı halde bulunan KÇZ, kahve kavurma tesislerinde üretilen bir yan ürün olarak elde edilmektedir. Yüksek lif içeriğine sahip olması KÇZ'yi, çeşitli gıda formülasyonlarına dahil edilebilen önemli bir bileşen haline getirmektedir (Pourfarzad ve ark., 2013). KÇZ'nin, lif, kül, mineral içeriği yüksek, protein oranı yüksek, lipit oranı ise düşüktür. (Bresciani ve ark., 2014).

İşlenmemiş ham kahve hacimleri göz önüne alındığında, KÇZ, potansiyel katma değer kullanımlara tanımlanması gereken endüstriyel bir atık olmasına rağmen yeteri kadar araştırılmamış (Saenger ve

ark., 2001) ve bazı Batı ülkelerinde yanıcı madde veya gübre olarak kullanılmaktadır. (Pourfarzad ve ark., 2013). Oysa KÇZ'nin fonksiyonel özellikleri ile ilgili yapılmış araştırmalara bakıldığında kahve üretiminde kahve çekirdeğinin işlem görmesi sırasında oluşan bu yan ürün, fonksiyonel ürün geliştirmede önemli bir bileşen olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Öztürk ve Ova, 2017).

3.2. Diyet Lif Kaynağı Olarak Kahve Çekirdek Zarı ve Özellikleri

Diyet lifi, ince bağırsakta sindirilemeyen ancak kalın bağırsakta fermente olabilen, sağlık açısından yararlı gıda bileşenidir (Karaman, 2016). Diyet lifi; karbonhidrat polimerleri ve diğer karbohidrat olmayan bileşenlerin kompleks bir karışımından oluşur ve (Karaman, 2016: 8) düşük enerji değerine sahip temel bir gıda bileşenidir (Özaydın, 2014). Aynı zamanda diyet lifleri sağlığımıza katkıda bulunan fonksiyonel gıda bileşenlerinden bir tanesidir (Özaydın, 2014).

Diyet lifler, çeşitli alt gruba ayrılmış olmasına karşın son yıllarda FAO ve WHO tarafından suda çözünebilmelerine göre; suda çözünen ve çözünmeyen diyet lifi olarak ikiye ayrılmaktadır (Karaman, 2016). Günümüzde diyet lifi bakımından zengin bileşenler, düşük maliyetleri ve kullanım esneklikleri nedeniyle esas olarak tahıllardan gelmektedir. Bununla birlikte, diyet lifi kaynağı olarak diğer hammaddeler, özellikle yan ürünleri düşük maliyetli ve dünya çapında mevcut olan kahve de sayılabilir (Borelli, ve ark., 2004). Çeşitli yağlı tohumlar da diyet lif kaynakları arasındadır (Öztürk ve Ova, 2017). Gıdalarda diyet lifin içeriği incelendiğinde bitkinin yapısı, tipi ve olgunlaşma derecesine göre değişiklikler bildirilmiştir (Dülger ve Şahan, 2011).

Yüksek diyet lifli gıdalar özellikle önemli sağlık sorunlarından obezite, kalp-damar hastalıkları, şeker hastalığı ve bazı kanser türlerinin oluşumunun önlenmesinde önemli rol oynadığı görülmektedir (Ergene ve Bingöl, 2019). Ayrıca, diyet lifler; su tutma kapasiteleri, yağ tutma kapasiteleri, antioksidan özellikleri ve jel oluşum özellikleri sayesinde fonksiyonel özellik göstermektedirler. Diyet lifler gıdalarda pıhtılaşmayı önleyici, yüksek yağlı yiyeceklerde ve emülsiyonlarda stabilize edici, raf ömrünü artırıcı ve jel oluşturma gibi özelliklere de sahiptir (Wang ve ark., 2013).

KÇZ, kahve çekirdeğinin çok küçük bir kısmı (%1,2) olmasına rağmen yüksek konsantrasyonda diyet lifi (% 86), antioksidan madde ve fenolik bileşikler içerir (Janissen, Huynh, 2018). Antioksidan içeriğin ve toplam fenol içeriğin yüksek olması kavurma sırasında oluşan Maillard ürünü olan melanoidinden etkilenmektedir (Ateş ve Elmacı, 2017). Mikroskobik inceleme KÇZ'nin yüzey katmanlarından fibröz dokuların varlığını gösterir (Mussatto, ve ark., 2011). Bu lifli dokuların ana bileşenleri, selüloz ve hemiselülozdur**.** Glikoz, ksiloz, galaktoz, mannoz ve arabinoz gibi KÇZ yüzeyinde proteinlerle birlikte bulunan monosakkaritlerdir (Murthy ve Naidu, 2012). Proteinler ve özütler de bu kahve atığında önemli miktarlarda bulunan fraksiyonlardır (Mussatto ve ark., 2011). KÇZ, diyet lifi ve antioksidan ilaveler gıda endüstrisi için potansiyel değer katma uygulamasıdır (Janissen ve Huynh, 2018).

Yapılan çalışmalar KÇZ'nin insan sağlığı üzerine olumlu etkiye sahip olan fenolik bileşiklere ve yüksek antioksidan içerğie ve prebiyotik etkiye sahip olduğu, toplam diyet lifin yüksek ve enerjii değerinin düşük olması sebebiyle gıda formülasyonlarında fonksiyonel bileşen olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır (Ateş ve Elmacı 2018). Ayrıca kahve yan ürünleri özlerinin lipid birikimini azalttığı ve mitokondriyal aktiviteyi arttırdığı da yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır (Rebollo-Hernanza ve ark., 2019).

5. SONUÇ

Kahve, Dünya çapındaki, en büyük ikinci ticari üründür. Yıllık kahve üretimi, her geçen yıl hızla artmaktadır böylece kahve yan ürünlerinin azaltılması ciddi bir sorun haline gelmiştir. Ortaya çıkan bu yan ürünlerin katma değer uygulamalarında kullanılması, atıkların azaltılması bakımından en etkili yol olarak görülmektedir. Bütün bu veriler göz önüne alındığında hem kahve üretimi sonucu meydana gelen atıkların azaltılması hem de diyet lifi yüksek yeni ürünlerin geliştirilmesi açısından KÇZ üzerine araştırma yapılması gereken bir yan ürün olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

AKÇARAY, E. (2012), Kâh Kahvehane Kâh Café: Küreselleşen Eskişehir'de Kahve Tüketimi Üzerine Kuramsal Bir Giriş, *Galatasaray Üniversitesi İletişim Dergisi*, Özel Sayı, 2, 181-202.

ALTAN, A. (2013), *Özel Gıdalar Teknolojisi*, Adana: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayını No: 178, Ders Kitaplar Yayını No: A-55.

Anonim a. (2019), *Kahvenin Üretim Aşamaları,* 29.04.2020 tarihinde Kahvemag sitesi: https://www.kahvemag.com/kahve-nerede-ve-nasil-yetisir/ adresinden alındı.

Anonim b, (2020), *Kahve Üretimi: Kahve Üretilen Ülkeler Hangileridir,* 08.05.2020 tarihinde Kahve sitesi: https://www.kahvve.com/kahve-uretimi-kahve-uretilen-ulkeler-6546/ adresinden alındı.

ATEŞ, G., ELMACI, Y. (2017), Potansiyel Fonksiyonel Bileşen: Kahve Çekirdeği Zarı, *Akademik Gıda*, 15(1), 66-74.

ATEŞ, G., ELMACI, Y. (2018), Kahve Çekirdeği Zarının Diyet Lifi Kaynağı Olarak Kek Formülasyonunda Kullanılması, *Akademik Gıda*, 16(2), 156-167.

BİLİŞLİ, A. (2018), *Özel Gıdalar*, İstanbul: Sidas Medya Ltd. Şti.

BHUMIRATANA, N., ADHIKARI, K., E. C. (2011), Evolution of Sensory Aroma Attributes From Coffee Beans to Brewed Coffee, *LWT - Food Science and Technology*, s. 2185-2192.

BORELLI, R., C., ESPOSITO, F., NAPOLITANO, A., RITIENI, A., FOGLIANO V. (2004), Characterization of a New Potential Functional Ingredient: Coffee Silverskin, *J. Agric. Food Chem*., 52, 5.

BOZKURT, B. (2012), Kahve Telvesiyle Atık Sulardan Ağır Metal Adsorpsiyonu,(Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BRESCIANI, L., CALANİ, L., BRUNI, R., BRIGHENTI, F., RIO, D., (2014), Phenolic Composition, Caffeine Content and Antioxidant Capacity of Coffee Silverskin, *Food Research International*, 61, 196– 201.

BULDUK, S., SÜREN, T. (2007), Türk Mutfak Kültüründe Kahve, 38. ICANAS (Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi), Ankara: Kongre Kitabı, 299-309.

CAN, M., A. (2018),Oamanlı Toplumunda Kahve ve Kahvehaneler, (Lisans Bitirme Tezi). Bartın Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Bartın.

ÇAĞLARIRMAK, N., ÜNAL, K. (1994), Yeşil Kahve Tanesinin Kavrulması Sırasında Temel Kimyasal Bileşnlerinde Oluşan Değişmeler, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1, 40- 47.

ÇAY, İ., Ç.(2019), Kahvelerdeki Kafein Miktarının Hazırlama Yöntemine Göre Değişiminin Kromatografik Olarak İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

DURMAZ, A., A. (2015), Farklı Kahve Çekirdekleri ve Pişirme Ekipmanlarıyla Hazırlanan Türk Kahvesinin Duyusal ve Kimyasal Analizlerle Optimizasyonu, (Yüksek Lisans Tezi). Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

DÜLGER, D., ŞAHAN, Y. (2011), Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 147-157.

DZIKI, D., GAWLIK-DZIKI, U., PECIO, L., ROZYLO, R., SWIECA, M., KRZYKOWSKI, A., (2015), Ground Green Coffee Beans as a Functional Food Supplement e Preliminary Study, *LWT - Food Science and Technology*, 63, 691-699.

ERGENE, E., BİNGÖL, E., B. (2019), Diyet Lif İçeriği Yüksek Bazı Gıdalar Ve Beslenme Üzerindeki Etkileri, *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi,* 3(1), 70-78.

ESQUIVEL, P., , JIMÉNEZ, V., M. (2012), Functional Properties of Coffee and Coffee By-Products, *Food Research International*, 46, 488–495.

GORNAS, P., SIGER, A., PUGAJEVA, I., CZUBINSKI, J., WASKIEWICZ, A., POLEWSKI, K. (2014), New Insights Regarding Tocopherols in Arabica and Robusta Species Coffee Beans: RPUPLC-ESI/MS and NP-HPLC/FLD Study, *Journal of Food Composition and Analysis*, 36, 117-123.

GÖKTAŞ, E. (1999), Osmanlı Döneminde Kahvehaneler, Kıraathaneler ve bunların işlevleri, *Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, 11, 67-80.

GÜRSOY, D. (2005), *Sohbetin Bahanesi Kahvesi*, İstanbul: Oğlak Yayınları.

GÜRSOY, D. (2014), *Gastronomi Tarihi*, İstanbul: Oğlak Yayıncılık, 1. Baskı.

JANISSEN, B., HUYNH, T. (2018), Chemical Composition and Value-Adding Applications of Coffee Industry Byproducts: A Review, *Resources, Conservation & Recycling,* 128, 110–117.

KARAMAN, E. (2016), Narenciye Çekirdekelrinden Diyet Lif Elde Edilmesi ve Lifin Kraker Üretiminde Kullanılması, (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkle On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

KILINÇ, F., F. (2018), Bir Çekirdeğin Yolculuğu Kahve, Erişim Adresi: https://www.academia.edu/39315044/B%C4%B0R_%C3%87EK%C4%B0RDE%C4%9E%C4%B0N_YOLCULU%C4%9EU_KAHVE, Erişim Tarihi:07.04.2020.

KIVANÇLI, J. (2011), Türk Kahvesinin Karakteritik Lezzetinin GC/MS ve Lezzet Profil Analizi Tekniği İle Belirlenmesi, (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İzmir.

MURTHY, P. S., NAIDU, M. M. (2012), Sustainable Management of Coffee Industry Byproducts and Value Addition-A review, Resources- Coservation and Recyling, *Resources, Conservation and Recycling*, 66, s.45–58.

MUSSATTO S., I., MACHADO, E., M., S., MARTINS S., TEIXEIRA, J., A. (2011), Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues,*Food Bioprocess Technol*, 4, 661–672.

NILNONT, W., THEPAA, S., JANJAI, S., N. KASAYAPANANDA, C. T., BALA, B. (2012), Finite Element Simulation For Coffee (Coffea arabica) Drying, *Food and Bioproducts Processing*, 90, 341-350.

ÖZAYDIN, S. (2014), Bazı Katkı Maddelerinin Diyabetik Yulaf Kepeği Bisküvisinin Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri, (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

ÖZTÜRK, E., OVA, G. (2017), Yağlı Tohum Kabuklarının Biyoaktif Bileşen Potansiyeli ve Gıdalarda Kullanımı, *Akademik Gıda* 15(3), 315-321.

PEREIRA, G.V., NETO, D.P., JÚNIOR, A.I., VÁSQUEZ, Z.S., MEDEIROS, A.B., VANDENBERGHE, L.P., SOCCOL, C.R. (2019). Exploring the Impacts of Postharvest Processing on the Aroma Formation of Coffee Beans, *Food Chemistry*, *272*, 441-452

POLATLI, K. (2015), *Türkiye'de Kahve*, 08.05.2020 tarihinde, Kafeingo Akademi sitesi: http://akademi.kafeingo.com/turkiyede-kahve/ adresinden alındı.

POURFARZAD, A., MAHDAVIAN-MEHR, H., SEDAGHAT, N. (2013), Coffee Silverskin as a Source of Dietary Fiber in Bread-Making: Optimization of Chemical Treatment Using Response Surface Methodology, *LWT - Food Science and Technology*, 50, 599-606.

RAKICIOĞLU, N. (1993), Ratlarda, Diyete Eklenen Kahve ve Kafenin Serum Lipidlerine Etkisi, (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

REBOLLO-HERNANZA, M., ZHANG, Q., AGUILERA, Y., MARTÍN-CABREJASA, M., A., MEJIAC, E., G. (2019), Phenolic Compounds From Coffee By-Products Modulate Adipogenesis-Related Inflammation, Mitochondrial Dysfunction, and Insulin Resistance in Adipocytes, Via Insulin/PI3K/AKT Signaling Pathways, *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 110672 .

SAENGER, M., HARTGE, E. U., WERTHER, J., OGADA, T., & SIAGI, Z. (2001), Combustion of Coffee Husks, *Renewable Energy*, 23, 103-121.

ŞAHBAZ, S. (2007), Geçmişten Günümüze Kahvehaneler Kahvehanelerin Sosyal Yaşamdaki Yeri ve Önemi: Aydın Merkez Örneği, (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

ÜRER, H. (2010), Osmanlı'da Kahve/ Kahvehane Kültürü ve Salihli'den Bir Kahvehane Örneği "Himaye-i Etfal", *Sanat Tarihi Dergisi*, XIX/2, 1-26.

Wang, A., WU, L., Lİ, X. (2013), Optimization of Ultrasonic-Assisted Preparation of Dietary Fiber From Corn Pericarp Using Response Surface Methodology, *Research Article*, 10/1002, 6083.

WINTENGS, J., N., (2004), *Coffee: Crowing, Processing, Sustuinuchle Production*, Corseaux:WILEY-VCH Verlag CmbH & Co. KCaA.

YARDIMCI, M. (2017), Geleneksel Kültürümüzde Kahve, Erişim Adresi: https://docplayer.biz.tr/8446417-Geleneksel-kulturumuzde-kahve.html, Erişim Tarihi: 11.05.2020.

YAVUZ, Z. (2019), Ekmeklik Unlara Diyet Lif Kaynağı Olarak İğde Tozu İlavesinin Hamur ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

YAYLA, P. (2018), *Başarılı ve Rekabetçi Yeni Ürünler Tasarlama ve Geliştirme,* Kocaeli: Umuttepe Yayınları,1. Baskı.

YÖNET EREN, F., CEYHUN SEZGİN, A. (2018), Kültürel Miras Açısından Türk Kahvesi, *Turkish Studies*, 13(10), 697-712.

YUWANA, E. S., SIDEBANG B. (2015), Engineering Properties of Coffee Beans from Various Colors of Coffee Cherries, *The 2014 International Conference on Agro-industry (ICoA): Competitive and sustainable Agroindustry for Human Welfare*, 3, 274-277.

YÜCEŞEN, D. (2012), Kahve Telvesinin Çeşitli Alanlarda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

KAĞIT İŞLETMELERİNDE KESTİRİMCİ BAKIM UYGULAMALARI VE TİTREŞİM ANALİZİ

Fatih Dereoğlu
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği
fatihdereoglu41@gmail.com

Eser Yarar
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği
eser.yarar@kocaeli.edu.tr

Sedat Karabay
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği
sedat.karabay@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, makina ve makina elemanlarında meydana gelen arızaların tespitinde titreşim analizinin kullanımı ve faydaları sunulmuştur. Makina veya teçhizatın periyodik olarak gözlemi yapılmış ve değişimin analizini esas alarak titreşim ölçüm metodu ile kestirimci bakım irdelenmiştir. Titreşim analizi ve kestirimci bakım tekniği ile birlikte hatların arızi duruşlarının minimize edilerek üretimin sürekliliğinin sağlanması esas hedeftir. Ayrıca bu sayede bakım maliyetlerinin de azalması kestirimci bakım uygulamalarının iyi yönlerindendir. Titreşim analizi işleminde SKF MICROLOG – GX marka vibrasyon analiz cihazı sayesinde ölçümler alınarak analizler gerçekleştirilmiştir. Titreşim ölçümleri yüksek devirde çalışan kurutma fanları ve Yankee silindir kurutucu üzerindeki rulmanlarda gerçekleştirilmiştir. Yüksek devirle çalışan bu iki ünitenin takibi işletmenin maliyeti ve devamlılığı için önemlidir. 1000-1800 rpm arasında çalışan yüksek devirli rotorların spektrum ve trend grafikleri incelenerek rulmanlar üzerindeki vibrasyonun analizi yorumlanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda titreşim analizinin takibi ile yüksek devirli makinaların bakım planını gerçekleştirerek işletme maliyetleri düşürülmüş ve duruş süreleri azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Titreşim analizi, kestirimci bakım, kurutucu silindir

PREDICTIVE MAINTENANCE APPLICATION AND VIBRATION ANALYSIS IN TISSUE PLANTS

Abstract
In this study, the use and benefits of vibration analysis in the detection of malfunctions occurring in machinery and machine elements are presented. Based on the periodic monitoring of the machinery or equipment and the analysis of the change, the predictive maintenance was examined with the vibration measurement method. Along with the vibration analysis and predictive maintenance technique, the main goal is to ensure the continuity of production by minimizing the incidental stops of the lines. In this way, the maintenance costs are reduced, so they are in the good aspects of predictive maintenance practices. In the vibration analysis process, measurements were taken by taking measurements thanks to the SKF MICROLOG - GX brand vibration analysis device. Vibration measurements were carried out on high speed drying fans and bearings on Yankee cylinder dryer. The follow-up of these two high-speed units is important for the cost and continuity of the business. The spectrum and trend charts of high speed rotors operating between 1000-1800 rpm are analyzed and the analysis of the vibration on the bearings is interpreted. As a result of the examinations carried out, by monitoring the vibration analysis, the maintenance plan of the high speed machines has been reduced and operating costs have been reduced and downtimes have been reduced.

Keywords: Vibration analysis, predictivite maintenance, dryer cylinder

1. GİRİŞ

Bu çalışma, hızlı tüketim sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlardaki kağıt üretim hatlarının incelenmesi, bakım ve proje departmanlarında çalışan mühendis ve teknisyenlerin kestirimci bakım uygulamalarına dahil edilmesi, kestirimci bakım çalışmalarının başlatılması, bakım elemanlarının incelenmesi, analiz yöntemlerinin kavranması ve olası çözümlerin analizlerinin yorumlanması amacı ile hazırlanmıştır.

Kağıt üretim akışında arıza yapan makinaların bakım onarımı zordur ve yüksek maliyetlidir. Beklenmeyen arızalarda bakım veya onarım uzun sürer, yedek parça bulmak zorlaşır, tadilat için taşeron firma tezgahının uygunluğu da bunlara eklendiğinde ciddi anlamda duruşlara sebebiyet vermektedir. Bu durum neticesinde üretim kayıpları oluşur ve maliyetler yükselir. Hızlı tüketim sektöründe hatlar 7/24 saat piyasadaki pazara göre hizmet vermektedir. Bu nedenle hatların devamlılığı arz/talep dengesini sağlamak amaçlı önem taşımaktadır.

Vibrasyon analizlerinin düzenli yapılması ile hatlarda beklenmeyen arızaların azalmasının dışında arızi bakım maliyetleri de azalan yönde eğilim gösterecektir. Bununla birlikte işletme depolarında bulunan yedek parça maliyetleri, arızi duruş süreleri de azalma trendinde olacaktır (M.C. Carnero,2005).

Vibrasyon analizinin temel prensibi çalışma esnasında yapılan ölçümlerle makinaların performanslarının izlenerek, bakımın ne zaman gerekli olacağına karar verip, kısa süre için çalışmaya ara vererek önceden belirlenen arızayı onarmaktır (Belek ve ark. 1991).

2. MATERYAL VE METOD

Kestirimci bakım yöntemi, makine çalışırken makine parçaları üzerinden alınan ölçüm değerlerinin, performans bilgilerinin makine üretici firmaların belirlediği sınırlar dahilinde karşılaştırılması ve uzun yıllar elde edilen verilere göre alınması gereken önlemlerin tespiti ilkesine dayanır. Yağ analizi, kızılötesi termografi, ultrasonik testler ve titreşim ölçümü ve analizi en yaygın kullanılan kestirimci bakım metotlarıdır (Girdhard ve Scheffer,2004).

Titreşim , bir makinanın mekanik bileşenlerinin iç ve dış kuvvetlere gösterdiği davranıştır. Titreşimi; titreşim sinyali, genliği ve frekansına göre analiz ederiz. Bilyalı ve silindirik makaralı rulmanlar tarafından desteklenen motor-jeneratör sisteminin titreşimini izlemek için oluşabilecek rulman arızalarını tahmin eder. Yatak iç ve dış bileziklerinin yaklaşmakta olan arızalarını başarıyla tespit etmiştir (Gluzman,2000). Kalan rulman ömrünü doğru olarak tahmin etmek için kağıt fabrikalarında yıllarca birçok rulman titreşimi gözlemledi. O da titreşime dayalı bakımın etkinliğini araştırdı ve bazı bulgular önerdi (Al-Najjar,2000).

Titreşim analizi ile makinelerde arıza teşhisi konusunu ele almıştır. Çalışma sonucunda, kestirimci bakım tekniği olan titreşim analizi yapılarak dış bilezik rulman hasarı ve kaymalı yatak yıpranma problemini tespit etmiştir (Karahan,2005).Rulman titreşimlerinin sebepleri incelenmesi ve bir rulmanın iç bilezik, dış bilezik, bilye ve kafes elemanları üzerinde meydana gelen bir kusurun spektrum üzerinde meydana getirdiği frekansları irdelenmiştir. (Lacey,2008) Titreşim analizi ile arızaları teşhis edebilmemiz için, bu titreşimlerin frekanslarını bilmemiz gerekir. Çalışmamızda bu işlem için Fourier Dönüşümü kullanılmıştır.

Tablo 1. Makinaların çalışma şartlarını belirleyen parametreler

Arıza Nedeni	Sıcaklık	Basınç	Sızdırma	Yağ analizi	Titreşim
Dengesizlik					✓
Mil eğilmesi, Eksen Kaçıklığı	✓				✓
Rulmanlı yatakta hasar	✓			✓	✓
Kaymalı yatakta hasar	✓	✓	✓	✓	✓
Dişlilerde hasar				✓	✓
Mekanik Gevşeklik					✓

2.1. Makine ve Ekipmanlar

Kağıt üretim tesisinde kestirimci bakım uygulanmaktadır. Kestirimci bakım yöntemi uygulandığından ölçümlerin sürekli alınması ve ekipmanların takibi önem taşımaktadır. Bu iş için eğitimli kestirimci bakım personeli ve mühendisi mevcuttur. Yurt dışı yatırımları ve Türkiye yatırımlarında vibrasyon ölçüm cihazı yatırım aracıdır. Her kurulum aşamasında yatırım bütçesine eklenir ve kestirimci bakım için gerekli alt yapı oluşturulur.

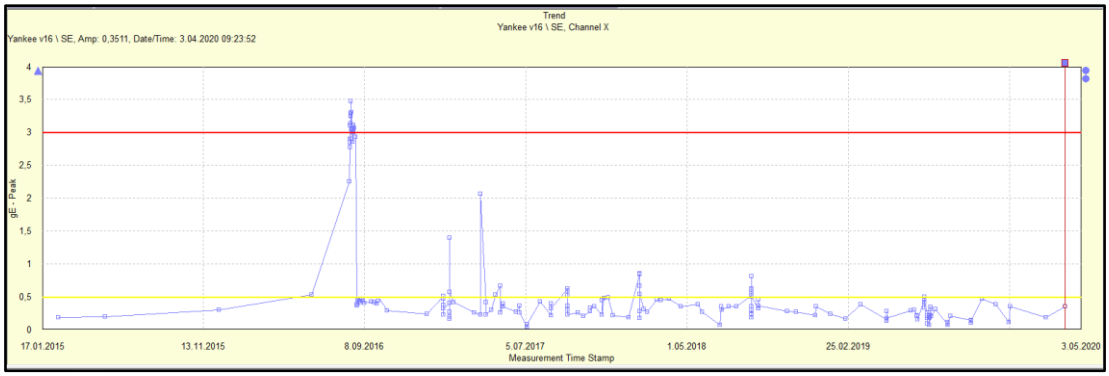
Bu çalışmada Kağıt Makinası-1 (KM1) ve Kağıt Makinası-2 (KM2) kağıt üretim hatlarında çalışan Yankee Dryer makinasında 50 noktadan ölçüm alınmıştır. Ölçümler SKF Microlog GX vibrasyon ölçüm cihazı ile SKF CMSS2200 model manyetik tip transdüser ile gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerin içerisinde Yankee Dryer silindir rulmanı en kritik bölgedir.

Yankee kurutucu silindiri titreşim ölçümleri genellikle 1 haftalık ve 15 günlük periyotlarla gerçekleştirilmiştir. Silindir rulmanı titreşim ölçümlerine ait trend grafiğinde problem tespit edildiğinde ölçümler günlük olarak sıklaştırılmıştır. Fanların rulman yataklarından ise 15 noktadan ölçüm yapılmıştır. Ölçümler genellikle 15 – 30 günlük periyotlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçüm anında cihaz ekranından grafikler izlenmiştir ve gözlemlerimizle birleştirilerek o ekipmana ait yorumlar kaydedilmiştir. Periyodik ölçüm verileri cihazdan bilgisayarda SKF @ptitude Software programına aktarılmıştır. Sorunlu olduğu belirlenen ekipmanların geçmiş ölçümlerle karşılaştırılarak vibrasyon analizleri yapılmıştır. Bu analizlere istinaden gerekli bakım planlaması yapılmıştır.

2.2. Yankee Kurutucu Silindiri Rulman Arıza Teşhisi

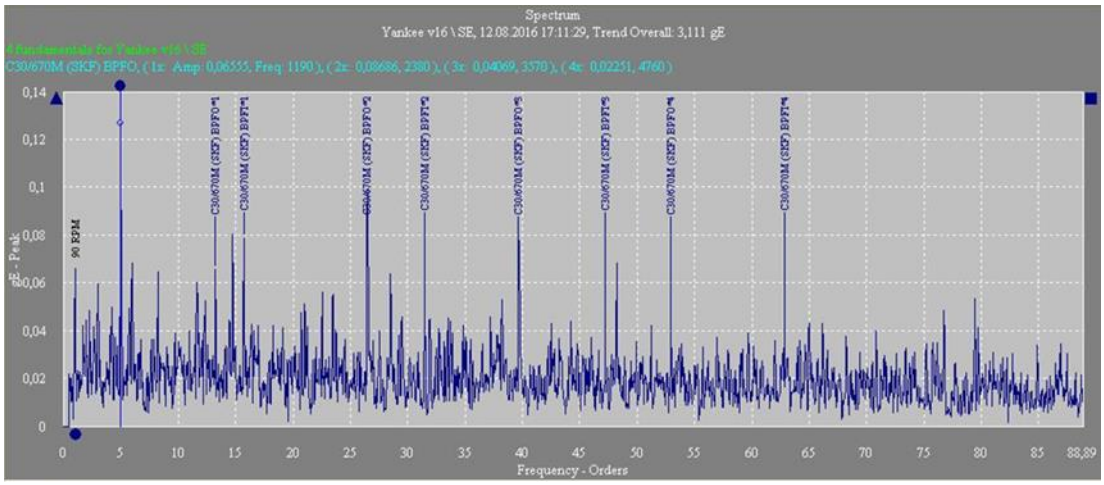
KM1 işletmemizde çalışan Yankee kurutucuya ait salon taraf yatak rulmanı incelenmeye devam etmektedir. İnceleme esnasında ilk olarak trend analizi irdelenmiştir. Bu esnada Şekil 1'de trend grafiğine bağlı değişim görülmektedir. Periyodik ölçümler esnasında belirli bir aralıkta devam eden titreşim ölçüm değerleri ani bir yön değişimi sonucunda problem belirtisini göstermiştir. Trend grafiği basitçe ölçüm noktasında arıza olduğunu artan değerler ile test etmiştir. Ölçüm aralıkları ilk tespit sonrası sıklaşmış ve bu nedenle yüksek ölçüm değerlerinde nokta yani ölçüm sayısı artmıştır.

Titreşim ölçümünde en basit arıza tespiti trend grafiğinden gerçekleştirilebilir. İlk olarak arıza olup olmadığı trend grafiklerinden bakılacaktır. Arıza giderildiğinde ise titreşim ölçüm değerlerinin düştüğünü ve uzun süre boyunca stabil ya da güvenli aralıkta çalıştığı grafikten anlaşılmaktadır. Bazı noktalarda ölçüm cihazına belirttiğimiz değerler arasından çıkmış olsada ölçüm hatası olarak yorumlayabiliriz.



Şekil 1. KM1 Yankee kurutucu salon taraf yatak rulmanı trend grafiği

Şekil 2.'de rulman dış bilezik arızası verirken alınan spektrum grafiği bulunmaktadır. 12.08.2016 tarihinde alınan ölçüme ait rulmanın dış bilezik hasarı grafikte görülmektedir.



Şekil 2. KM1 Yankee kurutucu salon taraf yatak rulmanı spektrum grafiği

Kurutucu silindir salon taraf yatak rulmanı spektrum grafiği incelendiğinde harmoniklerin temel tepeciği geçtiği görülmüştür. Ayrıca yan bant oluşumu gözlenmemiştir. Şekil 3.'te titreşim ölçümlerinde yorumladığımız dış bilezik hasarını rulman demontajı sonrasında görülmektedir.



Şekil 3. Demonte rulman dış bilezik hasarı

2.3. Yankee Kurutucu Silindir Arızasına Müdahale ve Arızanın Giderilmesi

Periyodik ölçümler sonucunda yankee salon taraf rulman değeri normalde 0.500ge iken 3.300ge değerlere kadar yükselmiştir. Rulman analizinde dış bilezik hatası görünmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda ölçümler günlük olarak devam etmiştir. Yankee kurutucu silindiri işletmenin üretim devamlılığı açısından önemlidir. Bu nedenle ölçümlerin periyodik olması önemlidir. Gerçekleştirilen tespitler sonrasında rulman tedarik edilmiştir. Rulmanın tedariğine kadar günlük ölçümler günlük olarak alınmıştır. Rulman 04.10.2016'da tedarik edilmiş ve 07.10.2016 tarihinde acil bakım planına alınarak hat durdurulmuş ve rulman değişikliği gerçekleşmiştir. Yankee rulman değişimi zor olması nedeniyle arızaya müdahale kritiktir ve arızaya müdahale safhaları önem taşımaktadır. Rulman montaj ve demontaj işlemleri esnasında SKF rulman sökme takma talimatlarından faydalanılmıştır.

3. SONUÇ

İşletme gerçekleştirilen kestirimci bakım sayesinde arızi duruşlarına müdahale sürelerini azaltmıştır. Azalan bu süre sayesinde üretim performansı artmış ve hatların çalışabilir sürelerinde artış gözlenmiştir.

Kestirimci bakım sayesinde arıza maliyetleri düşmüş ve gerekli bakım çalışması üretim ve planlama departmanları ile koordineli gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bu sayede üretim kayıpları minimize edilmiştir. İşletme kurulduğunda kestirimci bakım için gerçekleştirilen yatırım maliyeti cihazlar ve personelin eğitimi dahil 30.000 $'dır. Bu yatırım sadece silindir rulmanı değişiminde 56 günlük üretim kazancı (2.419.200 $) ve 30.000 $ malzeme depolama kazancı yatırımın geri dönüşümünü sağlamıştır. Kestirimci bakım ölçüm cihazları sayesinde arıza tespitleri kolaylaşmış ve büyük üretim kayıpları, mali zararların önüne geçilmiştir. Yatırım maliyeti sadece depolamada yapılan gereksiz maliyet rakamı kadardır. Sonuç olarak küçük kestirimci bakım yatırımı bile büyük maliyetlerin oluşmasına engel olmuştur.

4. TARTIŞMA

Arıza esnasında rulman değişimine ihtiyaç duyulsaydı işletme iki ay çalıştırılamayacaktı. Bunun karşılığında işletmedeki üretim kaybı;
10 ton/saat x 24 saat x 60 gün x %90 verim = 12.960 ton üretim kaybı

Bunun karşılığında işletmedeki zarar;
200 $/ton x 12.960 ton = 2.592.000 $ işletme zararıdır.

Bunların dışında rulmanın tedarik sürecinin hızlandırılması amacı ile lojistik ve tedarik masrafları artmaktadır. Hammadde kullanımı olmaması nedenle depolama maliyetinde artış yaşanmaktadır. Özetle kurutma silindirlerinin arıza tespiti işletme için çok önemlidir.

Yankee silindiri salon taraf rulmanı SKF CARB C 30/670 KM/HA3/C4 ve maliyeti 28.000 Euro'dur. Bu nedenle depo maliyetini yükseltmemek için stok tutulmamaktadır. Ancak takipler sonucunda gerekli stoklar alınmış ve duruş gerçekleşmiştir. Aksi taktirde envantere kayıtlı malzeme maliyetleri de yüksek olacaktır.

Yankee silindiri için özetlersek;
Üretim Kaybı ; 12.960 ton
İşletme Zararı : 2.592.000 $
Depolama Maliyet : Yaklaşık 30.000 $

Yankee kurutucu silindirinde kondens atımı için 550 adet kullanılan pipetin tıkanması sonucunda kurutma kapasitesi düşmektedir. Bu durum makinadaki balansı arttırmaktadır. Balans artması sonucunda ise redüktör ve rulman yatakları zarar görür. Proses kaynaklı yaşanan arızalar sonucu oluşan balans rulmanlarda deformasyona yol açmıştır.

Fabrika enerji üretimini Türbin vasıtasıyla gerçekleştirebilmektedir. Bu sayede kurutucu ısı için herhangi bir cihaz kullanılmamaktadır. Türbinin yanma odasından çıkan 500°C derecedeki hava türbinin çıkış bacasından yaş kısım sirkülasyon fanına alınmaktadır. Bu transfer esnasında yaşanan hava akışındaki düzensizlikler fanların dengesiz yük almasına sebep olmaktadır. Bu yükler nedeniyle fan yatağına ve mile balans olmasına neden olur.

Türbin şebekeye bağlı olduğunda enerji dalgalanmaları nedeni ile duruşlar gerçekleşmektedir. Enerji sistemi ada ve paralel modda çalışabildiğinden iki tip kullanım söz konusudur. Paralel yani şebekeye bağlıyken aldığı enerji darbesi türbini durdurmaktadır. Bu duruş kağıt makinasının kurutma sisteminin durmasına neden olur. Ani duruşlar makinanın plansız yüklenmesine ve dinamik yüklere sebep olduğundan rulmanlarda deformasyon ve fanda balanssızlık olarak sonuçlar oluşturur. Bunun sonucunda uzun ekipman ömrü için Dinamik/Statik noktalarda boşluk ve çözülmelerin kontrolü/giderilmesi gerekir.

Kağıt fabrikalarının yatırım aşamasında vibrasyon ölçüm cihazı ve diğer kestirimci bakım ekipmanları kesinlikle alınması gerekmektedir. Kestirimci bakım faaliyetleri üretim hatlarının kurulumu ile birlikte data olarak kaydedilmeli ve ilk çalışma sonrasında belirlenen periyodik ölçümler doğrultusunda

gerçekleştirilmelidir. Çünkü kağıt fabrikalarında plansız arızalar ve hat duruşları işletmeye ciddi maddi zararlara yol açacaktır.

KAYNAKLAR

Al-Najjar B. (2000), Accuracy, effectiveness and improvement of vibration based maintenance in paper mills: case studies. J Sound Vib; 229(2):389–410.

Belek, T. ve Toprak, T. (1991), "Endüstriyel Tesislerde Makina Performansının İzlenmesi ve Bilgisayar Destekli Bakım Planlanması", Brüel & Kjaer Teknik Personel Eğitimi Kurs Notları., İTÜ Makina Fakültesi.

M.C. Carnero (2005), Selection of diagnostic techniques and instrumentation in a predictive maintenance program. A case study, Decision Support Systems Volume 38, Issue 4, Pages 539-555

Girdhard P. and Scheffer; (2004), Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance, pp. 1-8

Gluzman D. (2000) Recognizing impeding bearing failure. Reliab Mag

Karahan F., (2005) "Titreşim Analizi İle Makinalarda Arıza Teşhisi", Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Manisa.

Lacey S.J. (2008), An Overwiev of Bearing Vibration Analysis, Manintanence&Asset Management, 23/6, pp. 32-42.

SKF Condition Monitoring, Vibration Diagnostic Guide, 1994.

SUBSETHOOD MEASURE FOR PICTURE FUZZY SETS

Ali AYDOĞDU
Turkish National Defence University, Air NCO Vocational School, Department of Basic Sciences
aydogduali84@gmail.com / aaydogdu@msu.edu.tr
https://orcid.org/0000-0002-9718-7611

Abstract
Picture fuzzy set theory is a generalization of fuzzy set theory and intuitionistic fuzzy set theory. Picture fuzzy set theory is an important tool for handling uncertainty in real life. Therefore, picture fuzzy sets have been applied to in many areas, such as decision-making, medical diagnosis, pattern recognition and clustering analysis. The aim of this study is to introduce a subsethood measure based to distance measure for picture fuzzy sets. For that purpose, we first give axioms for subsethood measure of picture fuzzy sets. Then, we present subsethood measures for picture fuzzy sets. Finally, we give a simple application in multicriteria decision making problem.

Keywords: Picture fuzzy set, subsethood measure, multicriteria decision making.

1. INTRODUCTION

The similarity measures (SMs), entropy measures (EMs) and subsethood measures are basic concept for fuzzy set theory. These information measures are considerable and convenient tools for fuzzy decision making (DM). The SMs give the degree of similarity of two fuzzy sets (FSs) A and B. The EMs describes the degree of fuzziness of the set A. Therefore, several researchers have studied SMs, EMs from different point of view [De Luca and Termini 1972, Burillo and Bustince 1996, Szmidt and Kacprzyk 2001, Hung and Yang 2006-2008, Ye 2010, Wei et al. 2011, Ye 2014, Şahin and Küçük 2015, Aydoğdu 2015a-2015b, Şahin 2017, Aydoğdu and Şahin 2019, Qian et al. 2019, Singh and Kumar 2020]. Subsethood measures indicate the degrees of quantitative extensions of the quality set inclusion relation. In classical set theory, since either a crisp set A is subset of a crisp set B or vice versa, subsethood measure should be two valued. Fuzzy subsethood measures determine the degree which a fuzzy set contain another between 0 and 1. Many researchers have introduced different subsethood measures for FSs, intuitionistic fuzzy sets (IFSs) and neutrosophic fuzzy sets (NFSs). [Young 1996, Fan et al. 1999, Rickard et al. 2009, Takáč 2013-2016, Şahin and Küçük 2015].

Cuong and Kreinovich (2013) presented picture fuzzy set (PFS) theory which is generalization of Zadeh's FS theory and Atanassov's IFS theory and gave basic operations of PFSs. The PFS is defined with the help of the degree of positive membership, the degree of neutral membership, the degree of negative membership and the degree of refusal membership mappings such that the sum of these membership degrees is equal to 1. Essentially, PFS fundamental structures are enough application to carry out situations requiring opinions of human which is comprising answer types such as yes, no, abstain, refusal. In recent years, lots of researchers have produced many studies about PFSs and its applications. Wei (2016) presented picture fuzzy cross entropy and gave a DM method based on proposed entropy. Son (2016) propose a generalized distance measure for PFSs and gave hierarchical clustering method in PFSs. Wang et al. (2017) obtained aggregation operators on PFSs. Wang et.al. (2018) established a multi criteria decision making (MCDM) method based on picture fuzzy normalized projection. Wei (2018) proposed SMs for PFSs. Dinh and Thao (2018) presented distance measure and dissimilarity measure for PFSs. Ashraf et al. (2019) presented generalized weighted geometric aggregation operators for PFSs are applied to DM problems. Joshi (2020) introduced new axiomatic structure of entropy for PFS and new R -norm information measure for PFSs. Thao (2020) obtained some SMs induced from new EMs and applied it to MCDM problem. The aim of this study is to introduce a subsethood measure based on distance measure. The paper is organized into four sections. Section 2 is consist of basic definitions and notations. We investigate subsethood measure for PFSs in third section. We give an application in MCDM problem in latest section..

2. MATERIALS AND METHODS

Now, we present some fundamental definitions and notations which will be used in the rest of paper.

Definition 2.1. Let $\mathfrak{O}$ be a universe of discourse. Then a fuzzy set $\mathcal{O}$ in $\mathfrak{O}$ is a set of ordered pairs

$$\mathcal{O} = \{\langle \mathfrak{a}, \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})\rangle \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$$

such that $\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}: \mathfrak{O} \to [0,1]$ is called membership function of $\mathfrak{a} \in \mathfrak{O}$ (Zadeh, 1965).
We denote the set of all FSs on $\mathfrak{O}$ by $\mathcal{FS}(\mathfrak{O})$. The subsethood for FSs $\mathcal{O}$ and $\mathcal{L}$ is defined by Zadeh (1965) as follow:

$$\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L} \Leftrightarrow \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \leq \mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}), \forall \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}.$$

The fuzzy subsethood measure axioms introduced by Young (1996) as follow:

Definition 2.2. Let $\mathcal{O}$ and $\mathcal{L}$ be two FSs. A mapping $\mathcal{s}: \mathcal{FS}(\mathfrak{O}) \times \mathcal{FS}(\mathfrak{O}) \to [0,1]$ is called subsethood measure for FSs, if s satisfies the following properties:

1. $\mathcal{s}(\mathcal{O}, \mathcal{L}) = 1$ if and only if $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L}$
2. $\mathcal{s}(\mathcal{O}, \mathcal{L}) = 0 \Leftrightarrow \mathcal{O} = \mathfrak{O}, \mathcal{L} = \emptyset$
3. If $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L} \subseteq \mathcal{G}$, then $\mathcal{s}(\mathcal{G}, \mathcal{O}) \leq \mathcal{s}(\mathcal{L}, \mathcal{O})$; and if $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L}$, then $\mathcal{s}(\mathcal{G}, \mathcal{O}) \leq \mathcal{s}(\mathcal{G}, \mathcal{L})$ (Young, 1996).

Definition 2.3. Let $\mathfrak{O}$ be a universal set. Then a picture fuzzy set $\mathcal{O}$ on $\mathfrak{O}$ is defined as follow:

$$\mathcal{O} = \{(\mathfrak{a}, \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})) \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$$

where $\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}, \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}, \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}$ are mapping from $\mathfrak{O}$ to $[0,1]$. The mapping $\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})$ is called positive membership degree of $\mathfrak{a} \in \mathcal{O}$, the mapping $\mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})$ is called neutral membership degree of $\mathfrak{a} \in \mathcal{O}$ and the mapping $\mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})$ is negative membership degree of $\mathfrak{a} \in \mathcal{O}$. Also, $\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}, \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}, \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}$ satisfy the following condition

$$\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) + \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) + \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \leq 1, \forall\, \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}$$

and $\mathfrak{r}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) = 1 - (\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) + \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) + \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}))$ is called refusal membership degree of $\mathfrak{a}$ in $\mathcal{O}$ (Cuong, 2014).

We denote by $\mathcal{PFS}(\mathfrak{O})$ the collection of PFSs on $\mathfrak{O}$. Cuong (2014) is defined the subsethood, equality, union, intersection and complement for PFSs as follow:

1. $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L}$ if $\forall \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}, \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \leq \mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}),\ \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \leq \mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \geq \mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a})$;
2. $\mathcal{O} = \mathcal{L}$ iff $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L}$ and $\mathcal{L} \subseteq \mathcal{O}$;
3. $\mathcal{O} \cup \mathcal{L} = \{\langle \mathfrak{a}, \max(\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a})), \min(\mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a})), \min(\mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}))\rangle \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$;
4. $\mathcal{O} \cap \mathcal{L} = \{\langle \mathfrak{a}, \min(\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a})), \min(\mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a})), \max(\mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}))\rangle \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$;
5. $\mathcal{O}^c = \{\langle \mathfrak{a}, \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})\rangle \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$.

Cuong (2014) introduced normalizing Hamming distance measure for two PFSs. For $\mathcal{O}, \mathcal{L} \in \mathcal{PFS}(\mathfrak{O})$, the normalized Hamming distance is

$$\mathfrak{h}(\mathcal{O}, \mathcal{L}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[|\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i)|]\,. \quad (1)$$

3. RESULTS

In this section, the concept of subsethood measure of PFSs is presented by generalizing the subsethood measure of IFSs defined by Luo and Yu (2008). We introduce definition of subsethood measure on PFSs and propose some subsethood measures based on a distance measure between PFSs.

Definition 3.1. If the mapping $\mathcal{S}: \mathcal{PFS}(\mathfrak{O}) \times \mathcal{PFS}(\mathfrak{O}) \to [0,1]$ satisfies the following conditions, for all $\mathcal{O}, \mathcal{L}, \mathcal{G} \in PFS(\mathfrak{O})$:

(S1). $\mathcal{S}(\mathcal{O}, \mathcal{L}) = 1$ iff $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L}$

(S2). $\mathcal{S}(\mathcal{O}, \mathcal{L}) = 0$ if $\mathcal{O} = \Phi, \mathcal{L} = \emptyset$ where $\Phi = \langle x, 1,0,0\rangle, \emptyset = \langle x, 0,0,1\rangle$

(S3). If $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L} \subseteq \mathcal{G}$, then $\mathcal{S}(\mathcal{G}, \mathcal{O}) \leq \mathcal{S}(\mathcal{L}, \mathcal{O})$; and $\mathcal{S}(\mathcal{G}, \mathcal{O}) \leq \mathcal{S}(\mathcal{G}, \mathcal{L})$

then $\mathcal{S}(\mathcal{O}, \mathcal{L})$ is called the subsethood degree of $\mathcal{O}$ in $\mathcal{L}$ and $\mathcal{S}$ is called a subsethood measure on $\mathcal{PFS}(\mathfrak{O})$.

A function $\mathfrak{h}: \mathcal{PFS}(\mathfrak{O}) \times \mathcal{PFS}(\mathfrak{O}) \to [0, \infty)$ is a distance measure between PFSs. We use the distance measure between PFSs $\mathcal{O}$ and $\mathcal{O} \cap \mathcal{L}$, to get subsethood degree which $\mathcal{O}$ belongs to $\mathcal{L}$. The following theorem gives the subsethood measure based on distance measure.

Theorem 3.2. Let $\mathfrak{O}$ be a universal set. For $\mathcal{O}, \mathcal{L} \in \mathcal{PFS}(\mathfrak{O})$, the mapping

$$\mathcal{S}_a: \mathcal{PFS}(\mathfrak{O}) \times \mathcal{PFS}(\mathfrak{O}) \to [0,1], \mathcal{S}_a(\mathcal{O}, \mathcal{L}) = 1 - \frac{1}{2}\mathfrak{h}(\mathcal{O}, \mathcal{O} \cap \mathcal{L}) \tag{3}$$

is subsethood measures between PFSs expressing degree to which $\mathfrak{A}$ belong to $\mathfrak{B}$.

Proof. Let $\mathcal{O} = \{(\mathfrak{a}, \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})) \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$ and $\mathcal{L} = \{(\mathfrak{a}, \mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a})) \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$ be PFSs. We show that the mapping $\mathcal{S}_a$ satisfy the conditions in Definition 3.1.

(S1). If $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L}$, then $\mathcal{O} \cap \mathcal{L} = \{(\mathfrak{a}, \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a})) \mid \mathfrak{a} \in \mathfrak{O}\}$. In this case

$$\begin{aligned}
\mathcal{S}_a(\mathcal{O}, \mathcal{L}) &= 1 - \frac{1}{2}\mathfrak{h}(\mathcal{O}, \mathcal{O} \cap \mathcal{L}) \\
&= 1 - \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}\big[|\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{p}_{\mathcal{O}\cap\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{y}_{\mathcal{O}\cap\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i)| \\
&\quad + |\mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{n}_{\mathcal{O}\cap\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i)|\big] \\
&= 1 - \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}\big[|\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)|\big] \\
&= 1
\end{aligned}$$

(S2).

$$\begin{aligned}
\mathcal{S}_a(\Phi, \emptyset) &= 1 - \frac{1}{2}\mathfrak{h}(\Phi, \emptyset) \\
&= 1 - \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}[|1-0| + |0-0| + |0-1|] \\
&= 0
\end{aligned}$$

(S3). Since $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L} \subseteq \mathcal{G}$, $\mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \leq \mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}) \leq \mathfrak{p}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a}), \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \leq \mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}) \leq \mathfrak{y}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a})$ and $\mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}) \geq \mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}) \geq \mathfrak{n}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a})$. To prove that $\mathcal{S}_a(\mathcal{G}, \mathcal{O}) \leq \mathcal{S}_a(\mathcal{L}, \mathcal{O})$, we show that $\mathfrak{h}(\mathcal{G}, \mathcal{G} \cap \mathcal{O}) \geq \mathfrak{h}(\mathcal{L}, \mathcal{L} \cap \mathcal{O})$.

$$\begin{aligned}
\mathfrak{h}(\mathcal{G}, \mathcal{G} \cap \mathcal{O}) &= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\big[\big|\mathfrak{p}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{p}_{\mathcal{G}\cap\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)\big| + \big|\mathfrak{y}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{y}_{\mathcal{G}\cap\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)\big| + \big|\mathfrak{n}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{n}_{\mathcal{G}\cap\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)\big|\big] \\
&= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\big[\big|\mathfrak{p}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)\big| + \big|\mathfrak{y}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)\big| + \big|\mathfrak{n}_{\mathcal{G}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)\big|\big] \\
&\geq \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[|\mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{p}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{y}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{n}_{\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)|] \\
&= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[|\mathfrak{p}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{p}_{\mathcal{L}\cap\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{y}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{y}_{\mathcal{L}\cap\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)| + |\mathfrak{n}_{\mathcal{L}}(\mathfrak{a}_i) - \mathfrak{n}_{\mathcal{L}\cap\mathcal{O}}(\mathfrak{a}_i)|]
\end{aligned}$$

$$= \mathfrak{h}(\mathcal{L}, \mathcal{L} \cap \mathcal{O})$$

Similarly, it can be shown that $\mathcal{S}_a(\mathcal{G}, \mathcal{O}) \leq \mathcal{S}_a(\mathcal{G}, \mathcal{L})$.

Example 3.3. Let $\mathfrak{O} = \{\mathfrak{o}_1, \mathfrak{o}_2\}$. Suppose that

$$\mathcal{O} = \{(\mathfrak{o}_1, 0.8,0.1,0), (\mathfrak{o}_2, 0.1,0.3,0.2)\}$$
$$\mathcal{L} = \{(\mathfrak{o}_1, 0.2,0.1,0.7), (\mathfrak{o}_2, 0.3,0.2,0.5)\}.$$

It is clear that either $\mathcal{O} \subseteq \mathcal{L}$ or $\mathcal{L} \subseteq \mathcal{O}$. Since $\mathcal{S}_a(\mathcal{O}, \mathcal{L}) = 0.575$ and $\mathcal{S}_a(\mathcal{L}, \mathcal{O}) = 0.950$, we can say that $\mathcal{L}$ is much more a subset of $\mathcal{O}$.

4. Multicriteria Decision Making

Now we apply the proposed subsethood measure of PFSs for MCDM problem. The purpose in MCDM problems is to obtain an ideal choice from a set of all possible alternatives. Suppose that, we have a cluster of k alternatives $\mathcal{O} = \{\mathcal{O}_1, \mathcal{O}_2, \dots, \mathcal{O}_k\}$ and the set of n criteria $\mathcal{Y} = \{\mathcal{Y}_1, \mathcal{Y}_2, \dots, \mathcal{Y}_\ell\}$. In this problem, each alternatives $\mathcal{O}_i$ $(1 \leq i \leq k)$ is a PFS on $\mathcal{Y}$ that is $\mathcal{O}_i = \{(\mathcal{Y}_j, \mathcal{D}_{ij}) | \mathcal{Y}_j \in \mathcal{Y}, 1 \leq j \leq \ell\}$ where $\mathcal{D}_{ij} = (\mathfrak{p}_{ij}(\mathcal{Y}_j), \mathfrak{y}_{ij}(\mathcal{Y}_j), \mathfrak{n}_{ij}(\mathcal{Y}_j))$. Also, we consider $\mathcal{D} = [\mathcal{D}_{ij}]_{k \times \ell}$ is a PFS matrix is called PFS decision matrix.

There is a company that wants to invest in the renewable energy industry. There are four possible corporation to invest the money:
(1) $\mathcal{O}_1$ is a wind turbine corporation; (2) $\mathcal{O}_2$ is solar energy corporation; (3) $\mathcal{O}_3$ is hydro energy corporation.

The investment company would consider the following three criteria when take out risk assessment to select the corporation:
(1) $\mathfrak{a}_1$ is risk analysis; (2) $\mathfrak{a}_2$ is return on investment analysis; (3) $\mathfrak{a}_3$ is sustainability analysis.

An expert evaluated the three possible alternative with respect to the above three criteria obtained the following PFS decision matrix $\mathcal{D}$:

$$\mathcal{D} = \begin{bmatrix} \langle 0.20,0.10,0.70 \rangle & \langle 0.10,0.20,0.50 \rangle & \langle 0.30,0.60,0.10 \rangle \\ \langle 0.10,0,0.30 \rangle & \langle 0.50,0.10,0.20 \rangle & \langle 0.10,0.30,0.10 \rangle \\ \langle 0.60,0.40,0 \rangle & \langle 0.20,0,0.70 \rangle & \langle 0.30,0.40,0.50 \rangle \end{bmatrix}$$

Suppose that the PFS best solution $\mathcal{J}$ as the PFS $\langle \mathfrak{p}_{\mathcal{J}}(\mathfrak{a}_i), \mathfrak{y}_{\mathcal{J}}(\mathfrak{a}_i), \mathfrak{n}_{\mathcal{J}}(\mathfrak{a}_i) \rangle = \langle 1,0,0 \rangle$ for $i = 1,2,3$.
Now, we use the proposed subsethood measure to find the best alternative. Hence, we get the subsethood measure between the ideal alternative and others:
$\mathcal{S}_a(\mathcal{J}, \mathcal{O}_1) = 0.3833$, $\mathcal{S}_a(\mathcal{J}, \mathcal{O}_2) = 0.5167$ and $\mathcal{S}_a(\mathcal{J}, \mathcal{O}_3) = 0.4833$.
Thus, we have ranking $\mathcal{O}_2 > \mathcal{O}_3 > \mathcal{O}_1$. From this result, we say that the alternative $\mathcal{O}_2$ is the ideal alternative.

5. CONCLUSION

In this paper, we firstly presented the axioms of subsethood measure for PFSs. Also, we proposed a subsethood measure based on distance measure. Then, we applied the proposed subsethood measure to solve MCDM problem.

REFERENCES

Ashraf, S., Mahmood, T., Abdullah, S. et al. 2019. Different Approaches to Multi-Criteria Group Decision Making Problems for Picture Fuzzy Environment. *Bull Braz Math Soc, New Series* 50, 373–397. Doi. 10.1007/s00574-018-0103-y

Aydoğdu, A. 2015a. On Similarity and Entropy of Single Valued Neutrosophic Sets. *General Mathematics Notes*, 29 (1) (2015), 67-74.

Aydoğdu, A. 2015b. On Entropy and Similarity Measure of Interval Valued Neutrosophic Sets. *Neutrosophic Sets and Systems*, 9(2015), 47-49

Aydoğdu, A., Şahin, R. 2019. New Entropy Measures Based on Neutrosophic Set and Their Applications to Multi-Criteria Decision Making. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1), 40-45. Doi: 10.19113/sdufenbed.441089

Burillo, P. Bustince, H., 1996. Entropy on intuitionistic fuzzy sets and on interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy sets and systems*, 78 (3), 305316.

Cuong B.C. 2014. Picture fuzzy sets. *Journal of Computer Science and Cybernetics*, 30 (4), 409-420.

Cuong B.C., V. Kreinovich, 2013. "Picture fuzzy sets - A new concept for computational intelligence problems," *2013 Third World Congress on Information and Communication Technologies (WICT 2013)*, Hanoi, pp. 1-6. Doi: 10.1109/WICT.2013.7113099.

De Luca, A., Termini, S. 1972. A definition of nonprobabilistic entropy in the setting of fuzzy sets theory. Information and Control, 20(1972), 301–312

Dinh N.V., Thao N.X. 2018. Some Measures of Picture Fuzzy Sets and Their Application in Multi-attribute Decision Making. *International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC)*, 4 (3), 23-41. DOI: 10.5815/ijmsc.2018.03.03

Fan J., Xie W., Pei J. 1999. Subsethood measure: new definitions. *Fuzzy Sets and Systems*, 106 (2), 201-209. Doi: 10.1016/S0165-0114(97)00275-3

Hung, W.-L. and Yang, M.-S. 2006. Fuzzy entropy on intuitionistic fuzzy sets. *Int. J. Intell. Syst*., 21, 443-451. Doi:10.1002/int.20131

Hung, W.-L. and Yang, M.-S. 2008. On similarity measures between intuitionistic fuzzy sets. *Int. J. Intell. Syst.*, 23: 364-383. doi:10.1002/int.20271

Joshi R. 2020. A novel decision-making method using R-Norm concept and VIKOR approach under picture fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 147, 113228.

Luo Y., Yu C. 2008. A Fuzzy Optimization Method for Multi-criteria Decision-making Problem Based on the Inclusion Degrees of Intuitionistic Fuzzy Sets. *Journal of Information and Computing Science*, 3 (2), 146-152.

Qian Jiang, Xin Jin, Shin-Jye Lee, Shaowen Yao. 2019. A new similarity/distance measure between intuitionistic fuzzy sets based on the transformed isosceles triangles and its applications to pattern recognition. *Expert Systems with Applications*, 116, 439-453. Doi: 10.1016/j.eswa.2018.08.046

Rickard J. T., Aisbett J., Gibbon G. 2009. Fuzzy Subsethood for Fuzzy Sets of Type-2 and Generalized Type-n. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 17 (1), 50-60. Doi: 10.1109/TFUZZ.2008.2006369.

Singh A., Kumar S. 2020. A novel dice similarity measure for IFSs and its applications in pattern and face recognition. *Expert Systems with Applications*, 149, 113245. Doi: 10.1016/j.eswa.2020.113245

Son L.H. 2016. Generalized picture distance measure and applications to picture fuzzy clustering. Applied Soft Computing, 46, 284-295. Doi: 10.1016/j.asoc.2016.05.009

Szmidt, E. Kacprzyk, J., 2001. Entropy for intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy sets and systems*, 118 (3), 467-477.

Şahin, R., Küçük A. 2014. On Similarity and Entropy of Neutrosophic Soft Sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27 (5), 2417-2430. Doi: 10.3233/IFS-141211

Şahin, R., Küçük A. 2015. Subsethood measure for single valued neutrosophic sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 29 (2), 525-530. Doi: 10.3233/IFS-141304

Şahin, R. Cross-entropy measure on interval neutrosophic sets and its applications in multicriteria decision making. *Neural Comput & Applic*, 28, 1177–1187. Doi.10.1007/s00521-015-2131-5

Takáč Z. 2013. Inclusion and subsethood measure for interval-valued fuzzy sets and for continuous type-2 fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 224, 106-120. Doi: 10.1016/j.fss.2013.01.002

Takáč Z. 2016. Subsethood measures for interval-valued fuzzy sets based on the aggregation of interval fuzzy implications. *Fuzzy Sets and Systems*, 283, 120-139. Doi:10.1016/j.fss.2015.03.022

Thao, N.X. 2020. Similarity measures of picture fuzzy sets based on entropy and their application in MCDM. *Pattern Anal Applic.*, 23, 1203–1213. Doi: 10.1007/s10044-019-00861-9

Wang C., Zhou X., Tu H., Tao S. 2017. Some Geometric Aggregation Operators Based on Picture Fuzzy Sets and Their Application in Multiple Attribute Decision Making. *Italian Journal of Pure and Applied Mathematics*, 37, 477-492.

Wang, L., Zhang, H. Y. , Wang, J. Q. , & Li, L. 2018. Picture fuzzy normalized projection-based VIKOR method for the risk evaluation of construction project. *Applied Soft Computing*, 64, 216–226.

Wei C.-P., Wang P., Zhang Y.-Z. 2011. Entropy, similarity measure of interval-valued intuitionistic fuzzy sets and their applications. *Inform. Sci*., 181 (19), 4273-428. Doi: 10.1016/j.ins.2011.06.001

Wei, G. 2016. Picture fuzzy cross-entropy for multiple attribute decision making problems. *Journal of Business Economics and Management*, 17 (4), 491–502.

Wei, G. 2018. Some Similarity Measures for Picture Fuzzy Sets and Their Applications. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 15(1), 77-89. doi: 10.22111/ijfs.2018.3579

Ye, J., 2010. Multicriteria fuzzy decision-making method using entropy weights-based correlation coefficients of interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Applied Mathematical Modelling*, 34 (12), 3864-3870

Ye, J., 2014. Single valued neutrosophic crossentropy for multicriteria decision making problems. *Applied Mathematical Modelling*, 38(3), pp.1170-1175

Young V.R. 1996. Fuzzy subsethood. *Fuzzy Sets and Systems*, 77 (3), 371-384. Doi:10.1016/0165-0114(95)00045-3

Zadeh L. 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8 (3), 338-353.

BİLYALI DÖVÜLEN Ti6AL4V ALAŞIMININ GRİT PÜSKÜRTME İLE YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN MODİFİKASYONU

Yasemin Yıldıran Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
yaseminyildiran89@gmail.com

Okan Yetik
Manchester Üniversitesi, Malzeme Bilimleri Okulu
oknyetik@gmail.com

Mert Güney
Nazarbayev Üniversitesi, Mühendislik ve Dijital Bilimler Okulu, İnşaat ve Çevre Mühendisliği
mert.guney@nu.edu.kz

Tamer Sınmazçelik
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
tamersc@yahoo.com

Egemen Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv Meslek Yüksek Okulu,
Makine ve Metal Teknolojileri
avcuegemen@gmail.com

Özet
Ti6Al4V alaşımının başta yorulma olmak üzere mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla uygulanan bilyalı dövme işlemi, alaşımın bazı yüzey özellikleri üzerinde aşırı pürüzlülük artışı gibi olumsuz etkiler meydana getirebilmektedir. Bu çalışmada farklı parametreler (bilya boyutu ve dövme süresi) kullanılarak bilyalı dövülen Ti6Al4V alaşımına farklı parametreler altında (püskürtme basıncı ve aşındırıcı partikül çarpma açısı) grit püskürtme işlemi uygulanmıştır. Bu işlemler sonrasında bilyalı dövme işlem parametrelerinin ve grit püskürtme işlem parametrelerinin Ti6Al4V alaşımının yüzey özellikleri üzerinde etkilerinin anlaşılması amaçlanmıştır. Grit püskürtme işlemi sonrasında alaşımın bilyalı dövme ile artan ortalama çizgisel pürüzlülük değerleri önemli miktarda azalmıştır. İşlem esnasında tüm numunelerde mikro sürme ve mikro kesme aşınma mekanizmaları ile yüzey modifikasyonunun gerçekleştiği ve yüzeylere aşındırıcı partiküllerin saplandığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, grit püskürtme ile bilyalı dövülmüş alaşımın yüzey özelliklerinin şekillendirilebileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilyalı dövme; Biyomedikal uygulamalar; Erozif aşınma; Havacılık uygulamaları; Titanyum alaşımları; Yüzey mühendisliği

MODIFICATION OF SURFACE PROPERTIES OF SHOT PEENED TI6AL4V ALLOY BY GRIT BLASTING

Abstract
Shot peening is commonly used to improve the mechanical properties of Ti6Al4V alloy (especially fatigue); however, it may have negative effects on some surface properties of the alloy such as excessive roughness increase. In the present study, grit blasting was applied under different parameters (blasting pressure, abrasive particle impact angle) to Ti6Al4V alloy shot peened under different parameters (shot size, peening duration). After these processes, it is aimed to understand the effects of shot peening and grit blasting parameters on the surface properties of Ti6Al4V alloy. After grit blasting, the increased average linear roughness values of the alloy with shot peening decreased significantly. During the process, it was determined that the modification of the surface occurs by micro ploughing and micro cutting wear mechanisms, and abrasive particles were embedded onto the

surface. To sum up, it has been demonstrated that the surface properties of the shot-peened alloy could be effectively tailored by grit blasting.

Keywords: Aerospace applications; Biomedical applications; Erosive wear; Shot peening; Surface engineering; Titanium alloy

1. GİRİŞ

Mühendislik malzemelerinde hasarın genellikle yüzeyden başladığı ve yüzey altına ilerlediği göz önünde bulundurulduğunda malzemelerin yüzey özelliklerinin geliştirilmesinin önemi gün geçtikçe artmaktadır (Karaoglanli, 2015, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018). Bilyalı dövme, genellikle değişken yüklemeler altında çalışan mühendislik malzemelerinin yorulma davranışlarının geliştirilmesi amacıyla uygulanan mekanik bir yüzey işlemidir. (Avcu, 2017). Bilyalı dövme işlemi ile basınçlı hava yardımı ile hızlandırılan yüksek sertlikteki bilyaların tekrarlı bir şekilde malzeme yüzeyine çarptırılması ile malzemenin yüzey ve yüzey altı mikroyapısal özelliklerin ve mekanik özelliklerin geliştirilmesi amaçlanır. Bu yöntem ile mühendislik malzemelerinin; i) yüzey morfolojisi ve topografyası, ii) yüzey ve yüzey altı mikroyapısal özellikleri (tane boyutu ve oryantasyonu gibi), iii) dislokasyon yoğunluğu ve iv) yüzey ve yüzey altında görülen kalıntı gerilme profili gibi çok sayıda mikroyapısal, mekanik ve yüzey özelliği değişim göstermektedir (Wagner ve ark., 2011, Ahmed ve ark., 2015, Ahmed ve ark., 2016, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018, Unal ve ark., 2019). Bilyalı dövme özellikle düşük maliyeti ve yüksek uygulanabilirliği ile endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir (Amanov ve ark., 2012, Ganesh ve ark., 2012, Ganesh ve ark., 2014).

Titanyum ve alaşımları, özellikle Ti6Al4V alaşımı, yüksek spesifik mekanik özellikleri, biyouyumlulukları, korozyon dayanımları ve yüksek sıcaklık özellikleri ile biyomedikal ve havacılık uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ganesh ve ark., 2012, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018, Zhou ve ark., 2019). Ancak titanyum alaşımlarının zayıf tribolojik özellikleri ve özellikle kayma gerilmeleri altında görece zayıf mekanik özellikleri kullanım alanlarını sınırlanmaktadır (Ganesh ve ark., 2012, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018, Unal ve ark., 2019, Zhou ve ark., 2019). Literatürde titanyum alaşımlarının yüzey ve yüzey altı mikroyapısal özelliklerinin modifiye edilerek geliştirilmesi üzerine çalışmalara olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Zhecheva ve ark., 2005).

Yüksek pürüzlülük değerlerinin bilyalı dövmenin yüzey ve yüzey altında yarattığı pozitif etkinin önüne geçerek malzemenin yorulma dayanımını azaltıcı etki yaratabileceği literatürde belirtilmiştir (Ünal, 2015). Bu nedenle araştırmacılar bilyalı dövme işleminden sonra tekrar kısa süreli veya farklı boyutta bilyalar kullanarak bilyalı dövme, kumlama vb. işlemleri uygulayarak yüzey pürüzlülüğünü azaltmayı hedeflemektedir (Ünal 2015, Bagherifard ve Guagliano, 2012). Özellikle biyomedikal uygulamalarda kullanılan Ti6Al4V alaşımı altlık malzemelerde yüksek mikromekanik bağlanma için yüzey pürüzlülük değerinin belirli bir aralıkta (1-2 μm) olması gerekmektedir. Bu noktada bilyalı dövme ile bozulan yüzey özelliklerinin (özellikle yüzey morfolojisi ve pürüzlülüğü) uygulanacak bir grit püskürtme işlemi ile modifiye edilerek tekrar arzu edilen seviyeye getirilmesi önem arz etmektedir (Ganesh ve ark., 2012, Pattanaik ve ark., 2012). Bu neden ile bilyalı dövme sonrası uygulanan bir grit püskürtme yöntemi ile alaşımın yüzey özelliklerinin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada özel olarak tasarlanan CNC kontrollü bilyalı dövme test düzeneği kullanılarak farklı parametreler altında Ti6Al4V alaşımına bilyalı dövme uygulanmış, bilyalı dövme işleminin ve parametrelerinin bilyalı dövme işlemleri sonrası uygulanan grit püskürtme işlemi ile birlikte alaşımın yüzey özelliklerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan Ti6Al4V alaşımı çubuk (Ø 20) olarak temin edilmiştir. Bilyalı dövme deneyleri öncesi, Ti6Al4V alaşımı çubuk yarı otomatik şerit testere ile 10 mm kalınlığında kesilmiş ve zımparalanmıştır. Bilyalı dövme için iki farklı boyutta (0,09-0,14 ve 0,7-1 mm çapında) paslanmaz çelik bilya temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Bilyalı dövme işlemi

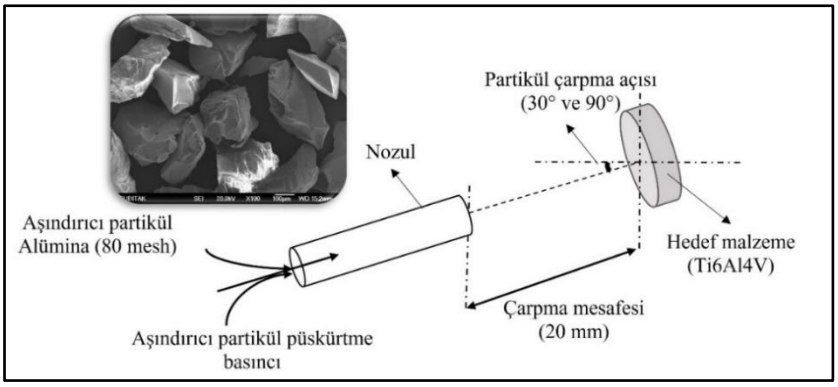
Bilyalı dövme işlemleri özel olarak tasarlanan CNC kontrollü bilyalı dövme test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. CNC kontrollü bilyalı dövme test cihazı ile kritik dövme parametreleri (bilya püskürtme basıncı, çarpma açısı, nozul mesafesi, dövme süresi) yüksek hassasiyet ile kontrol edilerek dövme işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Çalışma kapsamında numunelere Tablo 1'de verilen parametreler kullanılarak dövme işlemi uygulanmıştır.

Tablo 1. Bilyalı dövme parametreleri

Parametreler	S10, 5 dk	S60, 5 dk	S60, 15 dk
Bilya türü	S10 (0,09-0,14 mm)	S60 (0,7-1 mm)	S60 (0,7-1 mm)
Püskürtme basıncı (bar)	7	7	7
Çarpma açısı (°)	90	90	90
Süre (dk)	5	5	15

2.2.1. Grit püskürtme işlemleri

Numuneler bilyalı dövüldükten sonra grit püskürtme işleminin temelini oluşturan bir katı partikül erozyonu test düzeneği kullanılarak grit püskürtme işlemine (Şekil 1). Grit püskürtme işleminde kullanılan parametreler Tablo 2'de verilmiştir. İşlem sonrası numunelerin ağırlık kaybı 0.0001 g hassasiyetinde hassas terzi kullanılarak belirlenmiştir. Bilyalı dövüldükten sonra grit püskürtülen numunelerin yüzeyleri Tescan Vega 2 taramalı elektron mikroskobu ve cihaza ekli Bruker Quantax EDS dedektörü ile incelenmiştir.



Şekil 1. Grit püskürtme işlemi testi şematik gösterimi

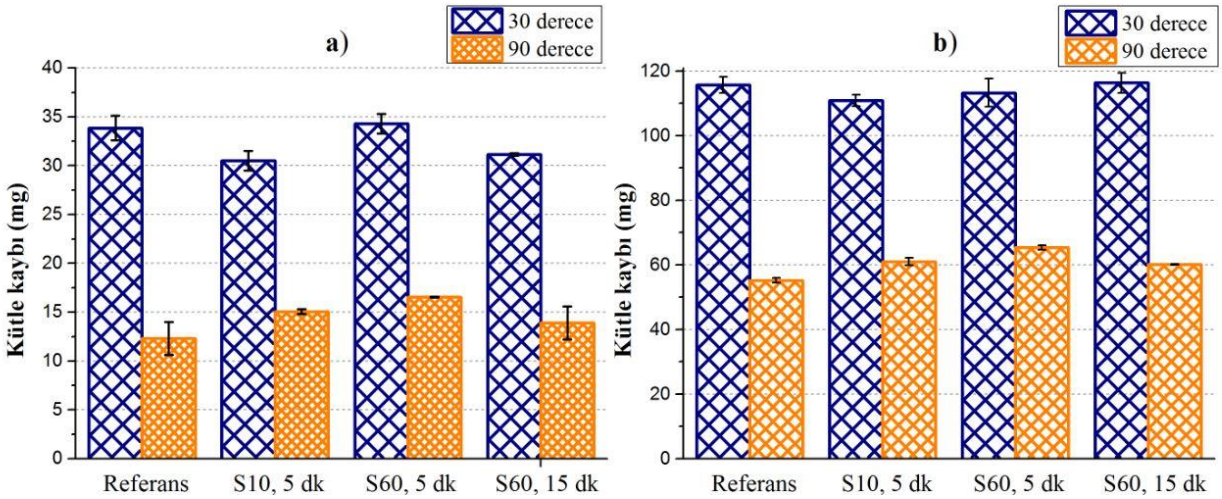
Tablo 2. Grit püskürtme işlem parametreleri

Aşındırıcı partikül	Alümina (Al_2O_3)
Aşındırıcı partikül boyutu (mesh)	80
Partikül püskürtme basıncı (bar)	1,5 ve 4
Partikül çarpma açısı (º)	30 ve 90
Süre (s)	30
Nozul çapı (mm)	10
Nozul mesafesi (mm)	20

3. SONUÇLAR

3.1. Grit Püskürtme Sonrası Ağırlık Kaybı

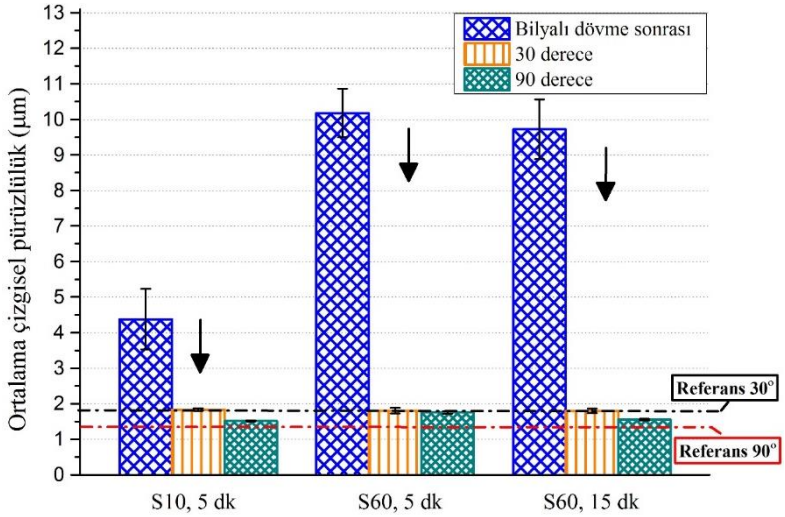
Grit püskürtme testleri sonrasında, 30° partikül çarpma açısında gerçekleşen ağırlık kaybının, 90° çarpma açısına kıyasla tüm numunelerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 2) (Avcu ve ark., 2015, Avcu ve ark., 2014, Önen ve ark., 2015). Partikül püskürtme basıncının artması ile numunelerde ağırlık kaybının arttığı belirlenmiştir. Bilyalı dövülen numunelerin ve kontrol numunesinin ağırlık kaybı değerlerinin yakın olduğu belirlenmiştir



Şekil 2. Farklı püskürtme basıncı ve çarpma açılarında grit püskürtme sonrası ağırlık kaybı: a) 1,5 bar, b) 4 bar.

3.1. Grit Püskürtme Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü

Şekil 3 incelendiğinde bilyalı dövme sonrası pürüzlülük değerlerinin (yaklaşık 10 µm) grit püskürtme uygulaması ile düştüğü (yaklaşık 2 µm) görülmüştür. Dövülmemiş referans Ti6Al4V alaşımının ise ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri grit püskürtme sonrası yaklaşık 2 µm değerine ulaşmıştır. Grit püskürtme sonrası bilyalı dövülen ve referans numunelerin pürüzlülük değerlerinin birbirine yakın değerde olduğu ve 30° partikül çarpma açısında yüzeylerin biraz daha pürüzlü olduğu belirlenmiştir. Ti6Al4V alaşımı için partikül çarpma açısına bağlı yüzey pürüzlülük değerinde değişim olduğu, 30°-45° partikül çarpma açılarında pürüzlülük değerinin 90° çarpma açısına göre daha yüksek değerde olduğu belirtilmiştir (Avcu ve ark., 2014, Kaplan ve ark., 2018, Dong ve ark., 2019).



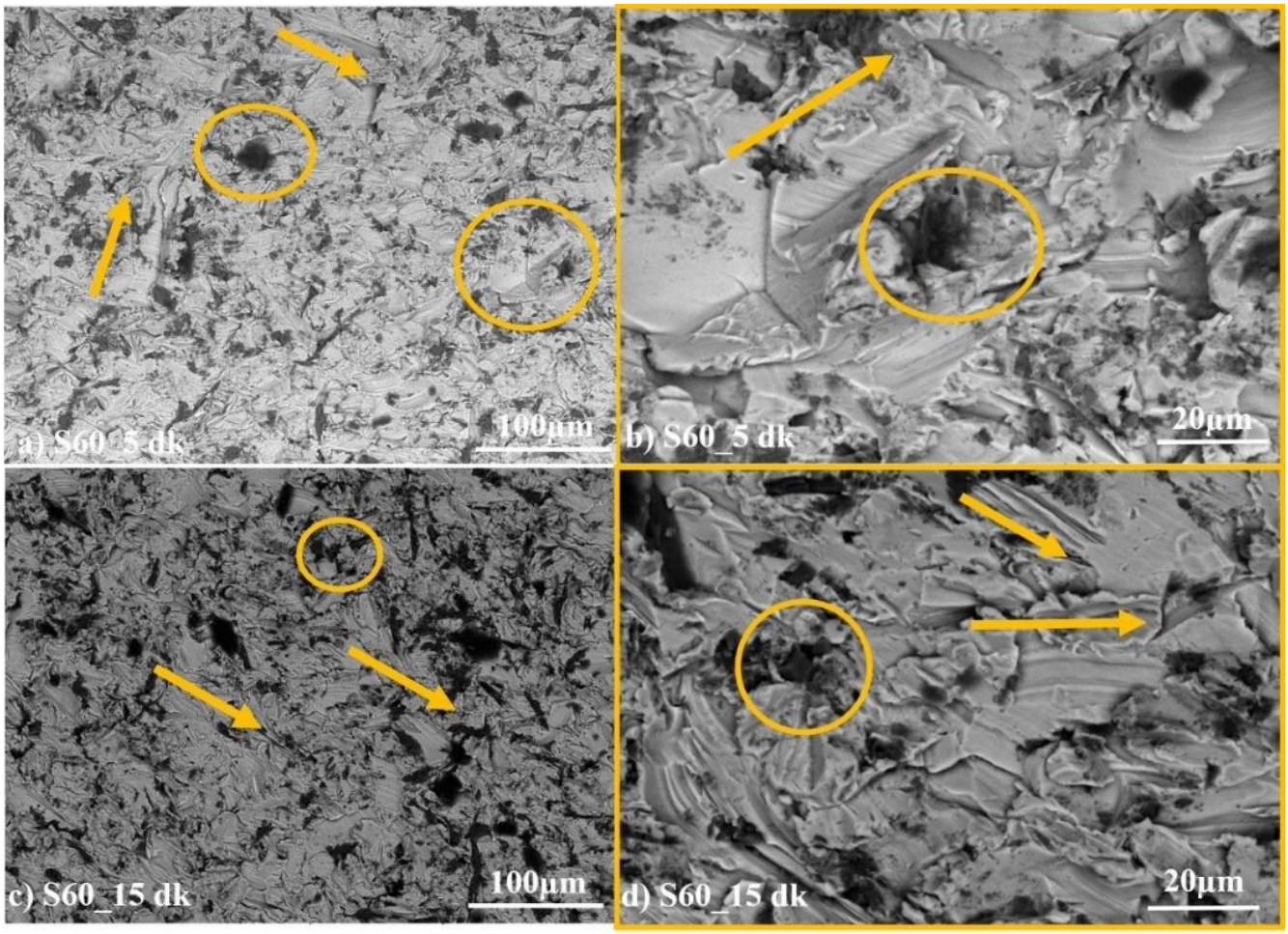
Şekil 3. Bilyalı dövülen yüzeylerin grit püskürtme sonrası pürüzlülük değişimi (1,5 bar bilya püskürtme basıncı).

3.2. Grit Püskürtme Sonrası Yüzey Morfolojisinin İncelenmesi

Grit püskürtme sonrası yüzeyde malzeme kaybına ve plastik deformasyona yol açan etkin aşınma mekanizmalarının belirlenmesi amacıyla SEM çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Şekil 4'te, aşındırıcı partiküllerin yüzeye 30º açı ile çarpmaları sonucunda yüzeyde oluşan mikrosürme ve mikrokesme mekanizmaları görülmektedir (Balyalı ve ark., 2014, Avcu ve ark., 2015, Avcu ve ark., 2016, Avcu ve ark., 2012, Avcu ve ark., 2013, Kanesan ve ark., 2019, Yaer ve ark., 2019). Özellikle yüksek büyütmelerde verilen SEM görüntülerinde (Şekil 4-b ve d) keskin kenarlı aşındırıcı partiküllerin yüzeyde oluşturduğu mikro kesme izleri dikkat çekmektedir. Bu mekanizmalar genellikle metal ve polimer gibi sünek malzemelerde düşük partikül çarpma açılarında görülen ve malzeme yüzeyinde

yüksek miktarda malzeme kaybına neden olan önemli erozif aşınma mekanizmalarıdır (Balyalı ve ark., 2014, Avcu ve ark., 2016, Avcu ve ark., 2013, Lin ve ark., 2018). Bu aşınma mekanizmalarının etkin olarak görülmesi yüzeyde gerek malzeme kaybı gerekse aşırı plastik deformasyon nedeniyle vadi ve tepeciklerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu noktada bir önceki bölümde tartışılan 30°' lik partikül çarpma açısında meydana gelen yüksek kütle kaybı ve yüzey pürüzlülük değerleri ile yüzey morfolojilerinin ve etkin aşınma mekanizmalarının örtüştüğü sonucuna varılabilir.

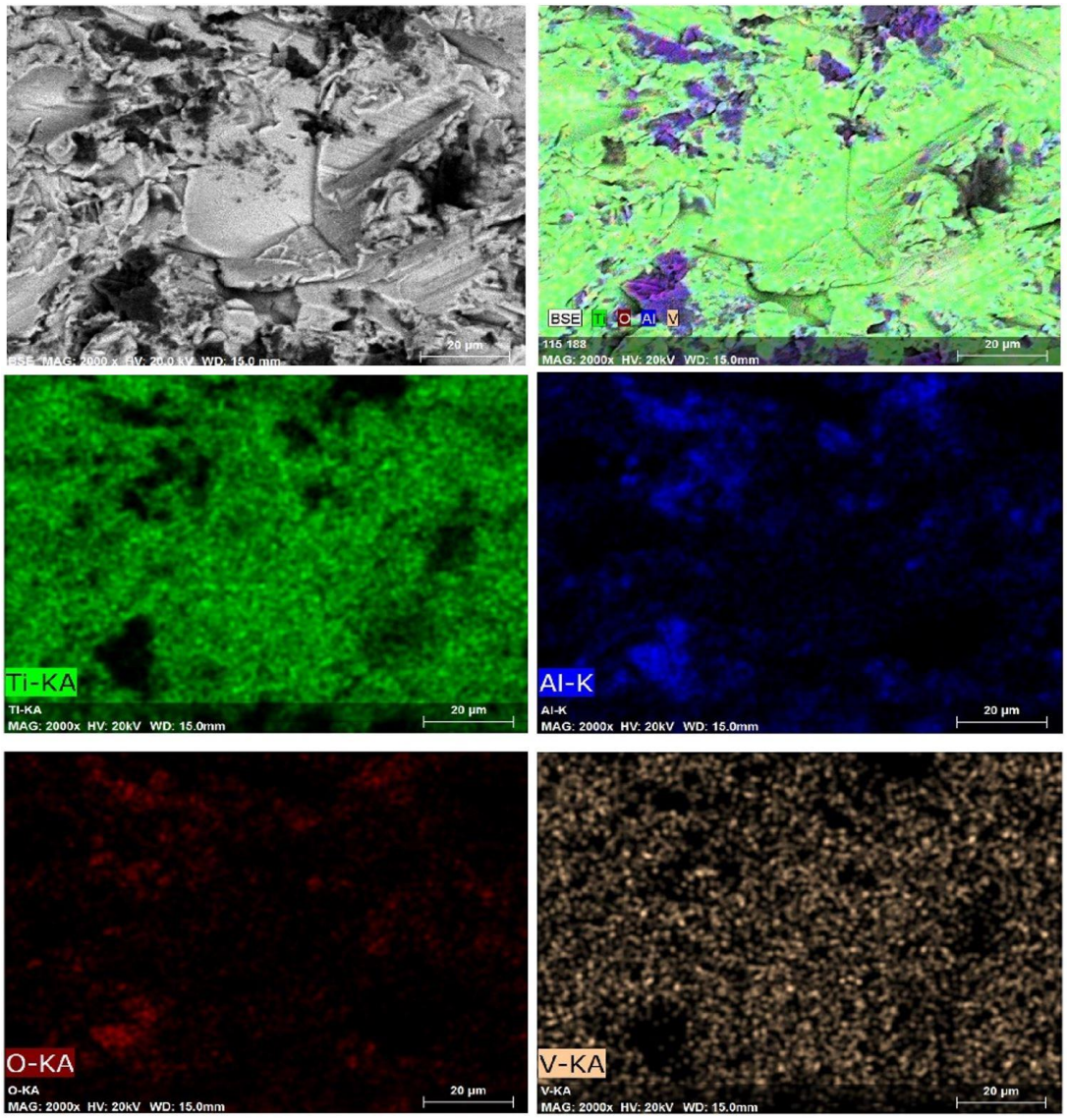
SEM incelemelerinde aşındırıcı partiküllerin yüzeye 30º çarpma açısında çarpmaları ile oluşan aşınma izleri görünmektedir (Şekil 4). Aşınma izlerinin oluşturan temel aşınma mekanizmaları mikrosürme ve mikrokesme mekanizmalarıdır. Farklı bilyalı dövme süreleri sonrasında aşındırılan malzeme yüzey morfolojileri incelendiğinde bilyalı dövme süresinin aşınma mekanizmaları üzerinde herhangi bir etkinliği bulunmadığı sonucuna varılabilir (Şekil 4).



Şekil 4. Grit püskürtme sonrası yüzeylerin morfolojik incelemeleri a) ve b) S60_5dk, c) ve d) S60_ 15dk
(Grit püskürtme parametreleri; 1,5 bar partikül püskürtme basıncı, 30° partikül çarpma açısı)

Şekil 5'te yüzeyde yer alan farklı kontrastlardaki yapıların EDS haritalama ile yüzeye saplanan ve gömülen aşındırıcı alümina partikülleri olduğu belirlenmiştir. Aydınlık kontrastlı bölgeler ise Ti6Al4V alaşımıdır. Grit püskürtme ve erozif aşınma esnasında yüzeye aşındırıcı partiküllerin gömülmesi literatürde özellikle titanyum alaşımları gibi sünek metaller için sıklıkla belirtilmiştir (Avcu ve ark., 2015, Avcu ve ark., 2013). Partikül gömülmesi keskin köşeli aşındırıcıların sahip oldukları yüksek momentum nedeniyle kendilerine göre nispeten sünek hedef malzeme yüzeyine aşınma esnasında saplanmaları ve arkalarından gelen diğer aşındırıcı partiküllerin darbeleri ile parçalanarak hedef malzeme yüzeyine gömülmeleri ile açıklanmıştır. Partikül gömülmesi için en önemli faktörler aşındırıcı partikülün yüzeye saplanmasını sağlayacak keskin köşe ve kenarlarının bulunması ve hedef

malzemeye göre nispeten daha yüksek bir sertlik değerine sahip olmaları olarak açıklanabilir (Balyalı ve ark., 2014). Şekil 5'te grit püskürtme işleminin temelini oluşturan katı partikül erozyonunun kaçınılmaz bir sonucu olarak yüzeye saplanan çok sayıda aşındırıcı partikül dikkat çekmektedir (Avcu ve ark., 2015, Lin ve ark., 2018, Hadavi ve ark., 2019).



Şekil 0. Grit püskürtme sonrası yüzeylerin EDS analizi ile haritalanması (bilyalı dövme parametreleri; S60, 5dk, grit püskürtme parametreleri; 1,5 bar partikül püskürtme basıncı, 30° partikül çarpma açısı)

4. TARTIŞMA

Bilyalı dövme işleminin Ti6Al4V alaşımının grit püskürtme sonrası ağırlık kaybı üzerinde bir etkisi olmadığı, bilyalı dövülen ve dövme işlemi uygulanmayan numunelerde farklı grit püskürtme parametrelerinde (çarpma açısı (30° ve 90°) ve püskürtme basıncı (1,5 ve 4 bar)) benzer değerler gösterdiği belirlenmiştir.

Dövülmemiş Ti6Al4V alaşımının grit püskürtme işlemi sonrası partikül çarpma açısına bağlı yüzey pürüzlülük değerinde değişim olduğu, 30°- 45° partikül çarpma açılarında pürüzlülük değerinin 90° çarpma açısına göre daha yüksek değerde olduğu belirtilmiştir. Bilyalı dövülen Ti6Al4V alaşımı numunelerin grit püskürtme ile yüzey pürüzlülüklerinin önemli oranda azalarak dövülmemiş numunenin yüzey pürüzlülüğüne yaklaştığı, ancak 30° partikül çarpma açısında yüzeylerin biraz daha pürüzlü olduğu belirlenmiştir.

Farklı bilyalı dövme sürelerinde dövülen numunelerin grit püskürtme sonrası yüzey morfolojileri incelendiğinde bilyalı dövme süresinin etkin aşınma mekanizmaları üzerine herhangi bir etkinliğinin bulunmadığı, yüzeylerde mikro kesme ve mikro sürme hasar mekanizmalarının baskın olarak gerçekleştiği (30° partikül çarpma açısında) belirlenmiştir. Bu noktada kütle kaybı ve yüzey pürüzlülük değerleri ile yüzey morfolojilerinin ve etkin aşınma mekanizmalarının örtüştüğü sonucuna varılmıştır. Diğer yandan grit püskürtme esnasında aşındırıcı partiküllerin yüzeye saplanma eğiliminde olduğu, ancak literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde bu durumun işlemin kaçınılmaz bir sonucu olduğu anlaşılmıştır.

Bilyalı dövme başta yorulma özelliklerinin geliştirilmesi için Ti6Al4V alaşımlarına sıklıkla uygulanmakta, ancak işlem sonrası alaşımın yüzey özelliklerinde aşırı plastik deformasyon nedeniyle ciddi bozulmalar meydana geldiği bilinmektedir. Bu çalışmada bilyalı dövme sonrası uygulanan bir grit püskürme işlemi ile bu olumsuz özelliklerin iyileştirilmesi ve grit püskürtme işleminin ve işlem parametrelerinin farklı bilyalı dövme parametrelerinde dövülen alaşımının yüzey özelliklerine olan etkileri açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Sonuç olarak çalışmada öne sürülen metodolojinin bilyalı dövülen Ti6Al4V alaşımının özellikle yüzey pürüzlülük değerlerinin yeniden şekillendirilmesi ve endüstriyel uygulamalar için istenilen değerlere getirilmesi amacıyla başarılı bir şekilde uygulanabileceği ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 2017/049 numaralı proje desteği veren Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (KOU-BAP) desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. SEM incelemelerine katkısından dolayı başta Arş. Gör. Dr. Fatih Erdem Baştan ve Prof. Dr. Fatih Üstel olmak üzere tüm Sakarya Üniversitesi TESLAB ekibine, CNC kontrollü bilyalı dövme tasarımı ve imalatındaki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Hürol Koçoğlu ve Kadir Numal' a, deneysel çalışmalarda verdikleri destekten dolayı Berkay Gönül ve Ahmet Burak Çubuk'a, teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

AHMED, A. A., MHAEDE, M., ve ark. (2015), The Effect of Shot Peening Parameters and Hydroxyapatite Coating on Surface Properties and Corrosion Behavior of Medical Grade AISI 316L Stainless Steel, *Surface and Coatings Technology* 280, 347-358.

AHMED, A. A., MHAEDE, M., ve ark. (2016), Effect of Micro Shot Peening on The Mechanical Properties and Corrosion Behavior of Two Microstructure Ti–6Al–4V Alloy, *Applied Surface Science* 363, 50-58.

ALIKHANI CHAMGORDANI, S., MIRESMAEILI, R., ve ark. (2018), Improvement in Tribological Behavior of Commercial Pure Titanium (CP-Ti) by Surface Mechanical Attrition Treatment (SMAT), *Tribology International* 119, 744-752.

AMANOV, A., CHO, I.-S., ve ark. (2012), Fretting Wear and Friction Reduction of CP Titanium and Ti–6Al–4V Alloy by Ultrasonic Nanocrystalline Surface Modification, *Surface and Coatings Technology* 207, 135-142.

AVCU, E. (2017), Surface Properties of AA7075 Aluminium Alloy Shot Peened, *Acta Materialia Turcica* 1, 3-10.

AVCU, E., FIDAN, S., ve ark. (2012), Türkiye'de Enerji Nakil Hatlarında Kullanılan AA-1070 ile AA-6101 Alaşımlarının Katı Partikül Erozyon Davranışlarının Karşılaştırılması, *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 27(4), 865-874.

AVCU, E., FIDAN, S., ve ark. (2013), Solid Particle Erosion Behaviour of Ti6Al4V Alloy, *Tribology - Materials, Surfaces & Interfaces* 7(4), 201-210.

AVCU, E., YILDIRAN, Y., ve ark. (15-19 Haziran 2015). Investigation of Erodent Particle Embedding in Solid Particle Erosion of Ti6Al4V Alloy. *Advances and Trends in Engineering Materials and Their Applications*, Montreal, Kanada.

AVCU, E., YILDIRAN, Y., ve ark. (20-24 Haziran 2016). The Influences of The Erodent Particle Size Distribution on The Solid Particle Erosion of Ti6Al4V Alloy. *28. International Conference on Advances and Trends in Engineering Materials and their Applications* Montreal, Kanada.

AVCU, E., YILDIRAN, Y., ve ark. (2014), Influences of Particle Impingement Angle and Velocity on Surface Roughness, Erosion Rate, and 3D Surface Morphology of Solid Particle Eroded Ti6Al4V Alloy, *Acta Physica Polonica A* 125(2), 541-543.

BAGHERIFARD, S. ve GUAGLIANO, M. (2012), Fatigue Behavior of A Low-Alloy Steel with Nanostructured Surface Obtained by Severe Shot Peening, *Engineering Fracture Mechanics* 81, 56-68.

BALYALI, H. A., KOÇOĞLU, H., ve ark. (15-17 Ekim 2014). The Effects of Erodent Particle Properties on The Erosion Behaviour of Ti6Al4V Alloy. *15 . Uluslararası Malzeme Sempozyumu*, Denizli, Turkiye.

DONG, M., WANG, C., ve ark. (2019), Enhanced Solid Particle Erosion Properties of Thermoplastic Polyurethane-Carbon Nanotube Nanocomposites, *Macromolecular Materials and Engineering* 304(5).

GANESH, B. K. C., RAMANAIAH, N., ve ark. (2012), Effect of Surface Treatment on Tribological Behavior of Ti-6Al-4V Implant Alloy, *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering* 11, 735-743.

GANESH, B. K. C., SHA, W., ve ark. (2014), Effect of Shotpeening on Sliding Wear and Tensile Behavior of Titanium Implant Alloys, *Materials & Design* 56, 480-486.

HADAVI, V., ARANI, N. H., ve ark. (2019), Numerical and Experimental Investigations of Particle Embedment During The Incubation Period in The Solid Particle Erosion of Ductile Materials *Tribology International* 129, 38-45.

KANESAN, D., MOHYALDIN, M. E., ve ark. (2019), An Experimental Study on The Erosion of Stainless Steel Wire Mesh Sand Screen Using Sand Blasting Technique, *Journal of NAtural Gas Science and Engineering* 65, 267-274.

KAPLAN, M., UYANER, M., ve ark. (2018), Solid particle erosion behavior of thermal barrier coatings produced by atmospheric plasma spray technique, *Mechanics of Advanced Materials and Structures* 26(19), 1606-1612.

KARAOGLANLI, A. C. (2015), Effect of Severe Air-Blast Shot Peening on The Wear Characteristics of CP Titanium, *Materiali in tehnologije* 49(2), 253-258.

LIN, N., ARABNEJAD, H., ve ark. (2018), Experimental Study of Particle Size, Shape and Particle Flow Rate on Erosion of Stainless Steel, *Powder Technology* 336, 70-79.

ÖNEN, B., YILDIRAN, Y., ve ark. (2015), Investigation of the Effects of Erosion Test Parameters on the Particle Impengement Velocity by Using CFD Analysis, *Acta Physica Polonica A* 127(4), 1225-1229.

PATTANAIK, B., PAWAR, S., ve ark. (2012), Biocompatible Implant Surface Treatments, *Indian Journal of Dental Research* 23(3), 398-406.

ÜNAL, O., KARAOGLANLI, A. C., ve ark. (2019), Wear Behavior of Severe Shot Peened and Thermally Oxidized Commercially Pure Titanium, *Advanced Structured Materials* 92, 461-470.

ÜNAL, O. (2015) Aşırı Plastik Deformasyonun Metalik Malzemelerde Difüzyon Karakteristiklerine Etkisi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

WAGNER, L., MHAEDE, M., ve ark. (2011), Surface Layer Properties and Fatigue Behavior in Al 7075-T73 and Ti-6Al-4V, *International Journal of Structural Integrity* 2(2), 185-199.

YAER, X., SHIMIZU, K., ve ark. (2019), Surface Deformation Micromechanics of Erosion Damage at Different Angles and Velocities for Aero-Engine Hot-End Components *Wear* 426-427, 527-538.

ZHECHEVA, A., SHA, W., ve ark. (2005), Enhancing the Microstructure and Properties of Titanium Alloys Through Nitriding and Other Surface Engineering Methods, *Surface and Coatings Technology* 200(7), 2192-2207.

ZHOU, J., SUN, Y., ve ark. (2019), Effect of Laser Peening On Friction And Wear Behavior Of Medical Ti6Al4V Alloy, *Optics & Laser Technology* 109, 263-269.

INSIGHTS INTO THE BIODIESEL DERIVED FROM HEMP (*CANNABIS SATIVA* L.) SEED OIL AS AN IMPORTANT RAW MATERIAL AND ITS FUEL CHARACTERISTICS

Zeki YILBAŞI
Yozgat Bozok University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Automotive Technology
zeki.yilbasi@bozok.edu.tr Orcid Id:0000-0002-5906-3538

Murat Kadir YEŞİLYURT
Yozgat Bozok University, Faculty of Engineering-Architecture, Department of Mechanical Engineering
kadir.yesilyurt@bozok.edu.tr Orcid Id: 0000-0003-0870-7564

Mevlüt ARSLAN
Yozgat Bozok University, Faculty of Engineering-Architecture, Department of Mechanical Engineering
mevlut.arslan@bozok.edu.tr Orcid Id:0000-0003-4415-6202

Abstract
Due to the enhancement of industrialization along with the modernization resulting from a jump of the population, the requisition for petroleum-based sources has swiftly ascended all over the world. In this context, the development of the economy has caused a considerable demand for energy in which the main percentage of that energy has been supplied from fossil-based resources like coal, natural gas, and especially petroleum. On the other hand, many researchers have paid attention to look into alternative fuels that can be derived from renewable raw materials available and cultivated within the countries because of the finite reserves of the aforementioned fossil-based fuels. Amongst the alternative fuels used in compression-ignition engine applications, there is a great potential of biodiesel owing to its environmental advantageous and it can be produced from renewable and sustainable feedstocks such as vegetable oils, animal fats, or their wastes. Although there are various types of production methods (dilution, micro-emulsification, pyrolysis, and transesterification) so as to get biodiesel, the most frequently preferred technique is the transesterification where the triglycerides react with the alcohol in the presence of a catalyst. This paper presents a critical review regarding the evaluation of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil in the derivation of biodiesel and its fuel characteristics. The hemp, which has been produced and used in the Anatolian lands for centuries, has recently reached a level of extinction. As is well-known, the consumption of the hemp seed oil by people as food in Turkey is limited even though the hemp seeds possess high oil concentration, varied from 25% to 35%. The outcomes coming from the present examination resulted in that the production of biodiesel from hemp seed oil is conceivable and the literature survey set out comparable fuel characteristics with those of conventional diesel fuel.

Keywords: Biodiesel, hemp seed oil, fuel characteristics, transesterification.

1. Introduction

The increasing energy demand, which has become one of the most important global issues in the current century, and the environmental pollution problem caused by it have been still waiting to be solved (Leung et al., 2010). This problem is gradually increasing with the socio-economic rise, especially in developing countries. Consistent and sustainable fuel supply is essential for the development of countries. In fact, in the year 2018, the oil consumption increased by an average of 1.4 million barrels per day or approximately 1.5%, which can be met by increasing daily global oil production by 2.2 million barrels (BP, 2019). Furthermore, fossil-based fuels are not included in the underground resource diversity of each country. The oil import, that needed to be done due to limited energy resources, lead to serious financial problems in the national economies. The energy crisis that took place in the 1970s and two successive “oil crises” in the same years had many social and

economic effects all around the world, which has also revolutionized energy consumption trends in the world since then (Rajaeifar et al., 2017).

In addition to economic and environmental reasons, the possibility of oil depletion in the near future has led to the search for a sustainable and environmentally friendly fuel as an alternative to fossil-based fuels (Ullah et al., 2014a; Gülüm and Bilgin, 2015; Ağbulut et al., 2020). Due to severe political unrest in crude oil-producing countries and long-term economic embargoes in some countries, challenging problems have been faced in order to keep the fuel supply chain economically sustainable. Besides these problems, countries have focused on finding locally available, cost-effective, and sustainable alternative fuel sources (İlkılıç and Aydin, 2011; Ağbulut and Bakir, 2019; Anwar et al., 2019; Karagöz et al., 2020; Khanlari et al., 2020).

Researchers need to include a number of problems such as the ever-growing population, industrialization, legal obligations, and emissions in their plans while searching for an alternative to fossil sources. The energy requirements have increased rapidly with an almost two-fold increase in the world population in the last fifty years, and there have been huge increases in emission values due to fossil-based energy utilization. Carbon dioxide (CO_2) emissions have to be reduced in order to overcome global warming, which is one of the greatest environmental concerns of the century (Kumar and Subramanian, 2017).

Among alternative fuels, biofuels are the primary choice of researchers since they produce less greenhouse gases and soot emissions than traditional fuels and are more economical and sustainable (Singh et al., 2018). The countries that want to take advantage of this potential of biofuels use these fuels for measures to limit the amount of emissions. In general, the emission measure implemented is an obligation to blend certain amounts of biodiesel into fossil fuel. Therefore, biodiesel comes to the forefront as an alternative fuel and additive for diesel engines (Bozbas, 2008; Rashid et al., 2013; Datta and Mandal, 2016; Mahmudul et al., 2017).

The share of global biodiesel production by countries in the last five years by the year 2023 is presented in Figure 1. By the year 2023, it has been aimed to increase the use of biodiesel in the rest of the world except the European Union (EU) and Argentina (IEA, 2020). As seen in the figure, the United States, Indonesia, Brazil, Malaysia and the rest of the world aim to increase biodiesel production. The main reason for this increase in interest is that biodiesel can be used in diesel engines, in which it is basically used, without any structural changes (Atabani et al., 2013). Biodiesel, which can be obtained from various raw materials such as animal fats, algae oils, waste oils, edible or non-edible vegetable oils, has been discussed in many studies since it contains oxygen, is non-toxic and does not contain sulfur (Gülüm and Bilgin, 2015; Takase et al., 2015).

Nowadays, only 5% of the annual global production of biodiesel is produced from non-edible oils. The use of these large quantities of edible oils leads to serious effects on food supply (Gui et al., 2008). As well as causing starvation on the population of the developing country, it also brings along destructive and irreversible effects on the environment (Bibin et al., 2020).

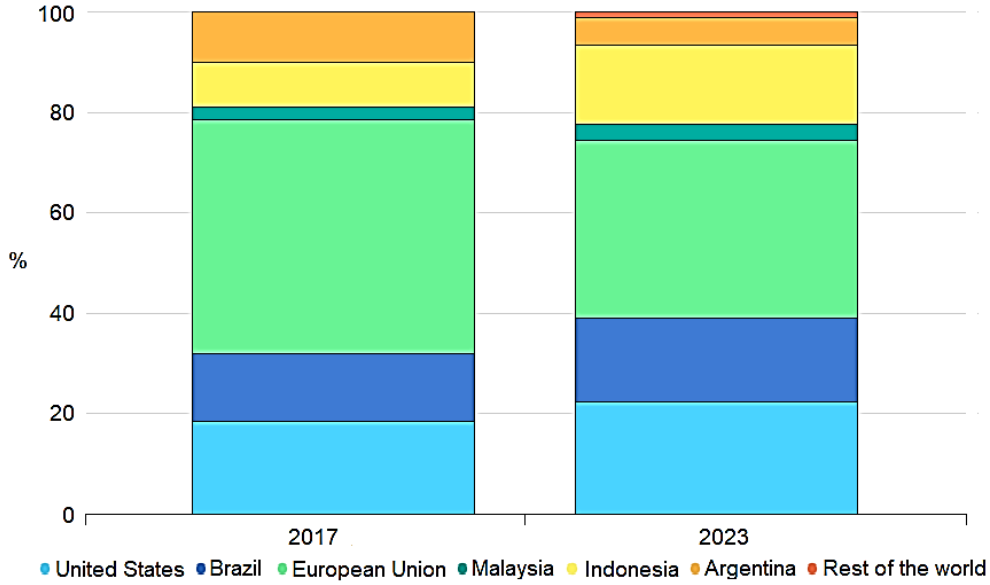


Figure 1. Share of global biodiesel production by countries between 2017 and 2023 (IEA, 2020)

Table 1 shows whether the oils frequently used in biodiesel production are edible and whether they are used in the industry. As can be seen in the table, while all other oils except for hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil are edible oils, coconut oil, safflower seed oil, and mustard seed oil are both edible oils and the types of oils used in the industry. Nevertheless, the hemp seed oil is a non-edible, promising oil for the biodiesel industry in the world. However, it is known that roasted hemp seeds and roasted bread wheat are mixed (named as "*kavurga*" in Turkey). It is traditionally used as a snack in the style of nuts and called "*çedene*" especially in rural areas (Kiralan et al., 2010) though it is pronounced with the name of "*kendir*" in Anatolia.

Table 1. Food classification of some vegetable oils (FAO, 2020)

Commodity	**Description of whether products are used as a food**
Hemp seed oil	It is mainly used in non-food products.
Soybean oil	It is mainly used for food.
Peanut oil	It is mainly used for food.
Coconut oil	It is used both for food and industrially.
Sunflower oil	It is mainly used for food.
Safflower seed oil	It is used both for food and industrially.
Mustard seed oil	It is used both for food and industrially.
Cotton seed oil	It is mainly used for food.

In the present review paper, a general evaluation was made on the nature of the plant, the oil content of its seed and the fatty acid components of hemp seed oil. Then, methods of producing biodiesel from this oil were described. Afterward, the physical and chemical properties of the hemp seed oil biodiesel were reviewed in detail. Finally, the applicability of hemp seed oil for biodiesel production and the current biodiesel policy was presented.

2. Hemp (*Cannabis sativa* L.) plant

Hemp or cannabis, the scientific name of which is "*Cannabis sativa* L." and belongs to the Cannabaceae family, has been used as a textile raw material for centuries. Furthermore, it is reported that it can be used in areas such as paper, agriculture, medicine, plastics, carpets, household goods, personal cleaning, paints and varnish, high-quality absorbents, insulation, construction materials, and automotive (Johnson, 2014). Detailed information about the usage areas of industrial hemp is illustrated in Figure 2.

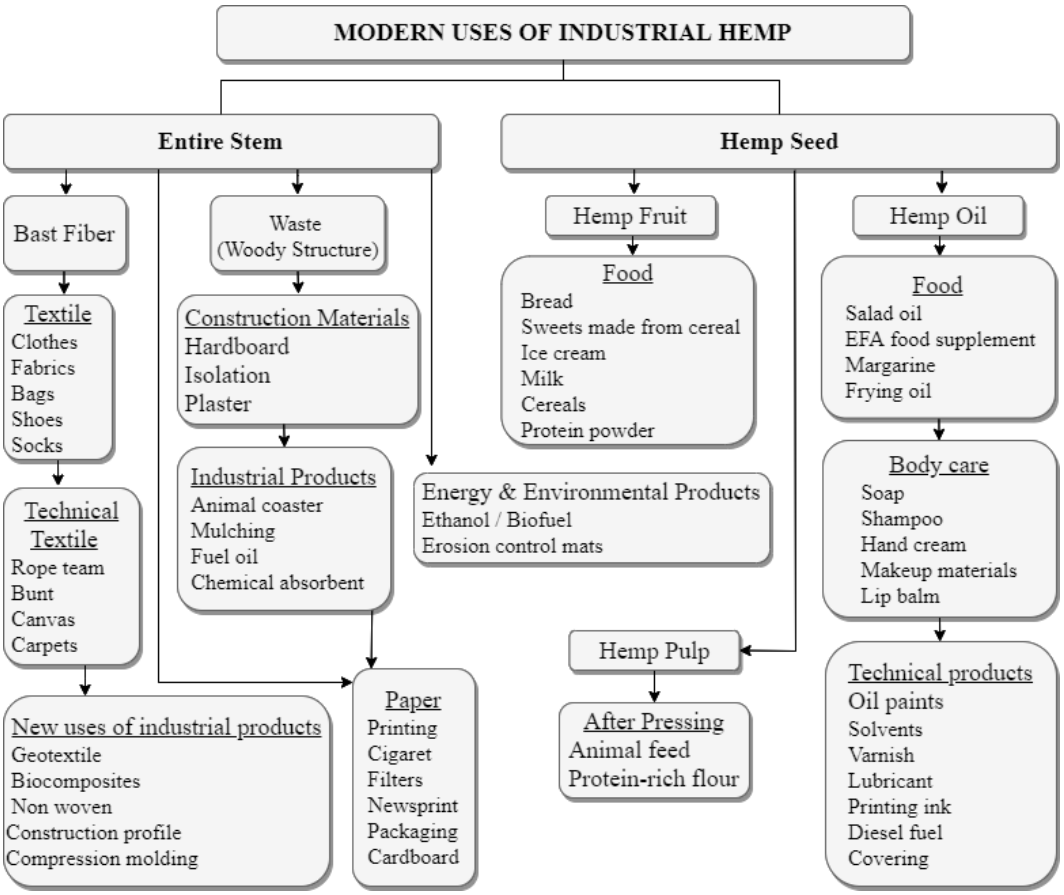


Figure 2. Modern uses of industrial hemp (Gizlenci et al., 2019)

The systematic position of the hemp plant is presented in Table 2. The hemp plant is an annual herbaceous plant in different shades of brown with a height of 50 cm. to 3 m. and a size of 3-5 mm.

Table 2. Systematic position of *Cannabis sativa* L. (USDA, 2020)

Kingdom	Plantae (Plants)
Subkingdom	Tracheobionta (Vascular plants)
Superdivision	Spermatophyta (Seed plants)
Division	Magnoliophyta (Flowering plants)
Class	Magnoliopsida (Dicotyledons)
Subclass	Hamamelididae
Order	Urticales
Family	Cannabaceae (Hemp family)
Genus	Cannabis L.
Species	*Cannabis sativa* L.

The planting time of the hemp plant varies depending on the purpose, planting type, and climatic conditions, however, it grows relatively quickly. For this reason, a sufficiently large amount of hemp seeds can be produced under certain growing conditions. The images of the hemp plant and its seeds are portrayed in Figure 3. The amount of seeds increases along with an increase in the height of the plant. In general, hemp seeds have been reported to have high constant oil content ranging from 25% to 35% (Leizer et al., 2000; Ping et al., 2008). Furthermore, Chen et al. (2010) found that they obtained much higher amounts of hemp seed oil from eight kinds of hemp seeds at different ratios between 28.53% and 51.06%.



Figure 3. Pictures of hemp plant and their seeds (Tropicos, 2020; USDA, 2020)

The geographical distribution of hemp seed production between the years 2000 and 2018 is plotted in Figure 4 (FAOSTAT, 2020). France and China are the largest hemp seed producing countries in the world. It can be observed that the hemp production is concentrated in Europe and Asia, except Chile, from the South American continent. The total hemp seed production in the world between these years was approximately 1,900,000 tonnes and 75.4% of it was produced in the European continent. When we take a look at Figure 1 again, it is observed that the demand for biodiesel production in Europe has increased in parallel with the data in Figure 4.

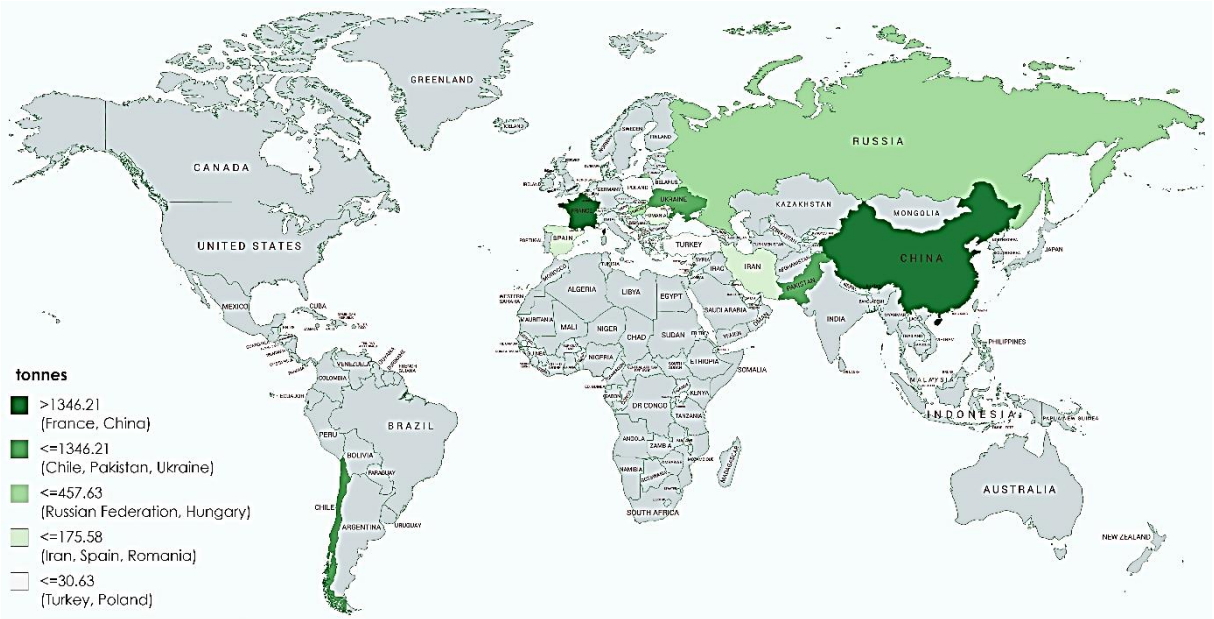


Figure 4. Geographical distribution of hemp seed production between 2000 and 2018

In recent years, significant studies have started with the aim of growing domestic and national hemp in Turkey. It is known that the hemp plant, 8000-year-old remains of which were found in the excavations carried out in Asia, dates back to 1500 years in Anatolian territories (Gizlenci et al., 2019). In Turkey, the cultivation of hemp is allowed in a controlled manner due to the substance in its content that is used to make drugs. The "Regulation on Hemp Growing and Control" was published in 2016, and with this regulation, hemp growing was allowed in 19 provinces marked on the map in Figure 5. The hemp-growing producers are inspected at certain intervals to ensure that they grow it only for industrial purposes.



Figure 5. The city allowed the cultivation of hemp plants in Turkey

At the beginning of 2020 in Turkey, Yozgat Bozok University was chosen as the specialized university focused on regional development in the field of "Industrial Hemp" within the scope of the "Regional Development-Focused Mission Differentiation and Specialization Program" of the Higher Education Council. As of this date, the studies on the investigations in the field of industrial hemp in Yozgat Bozok University have been ongoing.

The high seed yield and high oil content of the hemp seeds can make it a potential source of the crop for biodiesel production, especially for the European continent. The use of raw hemp seed oil in diesel engines is an important problem because of its higher viscosity compared to fossil-based diesel fuel. The esterification of raw hemp seed oil with short-chain alcohol in the presence of a catalyst using the transesterification method provides a significant reduction in viscosity, and thus, the physical properties of the fuel have been improved (Gill et al., 2011).

3. Production methodology of hemp seed oil

The hemp plant is divided into two groups, male and female. While male hemp has been harvested approximately 100 days after planting, harvesting can be performed approximately 30 days after the harvesting male hemp in female hemp since it is waited for seed ripening (Small, 2015; Carus et al., 2013). The hemp harvesting has been performed cutting the stems by pulling up with hands or mowing machines that have been applied for centuries. The cut stems are laid in the field to see the sun and left to dry. The seeds from which hemp seed oil is obtained are fully developed and mostly performed when the seeds start to decay (OMAFRA, 2020). The hemp seeds that have reached the required maturity and begin to separate from the sheath are shown in Figure 6.

Hemp seed oil is obtained from the dry seeds of the hemp plant. Therefore, it may be needed to wait a certain time for the drying process performed to remove the moisture in the seed. In general, dehumidification is done by sunlight or air. Sun-drying is the preferred method because it is economical, can be performed in a short time, and is more efficient (Haney and Kutscheid, 1975).



Figure 6. Hemp seeds that begin to separate from their capsule (Wikimedia, 2020)

After the hemp seed is dried, it is cleaned and oil extraction is started. The oils that the seeds contain can be taken by many methods such as pressing, extraction, and pre-pressing-extraction in which they are combined (Alpaslan and Demir, 2013). Which technique is used depends on the oil content of the seed. While the pressing method, which is more advantageous for oil rates of 30% and above, is generally preferred, the extraction method is preferred for oil rates of 20% and below (raw material amount > 300 tons/day). While oil is obtained by the pressing method, up to 6% oil may remain in the pulp. This amount can be reduced by up to 0.5% by the extraction method (Başoğlu, 2004).

The pressing technique is the most common method used for oil extraction from seeds due to its low-cost advantage. It is based on leaking oil out of the seed at pressures that vary according to seed. In this technique, rotary presses, continuously working screw presses and intermittent hydraulic presses are used (Gümüşkesen, 1999). With the pressure created by using a screw or hydraulic presses on a small or large scale, the oil in the hemp seeds can be extracted by 60% -80% (Laakkonen and Callaway, 1998). 12-19% more oil can be obtained from the motor-driven screw press and motor-driven ram press (Chidambaranathan et al., 2020). The hemp seed oil obtained by cold pressing with the screw press method is presented in Figure 7.



Figure 7. Hempseed oil

The extraction technique is the method of extracting the oil in the seed content from the seed with an organic liquid solvent. The raw oil is obtained by filtering the oil that passes into the solvent. It is used as an effective technique in cases where high oil yield is desired (Sadhukhan and Sarkar, 2016).
A significant portion of the oil is extracted by pressing with low-pressure continuous presses in the modern oil industry. Low pressure special continuous presses can be used for pressing, and also, normal continuous presses making less pressure pressing can also be used (Başoğlu, 2004). The rest of the oil, which is reduced to 14-20% with the prepressing-extraction technique, is then extracted by solvent extraction (Gümüşkesen, 1999).

The fatty acid concentrations of the hemp seed oil are given in Table 3. In the table, it is observed that the most abundant fatty acids in the hemp seed oil are linoleic, α-linolenic, and oleic acids, which constitute 85.17% of total fatty acids and are unsaturated fatty acids. Similar fatty acid compositions related to hemp seed oils and the abundance of linoleic, α-linolenic, and oleic acids were reported in previous studies (Callaway, 2004; Anwar et al., 2006; Su et al., 2013; Kostić et al., 2013).

Table 3. The fatty acid profile of hemp seed oil (Teh and Birch, 2013)

Fatty acid	Symbol	Formula	Hemp seed oil (wt. %)
Saturated fatty acids			9.69
Palmitic	16:0	$C_{16}H_{32}O_2$	6.29
Stearic	18:0	$C_{18}H_{36}O_2$	2.51
Arachidic	20:0	$C_{20}H_{40}O_2$	0.89
Unsaturated fatty acids			90.29
Oleic	18:1	$C_{18}H_{34}O_2$	9.56
Linoleic	18:2	$C_{18}H_{32}O_2$	56.85
α-Linolenic	18:3	$C_{18}H_{30}O_2$	18.76
λ-Linolenic	18:3	$C_{18}H_{30}O_2$	4.76
Eicosenoic	20:1	$C_{20}H_{38}O_2$	0.36

The values of some physical and chemical properties of the hemp seed oil such as density, kinematic viscosity, calorific value, flash point, cloud point, pour point, firing point and acid value have been adopted from different publications are given in Table 4.

Table 4. Some physical and chemical properties of hemp seed oil

Property	Unit	Hemp seed oil[1]
Density	kg/m^3	888-930
Kinematic viscosity	mm^2/s	26.46-42.72
Calorific value	MJ/kg	43.52
Flash point	°C	125-232
Cloud point	°C	-11 to 2
Pour point	°C	-22 to -10
Fire point	°C	135
Acid value	mg KOH/g	0.1-3.857
Sulfur content	mg/kg	1.6
Saponification value	mg KOH/g of oil	183-190
Iodine value	g of iodine/100 g of oil	150-165

[1] Data adopted from Li et al. (2010), Ragit et al. (2012), Gupta et al. (2018), Mohammed et al. (2018), Latif and Anwar (2009), Anwar et al. (2006), Su et al. (2013)

4. Production of biodiesel from hemp seed oil

The use of hemp seed oil, which has high essential fatty acids, as fuel in diesel engines due to its high viscosity like many vegetable oils may lead to some problems. In order to overcome it, the viscosity of the hemp seed oil is taken by esterification, and thus, the fuel properties are also improved. In general, the high viscosity problem of vegetable oils can be eliminated in various ways such as blending with other low viscosity oils or diluting with a fuel, transesterification, and pyrolysis (Gill et al., 2011).

It is important to add alcohol to the oil for the production of biodiesel by the transesterification process because it affects the conversion efficiency of biodiesel (Sahoo and Das, 2009). The alcohol/oil molar ratio has a strong effect on the biodiesel output observed during the reaction (Ong et al., 2019). The chemical mechanism of the transesterification reaction is presented in Figure 8. It is well-known that the transesterification method is the most preferred chemical method for biodiesel production (Lang et al., 2001; Dorado et al., 2002; Sharma et al., 2008; Ceviz et al., 2009).

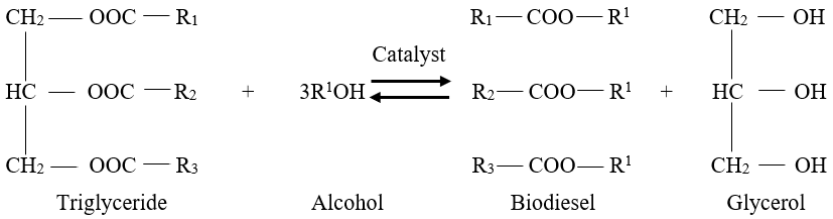


Figure 8. General chemical mechanism for the transesterification process (Karabas, 2013)

The production parameters of the hemp seed oil compiled from the publications made so far are tabulated in Table 5. As can be seen from the table, there are a limited number of studies in the literature, and these studies generally used the conventional optimization technique. There is only one publication using the RSM and ANN-GA technique that provide more precise results.

Table 5. A review of the production parameters of hempseed oil biodiesel

Catalyst type/catalyst concentration (wt. %)	Methanol to oil molar ratio (mol/mol)	Optimized reaction conditions				
		Reaction temperature (°C)	Reaction conditions	Product yield (%)/reaction time (min)	Optimization technique	Ref.
KOH/1.0 KOH/5.0	6:1 40:1[b]	50 50	-	90/20 97/10	Conventional[a]	Li et al., 2010
10% Cu/MgO 10% Cu/CaO 10% Cu/BaO Cu/SrO[c] 10% Ni/SrO 10% Ni-10% Cu/SrO/3.0	12:1	180[d]	10% Cu/SrO	96/180	Conventional	Yang et al., 2010
KOH or NaOH/0.34-1.35	6:1	60[e]	0.67% KOH 0.67% NaOH	75.9/120 74.36/120	Conventional	Ahmad et al., 2011
KOH/1g, 2g, 3g	4:1, 6:1, 8:1	60	4:1; 2g; KOH	93.89/45[f]	Conventional	Ragit et al., 2012
10% Cu/MgO 10% Cu/CaO 10% Cu/BaO Cu/SrO[g]/3.0	3:1-15:1	60–220[h]	12:1; 10% Cu/SrO; 180°C; 3 MPa	96/180	Conventional	Su et al., 2013
KOH/0.58-1.42	3.5:1-8.5:1	23.2–56.8	6.4:1; 1.2%; 43.4°C 8.5:1; 1.0%; 56.8°C	98.5/30 97.5/12	RSM[i] ANN-GA[j]	Stamenković et al., 2015
KOH/0.5-1.25	3:1-7:1	60	6:1; 1.0%; 3 bar	97.5/20	Conventional	Khan et al., 2019

[a] Two-step processes
[b] Based on the unreacted oil from the first step
[c] CuO amounts from 1% to 30%
[d] Hydrogen pressure of 3 MPa
[e] Preheating temperature of the oil: 120°C
[f] Preheating temperature of the oil: 55°C
[g] Preheating temperature of the oil: 55-65°C
[h] Hydrogen pressure from 0 to 3 MPa
[i] RSM: Response surface methodology
[j] ANN-GA: Artificial neural network model combined with a genetic algorithm

5. Fuel properties of biodiesel from hemp seed oil

The comparison of the physicochemical properties of diesel fuel with the physicochemical properties of the hemp seed oil biodiesel reported in previous studies and the limits of physicochemical properties in the EN14214 and ASTM D6751 standards are represented in Table 6. It is observed from the table that the density of the hemp seed oil biodiesel is generally slightly higher compared to diesel and that its standard limits may be somewhat outside. The kinematic viscosities of diesel and hemp seed oil biodiesel at 40 °C are given as 2.52 mm^2/s and 1.13-4.82 mm^2/s, respectively. It is observed that the kinematic viscosity of the hemp seed oil biodiesel is below the maximum limits of both standard values. Although the calorific value of both fuels is within the standard limits, the calorific value of the diesel fuel is slightly higher.

It is observed that the hemp seed oil biodiesel has higher flash and cloud point values compared to diesel fuel, and also, the pour point value range is given with very wide ranges. When the acid number, saponification value, carbon residue, water content, sulfur content, and sediment amounts are examined, it is found out that it is not outside the standard values and even the refractive index value is very close to diesel fuel. It is also reported that the cetane number is close to the ASTM D6751 standard and generally had higher values than diesel fuel.

Table 6. Physico-chemical properties of hempseed oil biodiesel

Fuel properties	Units	Hempseed oil biodiesel[1]	Diesel fuel[2]	EN14214 limits	ASTM D6751 limits
Density at 15℃	kg/m^3	810-891.5	831.7	860-890	-
Kinematic viscosity a 40 °C	mm^2/s	1.13-5.17	2.58	3.5-5.0	1.9-6.0
Calorific value	MJ/kg	39.81-42.92	45.98	-	-
Flash point	°C	47-180	63	101 min.	130 min.
Cloud point	°C	-5 to 3.7	-	Report	Report
Pour point	°C	-18 to 3	-	Report	Report
Cold filter plugging poin	°C	-10 to -3	-	Report	Report
Iodine value	g iodine/100 g	113-164	-	120 max.	-
Acid number	mg KOH/g	0.01-0.47	-	0.5 max.	0.5 max.
Cetane number	-	44-63	54.9	51 min.	47 min.
Saponification value	mg KOH/g	174-195	-	-	370 max.
Refractive index	-	1.4712	-	-	-
Carbon residue	wt. %	0.39	-	-	0.05 max.
Water content	wt. %	0.001-0.015	-	0.5 max.	0.5 max.
Sulfur content	wt. %	0.014-0.4	$<10^3$	10 max.[3]	0.05 max.
Sediment content	wt. %	0.001	-	-	0.01

[1] Data adopted from Afif and Biradar (2019) Ragit et al. (2012), Stamenković et al. (2015), Ahmad et al. (2011), Yang et al. (2010), Li et al. (2010), Mohammed et al. (2018), Rashid et al. (2016), Ullah et al. (2014b), Gupta et al. (2018), Ragit et al. (2011), Khan et al. (2019)
[2] Data adopted from Alptekin et al. (2019)
[3] mg/kg

6. Conclusions

The concern regarding declining the fossil-based fuel reserves along with the ascending cognizance for environmental pollution that occurred from emissions resulting from the combustion of petroleum fuels has caused the intend so as to search promising renewable and sustainable alternating fuel candidates instead of fossil-based fuels or as an additive. In recent years, biodiesel fuel has become more appealing for a compression-ignition engine because it can be obtained from renewable feedstocks and has environmentally advantageous. Hemp (*Cannabis sativa* L.) can be taken into consideration as a potential and substantial raw material for biodiesel production owing to its appropriate properties.

There are a few techniques suggested for producing biodiesel fuel, where the transesterification method of plant-based oils is the most preferable among them due to its better characteristics like cheap, renewability, and easy. The parameters that influence the transesterification reaction are the water content in the oil, free fatty acid content in the feedstock, catalyst type and concentration, alcohol type and alcohol to oil molar ratio, reaction time, stirring speed, and temperature of the reaction. In general, the conventional methods to obtain biodiesel from hemp seed oil have been addressed. In addition, some catalysts and alcohol types were explored along with the other factors. Apart from the aforementioned techniques for synthesizing biodiesel, the approaches regarding ultrasound as well as supercritical alcohol can be investigated in order to acquire improvement in the yield of the final biodiesel product.

The cost of the final product is known as the fundamental obstacle and challenge overcoming the commercialization of biodiesel fuels all over the world. This is because of the comparatively elevated price of the edible vegetable oils utilized as potential feedstocks in the production of biodiesel. This has not led to make the biodiesel feasible economically. Fuel versus food subject has occurred in the mind of the human. The researchers have therefore focused on the exploration of the raw materials that have not been consumed by people as food in their countries. In Turkey, for instance, it has been considered that there is a limited consumption of hemp seed oil as food. To sum up, hemp seed oil can be evaluated as a significant raw material in the production of biodiesel in Turkey. Moreover, the necessary facilities can be established in the Yozgat province to produce the biodiesel fuel needed by our country from hemp seed oil when it is taken into account that Yozgat Bozok University is specialized in the subject of industrial hemp in the year 2020 and the studies regarding hemp seed oil biodiesel can be carried out in collaboration with the university. Besides that, according to the President's decision published in the official gazette dated 16 June 2020 and numbered 31157, "Hemp Researches Institute" was established at Yozgat Bozok University.

From another perspective, it can be mentioned that a substantial process to descend the cost of biodiesel production is a continuous transesterification technique. Furthermore, the recovery of by-products having high-quality such as glycerol during the reaction can be a probable attempt for different beneficial applications in the industries so as to overcome the high cost of vegetable oil as raw material. In the future, efforts and developments are needed for more enhanced methods to produce biodiesel fuel, especially from hemp seed oil effectively in terms of having better physical and chemical features in comparison with biodiesel obtained from different feedstocks. In addition, the fuel characteristics of hemp seed oil biodiesel have to become similar to those of conventional diesel fuel and it needs to be sustainable and feasible economically in the compression-ignition engine applications.

Acknowledgements
This study was supported by Scientific Research Projects Unit of Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey, for financial support under the contact numbers of projects: 6602c-FBE/19-343.

References

Afif MK, Biradar CH 2019. Production of biodiesel from *Cannabis sativa* (Hemp) seed oil and its performance and emission characteristics on DI engine fueled with biodiesel blends. International Research Journal of Engineering and Technology, 6(8), 246-253.

Ağbulut Ü, Bakir H 2019. The investigation on economic and ecological impacts of tendency to electric vehicles instead of internal combustion engines. Düzce University Journal of Science and Technology, 7(1), 25-36.

Ağbulut Ü, Sarıdemir S, Karagöz M 2020. Experimental investigation of fusel oil (isoamyl alcohol) and diesel blends in a CI engine. Fuel, 267, 117042.

Ahmad M, Ullah K, Khan MA, Zafar M, Tariq M, Ali S, Sultana S 2011. Physicochemical analysis of hemp oil biodiesel: a promising non edible new source for bioenergy. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 33(14), 1365-1374.

Alpaslan M, Demir N 2013. Yemeklik yağlar ve margarinler. International 2nd Halal and Healthy Food Congress, pp. 337-343, 7-10 November, Konya.

Alptekin E, Sanli H, Canakci M 2019. Combustion and performance evaluation of a common rail DI diesel engine fueled with ethyl and methyl esters. Applied Thermal Engineering, 149, 180-191.

Anwar F, Latif S, Ashraf M 2006. Analytical characterization of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan. Journal of the American Oil Chemists' Society, 83(4), 323-329.

Anwar M, Rasul MG, Ashwath N 2019. The synergistic effects of oxygenated additives on papaya biodiesel binary and ternary blends. Fuel, 256, 115980.

Atabani AE, Silitonga AS, Ong HC, Mahlia TMI, Masjuki HH, Badruddin IA, Fayaz H 2013. Non-edible vegetable oils: a critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 18, 211-245.

Başoğlu F 2004. Yemeklik yağ teknolojisi. Dora Yayınları, Ekim, Bursa.

Bibin C, Kannan SP, Devan PK 2020. Performance, emission and combustion characteristics of a DI diesel engine using blends of punnai oil biodiesel and diesel as fuel. Thermal Science, 24(1A), 13-25.

Bozbas K 2008. Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12(2), 542-552.

BP 2019. BP statistical review of world energy. London, United Kingdom.

Callaway JC 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview. Euphytica, 140(1-2), 65-72.

Carus M, Karst S, Kauffmann A, Hobson J, Bertucelli S 2013. The European hemp industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs and seeds. European Industrial Hemp Association (EIHA), Hürth (Germany), 65.

Ceviz MA, Koncuk F, Yüksel F, Küçük Ö, Gören AC 2009. Beş farklı bitkisel yağdan üretilen biyodizeller ile dizel yakıtının motor performansı ve emisyon karakteristiklerinin karşılaştırmalı analizi. Mühendis ve Makine Dergisi, 50(588), 20-26.

Chen T, He J, Zhang J, Zhang H, Qian P, Hao J, Li L 2010. Analytical characterization of hempseed (seed of *Cannabis sativa* L.) oil from eight regions in China. Journal of Dietary Supplements, 7(2), 117-129.

Chidambaranathan B, Gopinath S, Aravindraj R, Devaraj A, Krishnan SG, Jeevaananthan JKS 2020. The production of biodiesel from castor oil as a potential feedstock and its usage in compression ignition engine: A comprehensive review. Materials Today: Proceedings.

Datta A, Mandal BK 2016. A comprehensive review of biodiesel as an alternative fuel for compression ignition engine. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 57, 799-821.

Dorado MP, Ballesteros E, De Almeida JA, Schellert C, Löhrlein HP, Krause R 2002. An alkali-catalyzed transesterification process for high free fatty acid waste oils. Transactions of the ASAE, 45(3), 525-529.

FAO 2020. Definition and classification of commodities. Available at: http://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/faodef/fdef14e.htm [Access Date: 25.04.2020].

FAOSTAT 2020. Crops. Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize [Access Date: 28.04.2020].

Gill P, Soni SK, Kundu K 2011. Comparative study of Hemp and Jatropha oil blends used as an alternative fuel in diesel engine. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 13(3), 6 pages.

Gizlenci Ş, Acar M, Yiğen Ç, Aytaç S. 2019. Kenevir tarımı. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) Yayınları, 66 sayfa.

Gui MM, Lee KT, Bhatia S 2008. Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. Energy, 33(11), 1646-1653.

Gülüm M, Bilgin A 2015. Density, flash point and heating value variations of corn oil biodiesel–diesel fuel blends. Fuel Processing Technology, 134, 456-464.

Gümüşkesen AS 1999. Bitkisel yağ teknolojisi. Asya Tıp Yayıncılık Ltd. Şti. ISBN 975-941208-0-5.

Gupta AR, Jalan AP, Rathod VK 2018. Solar energy as a process intensification tool for the biodiesel production from hempseed oil. Energy Conversion and Management, 171, 126-132.

Haney A, Kutscheid BB 1975. An ecological study of naturalized hemp (*Cannabis sativa* L.) in east-central Illinois. American Midland Naturalist, 93(1), 1-24.

IEA 2020. Share of global biodiesel output by country, 2017-2023. Available at: https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-global-biodiesel-output-by-country-2017-2023 [Access Date: 24.04.2020].

İlkılıç C, Aydın H 2011. Fuel production from waste vehicle tires by catalytic pyrolysis and its application in a diesel engine. Fuel Processing Technology, 92(5), 1129-1135.

Johnson R 2014. Hemp as an agricultural commodity. Library of Congress Washington DC Congressional Research Service, 48 pages.

Karabas H 2013. Biodiesel production from crude acorn (*Quercus frainetto* L.) kernel oil: An optimisation process using the Taguchi method. Renewable Energy, 53, 384-388.

Karagöz M, Ağbulut Ü, Sarıdemir S 2020. Waste to energy: Production of waste tire pyrolysis oil and comprehensive analysis of its usability in diesel engines. Fuel, 275, 117844.

Khan IA, Prasad N, Pal A, Yadav AK 2019. Efficient production of biodiesel from *Cannabis sativa* oil using intensified transesterification (hydrodynamic cavitation) method. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 1-10.

Khanlari A, Sözen A, Şirin C, Tuncer AD, Gungor A 2020. Performance enhancement of a greenhouse dryer: Analysis of a cost-effective alternative solar air heater. Journal of Cleaner Production, 251, 119672.

Kiralan M, Gül V, Kara SM 2010. Fatty acid composition of hempseed oils from different locatins in Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(2), 385-390.

Kostić MD, Joković NM, Stamenković OS, Rajković KM, Milić PS, Veljković VB 2013. Optimization of hempseed oil extraction by n-hexane. Industrial Crops and Products, 48, 133-143.

Kumar A, Subramanian KA 2017. Control of greenhouse gas emissions (CO_2, CH_4 and N_2O) of a biodiesel (B100) fueled automotive diesel engine using increased compression ratio. Applied Thermal Engineering, 127, 95-105.

Laakkonen TT, Callaway JC 1998. Update on FIN-314. Journal of the International Hemp Association, 5(1), 34-35.

Lang X, Dalai AK, Bakhshi NN, Reany MJ, Hertz PB 2001. Preparation and characterization of bio-diesels from various bio-oils. Bioresource Technology, 80(1), 53-62.

Latif S, Anwar F 2009. Physicochemical studies of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil using enzyme-assisted cold-pressing. European Journal of Lipid Science and Technology, 111(10), 1042-1048.

Leizer C, Ribnicky D, Poulev A, Dushenkov S, Raskin I 2000. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods, 2(4), 35-53.

Leung DY, Wu X, Leung MKH 2010. A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. Applied Energy, 87(4), 1083-1095.

Li SY, Stuart JD, Li Y, Parnas RS 2010. The feasibility of converting *Cannabis sativa* L. oil into biodiesel. Bioresource Technology, 101(21), 8457-8460.

Mahmudul HM, Hagos FY, Mamat R, Adam AA, Ishak WFW, Alenezi R 2017. Production, characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines-A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 72, 497-509.

Mohammed MN, Atabani AE, Uguz G, Lay CH, Kumar G, Al-Samaraae RR 2018. Characterization of hemp (*Cannabis sativa* L.) biodiesel blends with euro diesel, butanol and diethyl ether using FT-IR, UV–Vis, TGA and DSC techniques. Waste and Biomass Valorization, 1-17.

OMAFRA 2020. Growing industrial hemp in Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Available at: http://omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/00-067.htm [Access Date: 28.04.2020]

Ong HC, Milano J, Silitonga AS, Hassan MH, Shamsuddin AH, Wang CT, Mahlia TMI, Siswantoro J, Kusumo F, Sutrisno J 2019. Biodiesel production from Calophyllum inophyllum-Ceiba pentandra oil mixture: Optimization and characterization. Journal of Cleaner Production, 219, 183-198.

Ping HJCTQ, Kun Z 2008. Characteristics of hemp seed oil and related research advances [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 4.

Ragit SS, Mohapatra SK, Kundu K 2011. Comparative study of engine performance and exhaust emission characteristics of a single cylinder 4-stroke CI engine operated on the esters of hemp oil and neem oil. Indian Journal of Engineering and Materials Sciences, 18(3), 204-210.

Ragit SS, Mohapatra SK, Gill P, Kundu K 2012. Brown hemp methyl ester: Transesterification process and evaluation of fuel properties. Biomass and Bioenergy, 41, 14-20.

Rajaeifar MA, Abdi R, Tabatabaei M 2017. Expanded polystyrene waste application for improving biodiesel environmental performance parameters from life cycle assessment point of view. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74, 278-298.

Rashid U, Bhatti SG, Ansari TM, Yunus R, Ibrahim M 2016. Biodiesel production from *Cannabis sativa* oil from Pakistan. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 38(6), 865-875.

Rashid U, Ibrahim M, Yasin S, Yunus R, Taufiq-Yap Y H, Knothe G 2013. Biodiesel from Citrus reticulata (mandarin orange) seed oil, a potential non-food feedstock. Industrial Crops and Products, 45, 355-359.

Sadhukhan S, Sarkar U 2016. Production of biodiesel from Crotalaria juncea (Sunn-Hemp) oil using catalytic trans-esterification: Process optimisation using a factorial and Box–Behnken design. Waste and Biomass Valorization, 7(2), 343-355.

Sahoo PK, Das LM 2009. Process optimization for biodiesel production from Jatropha, Karanja and Polanga oils. Fuel, 88(9), 1588-1594.

Sharma YC, Singh B, Upadhyay SN 2008. Advancements in development and characterization of biodiesel: A review. Fuel, 87, 2355-2373.

Singh V, Belova L, Singh B, Sharma YC 2018. Biodiesel production using a novel heterogeneous catalyst, magnesium zirconate ($Mg_2Zr_5O_{12}$): Process optimization through response surface methodology (RSM). Energy Conversion and Management, 174, 198-207.

Small E 2015. Evolution and classification of *Cannabis sativa* (marijuana, hemp) in relation to human utilization. The Botanical Review, 81(3), 189-294.

Stamenković OS, Veličković AV, Kostić MD, Joković NM, Rajković KM, Milić PS, Veljković VB 2015. Optimization of KOH-catalyzed methanolysis of hempseed oil. Energy Conversion and Management, 103, 235-243.

Su M, Yang R, Li M 2013. Biodiesel production from hempseed oil using alkaline earth metal oxides supporting copper oxide as bi-functional catalysts for transesterification and selective hydrogenation. Fuel, 103, 398-407.

Takase M, Zhao T, Zhang M, Chen Y, Liu H, Yang L, Wu X 2015. An expatiate review of neem, jatropha, rubber and karanja as multipurpose non-edible biodiesel resources and comparison of their fuel, engine and emission properties. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 43, 495-520.

Teh SS, Birch J 2013. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. Journal of Food Composition and Analysis, 30(1), 26-31.

Tropicos 2020. Missouri botanical garden. Available at: http://legacy.tropicos.org [Access Date: 26.04.2020].

Ullah K, Ahmad M, Sultana S, Teong LK, Sharma VK, Abdullah AZ, Zafar M, Ullah Z 2014a. Experimental analysis of di-functional magnetic oxide catalyst and its performance in the hemp plant biodiesel production. Applied Energy, 113, 660-669.

Ullah K, Sofia VKS, Lu P, Bibi T, Tareen NM 2014b. Identification of potential non edible hemp oil source for biodiesel production and its characterization by various analytical techniques. Advances in Industrial Engineering and Management, 3(3), 53-62.

USDA 2020. Plant database, natural resources conservation service. Available at: https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=CASA3 [Access Date: 26.04.2020].

Wikimedia Commons 2020. Category: *Cannabis sativa* Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Cannabis_sativa [Access Date: 28.04.2020].

Yang R, Su M, Li M, Zhang J, Hao X, Zhang H 2010. One-pot process combining transesterification and selective hydrogenation for biodiesel production from starting material of high degree of unsaturation. Bioresource Technology, 101(15), 5903-5909.

POLİETİLEN (HDPE) ZİNCİRLERİNİN YÖNLENDİRİLMESİ

Erkan DEMİRCAN
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi İmalat Mühendisliği Anabilimdalı
erkan.demircan@gmail.com

Özet
Yüksek yoğunluklu Polietilen yarıkristal bir malzemedir. Uzun hidrokarbon zincirlerinden oluşur. Bu yapıların uzunluğu ve kristalleşme oranı HDPE malzemenin fiziksel özelliklerini belirlemektedir. Yüksek gerilme değerlerine sahip yapılar Polietilen zincirlerinin yönlendirilmesi ve kristalleşme oranın arttırılması ile elde edilebilir. Günümüzde yönlendirilmiş HDPE hidrokarbon zincirleri yüksek dayanım gerektiren kesmeye dayanıklı eldiven, balistik giysiler gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada ekstrüzyon yöntemi HDPE fiberler elde edilmiştir. Bu fiberler 5 ayrı sıcaklıkta özel bir işleme haddeleme ve germe sisteminde yönlendirilmiştir. Elde edilen numuneler çekme deneyinde elde edilen değerleri, ilk hali ile karşılaştırılmıştır. Üretilen yönlendirilmiş HDPE fiberlerin en yüksek ve kararlı değerleri 80°C de 1 m/dak. hızındaki çalışma şartlarında sağlanmıştır. Yönlendirilen HDPE fiberlerde %50-60 civarında gerilme dayanımında artış sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: (YYPE, Polietilen, Polietilen zincirlerinin yönlendirilmesi)

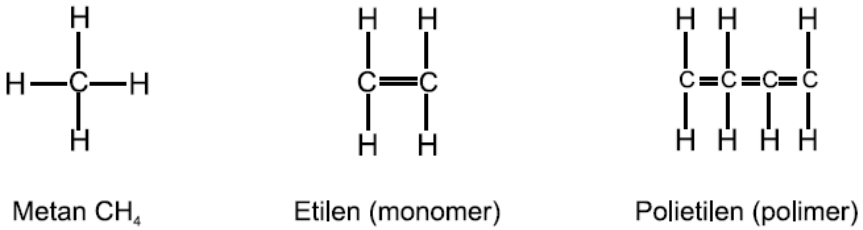
Abstract
High density polyethylene is a semi-crystal material. It consists of long hydrocarbon chains. The length and crystallization rate of these structures determine the physical properties of HDPE material. Today, HDPE hydrocarbon chains are used in applications such as cut resistant gloves and ballistic clothes that require high strength. In this study, extrusion method HDPE fibers were obtained. These fibers are oriented in a special processing rolling and stretching system at 5 different temperatures. The obtained samples were compared with the values obtained in the drawing experiment. The highest and stable values of the oriented HDPE fibers produced were provided at operating speeds of 1 m/min at 80°C. Oriented HDPE in fiber, there was increase in tensile strength of around 50-60%.

Keywords : (HDPE, Polymer orientation, Extrusion process)

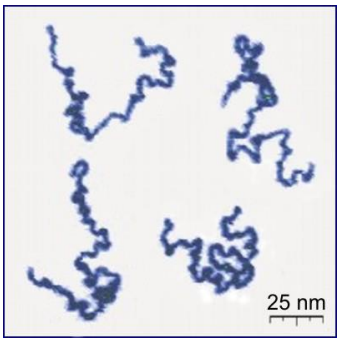
1.GİRİŞ

1.1.Termoplastikler ve Polietilen

Genel olarak plastik adıyla da anılan termoplastikler, ısıtıldığı zaman eriyebilen ve yeniden şekillendirilebilen polimerlerdir. Bu polimer türünde polimerler genel olarak kristal, amorf veya yarıkristal halde bulunurlar.

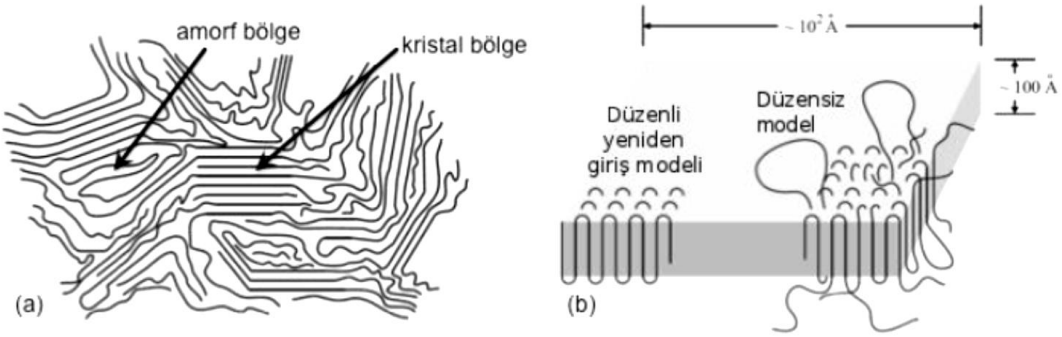


Şekil-1 Polimer yapısı



Şekil- 2 Polimer zinciri (Roiter, Y.; Minko, S. -2005)

Termoplastik polimerlerde polimer zincirleri kendi içinde kuvvetli kovalent bağlarla bağlıdır. Kovalent bağlar yüksek enerjili (60 – 625 kJ/mol) bağlardır. Termoplastik polimer zincirlerini bir arada tutan bağlar, ikincil bağlar olarak adlandırabileceğimiz Van Der Wals bağlarıdır (4-80 kj/mol). Polar etkileşimler, Hidrojen-bağları, London kuvvetleri ve zincir grupların üst-üste istiflenmesi gibi zincir-içi ve zincirler-arası etkileşimler vardır. Bu kuvvetler kovalent bağlara göre oldukça zayıftır.



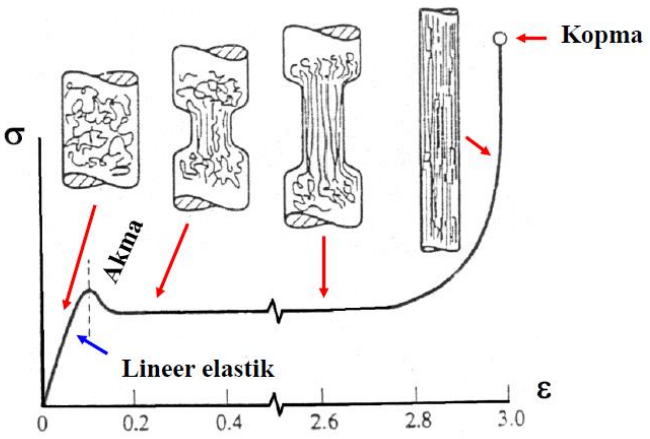
Şekil 1: (a) Saçaklı Misel modeli, (b) Katlanmış zincir modeli [2]

Şekil 3- (H. Emre Oktay1 ve Ercan Gürses2- 2013)

Öte yandan malzemelerin fiziksel özellikleri atom dizilişleri ile birebir ilişkilidir. Örneğin karbon atomları hekzoganal kafes yapısı ile çok yumuşak bir malzeme olan grafiti oluştururken, kübik kafes yapısı ile elması dünyanın en sert maddesi olan elması oluşturmaktadır. Termoplastiklerde bu yapı ise karbon zincir yapılarıdır. Bu yapıların uzunluğu ve kristalleşme oranı termoplastiğin fiziksel özelliklerini belirlemektedir. Erimiş termoplastiğin soğuma hızı kristal yapı oluşumunda etkilidir. Soğuma esnasında uygulanan çekme ve basma kuvvetleri malzeme dayanımı etkilemektedir. Örneğin ekstrüzyon yöntemi ile film çekme işleminde malzemenin çekme yönünde dayanımı artarken diğer ekseninde ise düşmektedir.

2.2.Polietilen Zincirlerinin Yönlendirilmesi ve Ultra HDPE

Polietilen (PE) basit bir kimyasal yapıya sahip olmasına rağmen, birkaç uzun dallı düşük yoğunluklu polietilenden (LDPE), esasen doğrusal olan yüksek yoğunluklu polietilene (HDPE) kadar çeşitli moleküler yapılarda mevcut olabilir. Polietilen, yarı kristal yapısından dolayı geniş bir uygulama alanına sahiptir. Kristal faz, malzemenin yük taşıma mukavemetini verirken, amorf faz esneklik sağlar. Polietilenin yumuşak yüzey değiştirme deformasyonu, malzemenin hem kristal hem de amorf fazlarından etkilenir. Gerilme sertleşmesinin başlangıcı, amorf faz tamamen gerildiğinde meydana gelir. Gerilme sertleşme fazında, tamamen uzatılmış amorf faz, sert yük taşıyıcı eleman haline gelirken, kristalli lameller parçalanır ve gerilmedeki değişime uyum sağlamak için açılır. Gerilme sertleşmesi sırasında, şekilsiz fazdaki taşıyıcı elemanlar katmanlar arası/tabaka içi bağlantılardır. Bu bağlantılar hem bağ molekülleri hem de polietilen zincirlerinin birbiri ile dolaşmalardan oluşmaktadır.

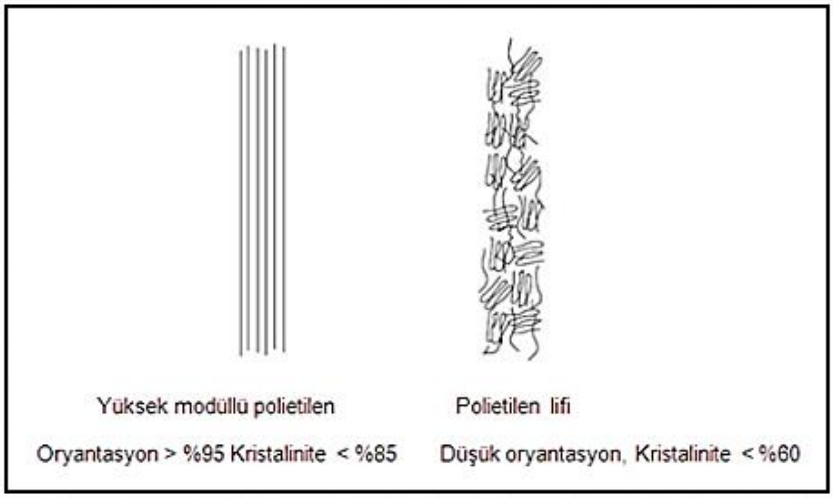


Şekil-4 Çekme kuvvetinin zincir yapısına etkisi

HDPE lifleri, polietilen lifinden jel lif çekim yöntemiyle çok yüksek moleküler ağırlıklarda (MW>106g/mol) üretilirler; bu nedenle UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethtylene) olarak da adlandırılırlar. Kimyasal olarak yüksek yoğunluklu polietilenle (HDPE) aynı özelliklere sahiptirler; ancak moleküler ağırlıkları daha yüksektir .(Bunsell and Schwartz, 2009).

Normal polietilende moleküller oryante olmamış durumdadır ve moleküllerin birbirlerinden ayrılmaları çok kolaydır. Mukavemetli lif üretmek için moleküler zincirler lif yönünde düz, oryante edilmiş ve kristalize edilmiş olmalıdır. Ayrıca yük transferinde yeterli etkileşime sahip olabilmesi için moleküler zincirler uzun olmalıdır. Moleküler ağırlık artışı, mukavemet artışına neden olduğundan bu alanda ilk adım olarak ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen lifi kullanılmıştır. Oryantasyon çoğunlukla lif çekimi sırasında gerçekleştirilmiştir. Yüksek eriyik viskozitesindeki eriyikten lif çekiminin çok güç olmasından ötürü, eriyik haldeki UHMWPE liflerinin çekimi yüksek derecedeki moleküler zincirlerin karışık sıralanışı nedeniyle oldukça zordur. Bu sorunları ortadan kaldırmak için jel lif çekim yöntemi kullanılmıştır. Jel lif çekim yöntemiyle boyuna oranla 100 kat kadar yüksek bir çekim uygulanarak UHMWPE lifleri elde edilmektedir. Jel lif çekiminin esası; Çözücü solvent kullanarak çözücü içinde serbest halde olan moleküllerin elde edilmesi ve nozullardan flament lifler şeklinde çekimi ve soğutulmasına dayanır (H A McKenna , J. W. S. Hearle , N O'Hear 2004).

Jel lif çekim yöntemi UHMWPE liflerinin üretilmesi kimyaya bağlı olmayan, mekanik ve fiziksel parametrelere bağlı olan bir prosestir. Böylece farklı kalitelerde liflerin üretilmesi mümkün olmaktadır. Jel lif çekim yöntemiyle üretilmiş lifler, yüksek derecede moleküler zincir oryantasyonu ve yüksek seviyedeki kristalinite (%85'e kadar) ile karakterize olurlar



Şekil-5 HDPE ve PE'nin makromoleküler oryantasyonu

UHDPE lifleri; Hollanda ve ABD'de DSM (Dutch States Mines Co.) Dyneema BV, Japonya'da Nippon Dyneema Co. Ltd (Toyobo/DSM işbirliği) tarafından Dyneema® adı altında, Honeywell Specialty Materials (ABD) tarafından ise Spectra® adı altında farklı ticari isimlerle üretilmektedir. Diğer UHMWPE lif üreticileri olarak da Tenfor (Snia®)ve Mitsui (Tekmilon®) sayılabilir

Günümüzde jel yöntemi ile elde edilen yönlendirilmiş liflerin kullanım alanları giderek artmaktadır. Kesme dirençli eldivenler, eskrim giysileri, zincirli testereden koruyucu pantolonlar gibi dokuma ve örme ürünlerde, balistik korumada, denizcilikte, balıkçılıkta, sportif ürünlerde, ormancılıkta, vinçle kaldırma halatlarında, kesme direnci yüksek ürünlerde, kullanım alanı bulmaktadır. Yeni alanlar olarak havacılıkta, medikal sektörü ve binalarda deprem dayanımı arttırmak gibi çeşitli kompozit uygulamaları ön plana çıkmaya başlamıştır. Özellikle yapay eklem malzemesi olarak oldukça verimli bir şekilde medikal implant uygulamalarında kullanılmaktadır.(MC Sobieraj, CM Rimnac -2013)



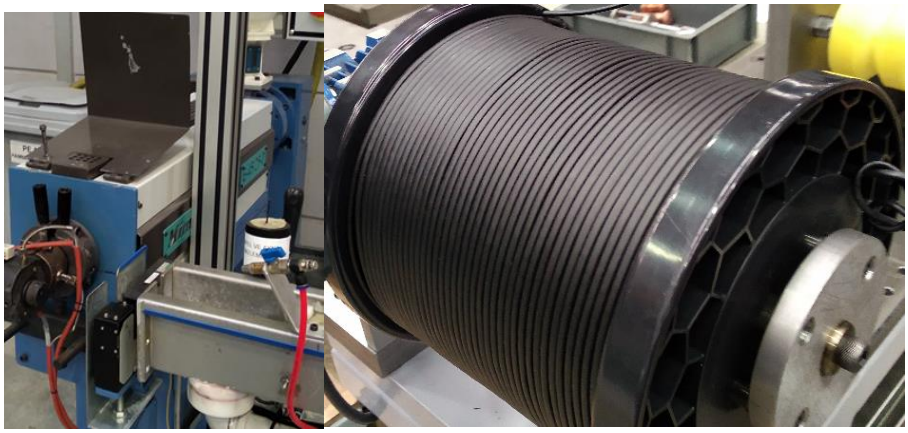
Resim- 1 UHDPE liflerinden elde edilen ürünlerin kullanım alanları

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1.Polietilen Zincirlerinin Yönlendirilmesi

Bu projede yönlendirilmiş polietilen zincirleri çözücü kullanmadan sıcaklık, çekme ve haddeleme yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir.

İlk aşamada ekstrüzyon (eksrüder) yöntemi kullanılarak istenen kesitlerde HDPE fiberler elde edilmiştir.

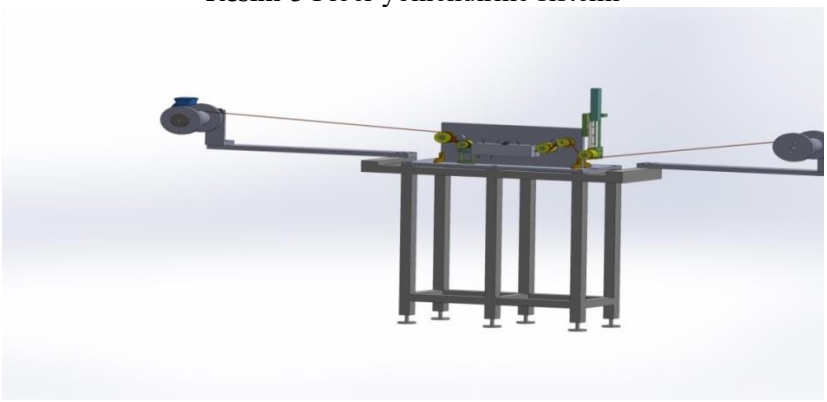


Resim-2 Ekstrüzyonda ve elde edilen HDPE fiber

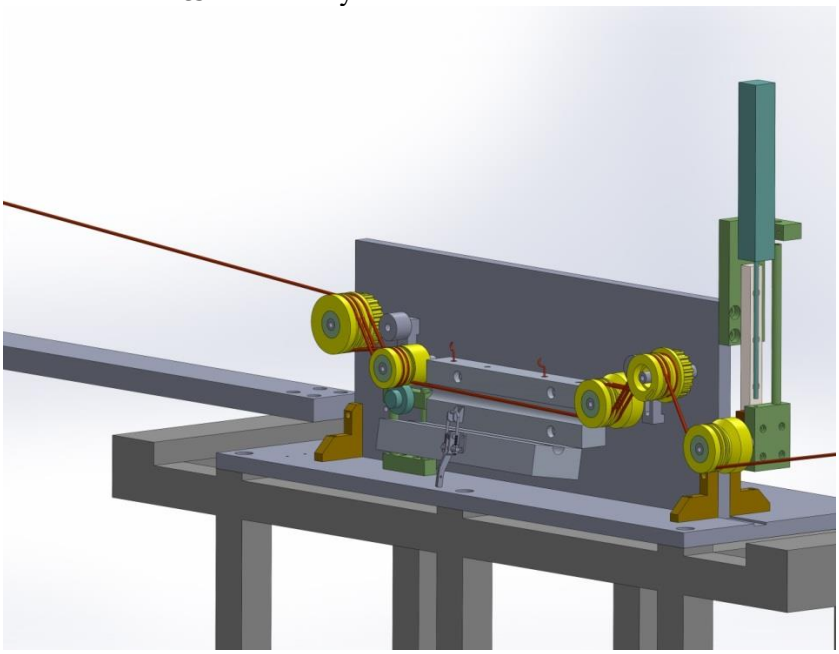
Ardından fiberi yönlendirmek için özel bir proses geliştirilmiştir. Bu amaçla geliştirilen cihaz gerdirme ve yönlendirme sağlayan makaralardan, ısıtma siteminden ve makaralarının hızlarını dolayısı ile polietilen fiberin gerginliğini kontrol eden sistemden oluşmuştur.



Resim-3 Fiber yönlendirme sistemi



Resim-4 Fiber yönlendirme sistemi tasarımı



Resim-5 Yönlendirme sistemi fiber akış tasarımı

Bu projede jel yönteminden farklı olarak ekstrüderde elde edilen polietilen fiberler Te kristal ergime sıcaklığının (yaklaşık 135°C) altında 60°C, 70°C, 80°C, 90°C ve 100°C sıcaklıklarda kontrollü bir kuvvet uygulanarak çekme ve haddeleme işlemlerinden geçirilerek yönlendirilmiştir. Çekme Hızı 1 m/dakika olarak uygulanmıştır.

Aynı devirde dönecek şekilde birbirine bağlanan makara çapları oranı 1,25 dir. Dolayısı ile fiber %25 oranında uzama zorlanmasına maruz kalmaktadır. İşlem sonucu fiberlerde istenen yönde yönlendirme olup olmadığını kontrol edilmesi için çekme deney cihazında malzeme özellikleri incelenmiştir.



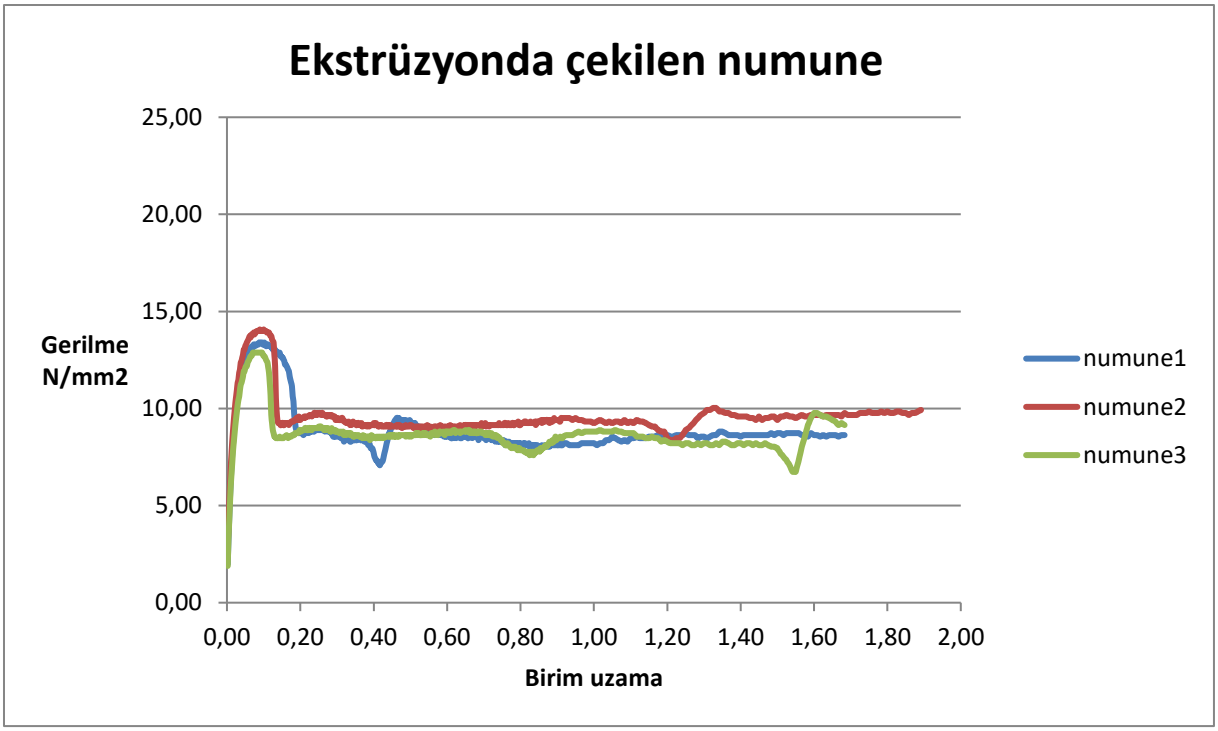
Resim-6 Fiber resimleri ve Çekme deneyi

Fiberlerin Yönlendirme işlemi sonucu kesitlerindeki ölçü değişimleri aşağıdaki tablodaki gibidir.

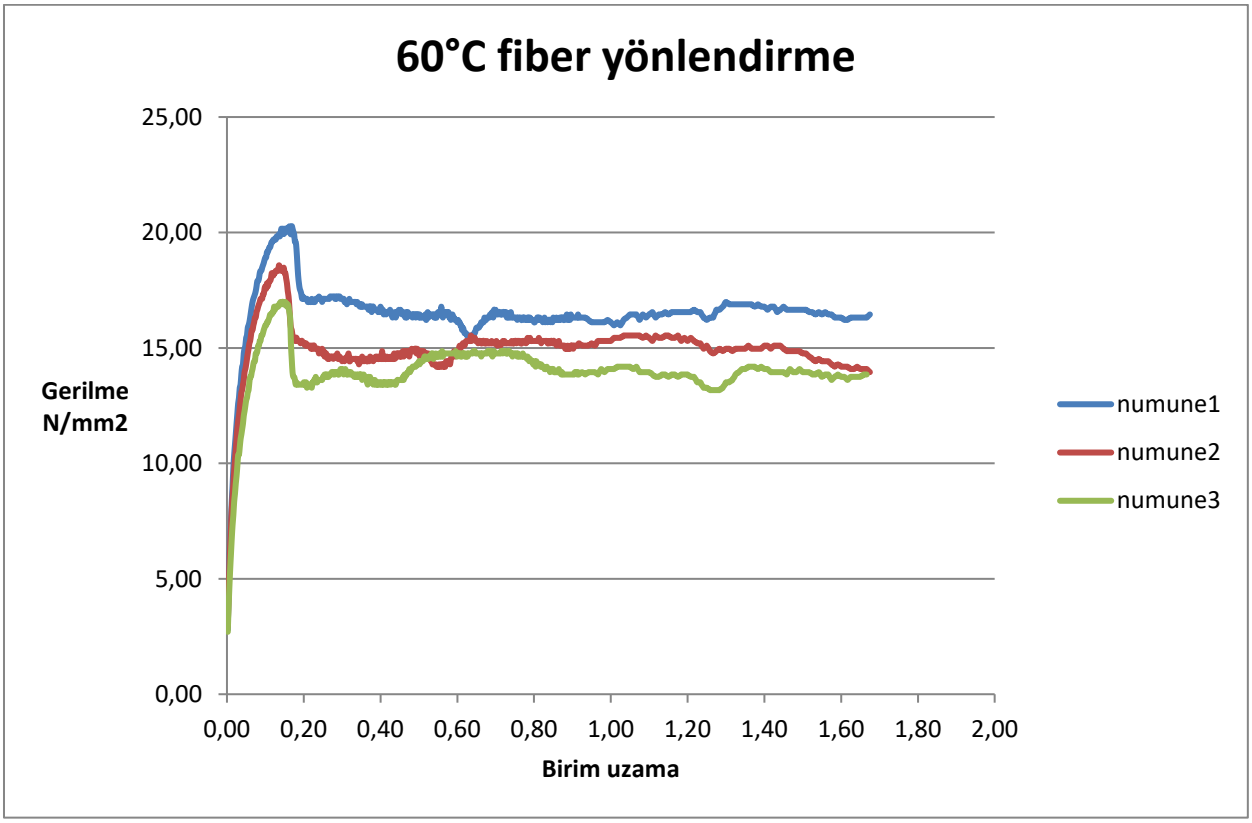
Tablo-1 Fiber yönlendirme ölçü değişim tablosu

Numune Kesit Ölçüleri		
	X (mm)	**Y** (mm)
Ekstrüzyondan çekilen numune	2,9	3,95
60°C yönlendirilmiş fiber	2,4	3,6
70°C yönlendirilmiş fiber	2,4	3,6
80°C yönlendirilmiş fiber	2,4	3,5
90°C yönlendirilmiş fiber	2,4	3,5
100°C yönlendirilmiş fiber	2,4	3,45

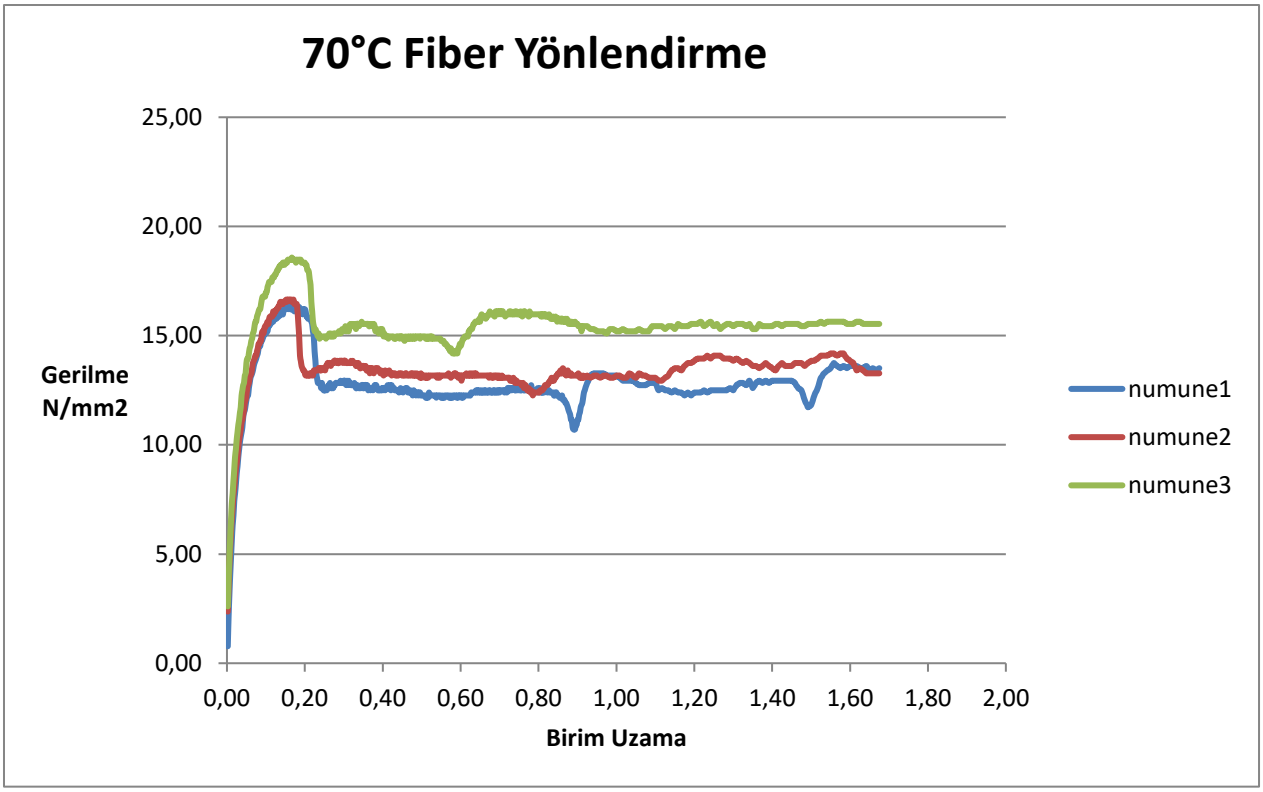
Fiberlerin Yönlendirme işlemi sonucunda, çekme deney cihazı ile elde edilen grafikler, aşağıdaki tablolardaki gibidir.



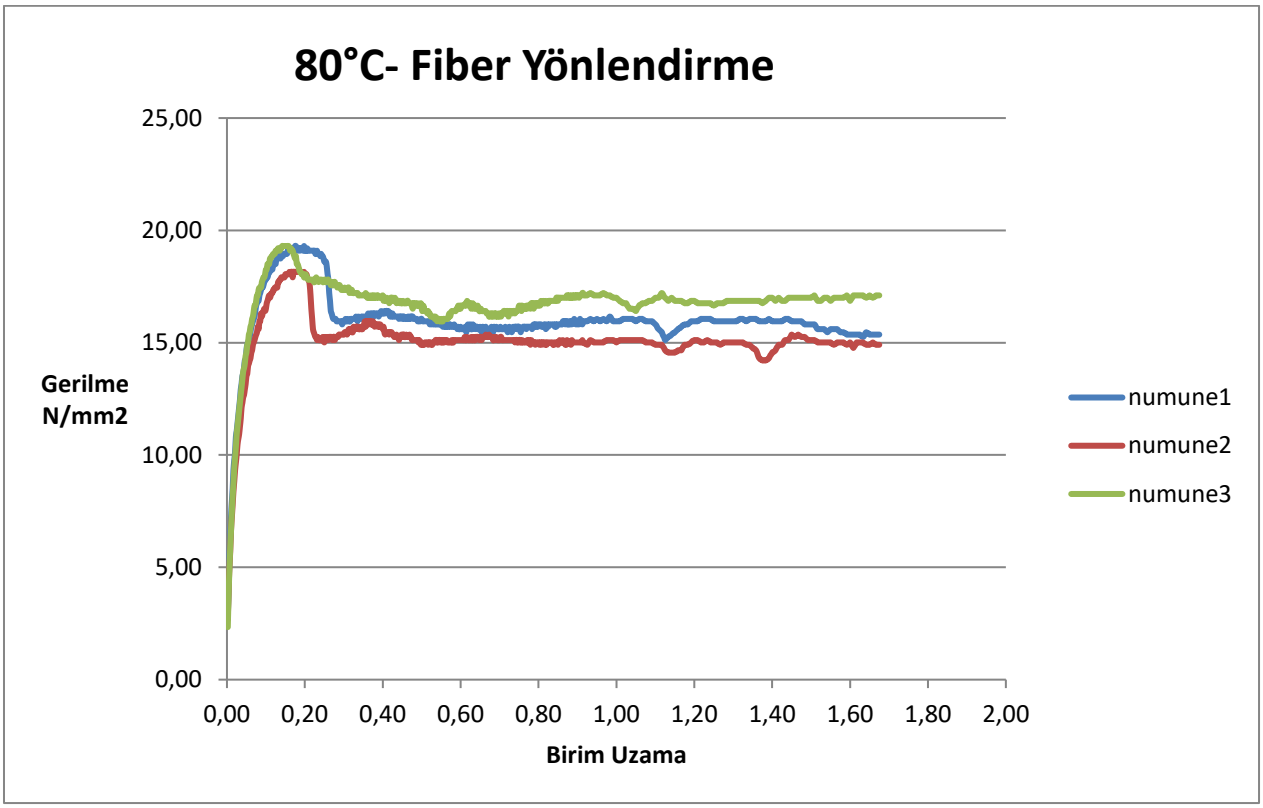
Şekil-6 Ekstrüderden çıkan normal fiber gerilme grafiği



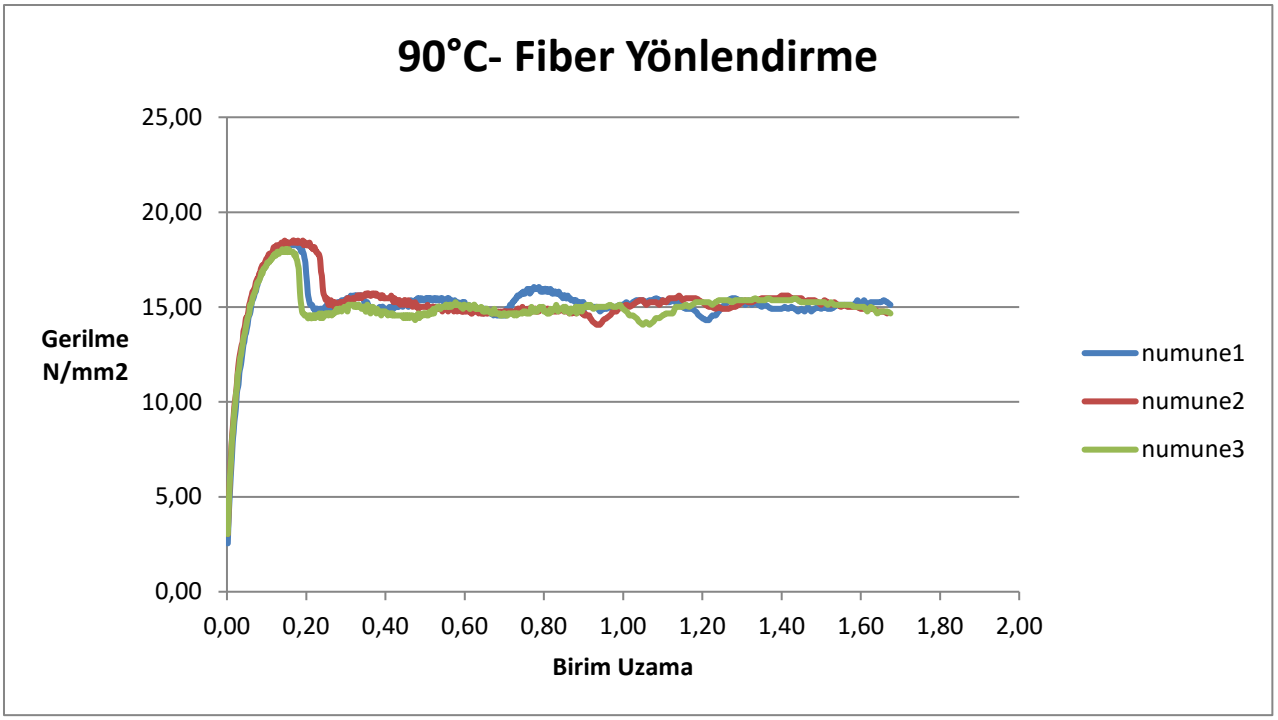
Şekil-7 60°C de yönlendirilmiş fiber gerilme grafiği



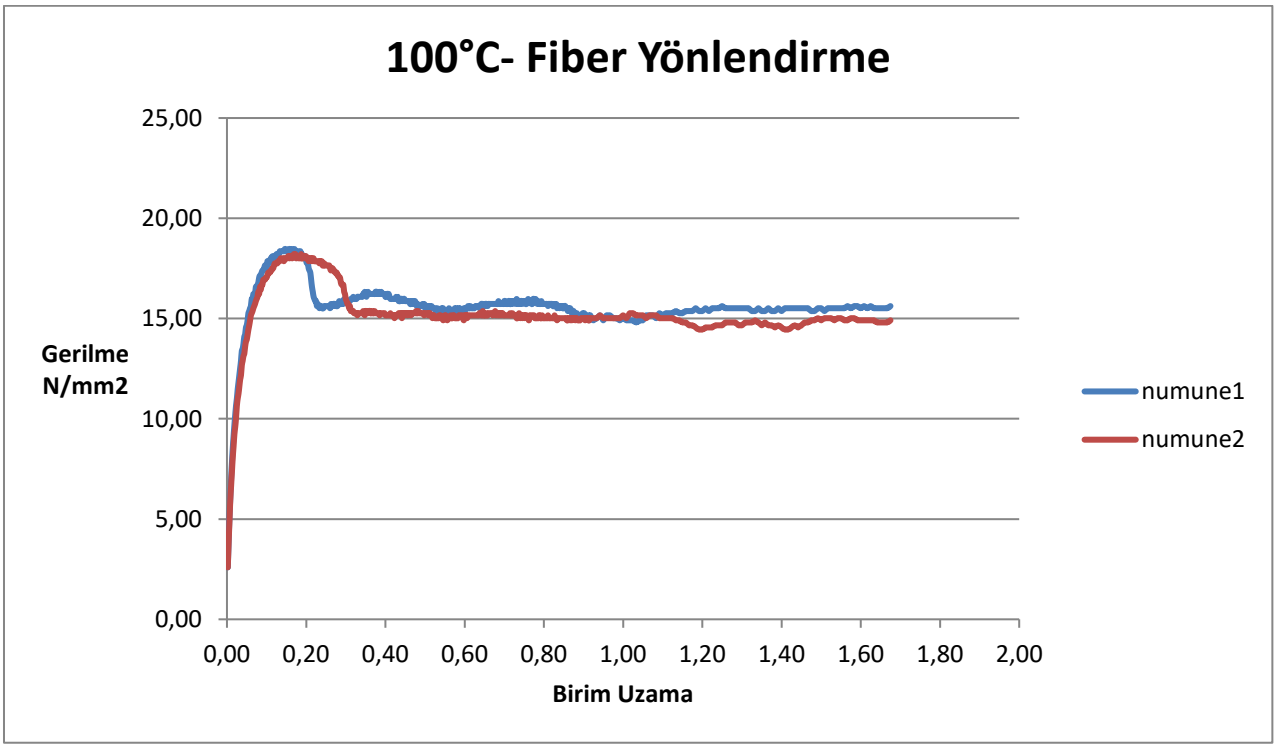
Şekil-8 70°C de yönlendirilmiş fiber gerilme grafiği



Şekil-9 80°C de yönlendirilmiş fiber gerilme grafiği



Şekil-10 90°C de yönlendirilmiş fiber gerilme grafiği



Şekil-11 100°C de yönlendirilmiş fiber gerilme grafiği

Bu grafiklere göre elde edilen Elastisite modül tablosu aşağıdaki gibidir.

Tablo-2 Fiberlerin elastisite modül tablosu

Elastisite modülü	**E** (MPa)
Ekstüzyondan çekilen numune	313
60°C yönlendirilmiş fiber	318
70°C yönlendirilmiş fiber	311
80°C yönlendirilmiş fiber	325
90°C yönlendirilmiş fiber	317
100°C yönlendirilmiş fiber	333

Fiberlerin HDPE orijinal malzeme tedarikçi beyanındaki yoğunluk değeri 0,959 gr/cm^3 tür. Ölçülen yoğunluk değerleri aşağıdaki tablodaki gibidir. Yoğunluklarda ciddi bir değişim görülmemektedir.

Tablo-3 Fiberlerin yoğunluk ölçüm tablosu

Yoğunluk Değerleri (gr/cm^3)		
	Ortalama yoğunluk	**% artış**
Ekstrüzyonda çekilen numune	0,938	0
60°C yönlendirilmiş fiber	0,946	0,9
70°C yönlendirilmiş fiber	0,943	0,5
80°C yönlendirilmiş fiber	0,940	0,2
90°C yönlendirilmiş fiber	0,940	0,2
100°C yönlendirilmiş fiber	0,940	0,2

Fiberlerin HDPE orijinal Malzeme tedarikçi beyanındaki MFI değeri 0,55 gr/10 dak dır. Ölçülen MFI değerleri aşağıdaki tablodaki gibidir. MFI değerlerinde de ciddi bir değişim gözlenmemiştir.

Tablo-4 Fiberlerin MFI ölçüm tablosu

190°C/5 kg - MFI Ölçümleri (gr/10 dak)	
	MFI
Ekstrüzyonda çekilen numune	0,502
60°C yönlendirilmiş fiber	0,509
70°C yönlendirilmiş fiber	0,483
80°C yönlendirilmiş fiber	0,49
90°C yönlendirilmiş fiber	0,502
100°C yönlendirilmiş fiber	0,501

3. SONUÇLAR

Test sonuçları değerlendirildiğinde, Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) malzemeden elde edilen fiberlerin yönlendirilmesi çalışmasında 80°C ve 90 °C sıcaklılarda elde edilen fiberlerin çekme gerilmeleri orijinal haline göre %50-60 civarında artmıştır. Yoğunluk ,MFI ve Elastiklik modülü değerlerinde çok ciddi bir değişiklik tespit edilmemiştir. 100°C sıcaklıktaki fiber yönlendirme işleminde kararlı ürün elde edilmesi problemlidir. En uygun değerler 80 ve 90 °C sıcaklıklarda elde edilmiştir. Sonuç olarak elde edilen fiberlerde yoğunluk ve MFI değerlerinde ciddi bir değişiklik olmamıştır. Çekilen numunelerin Elastiklik modülü ve çekme mukavemetinde %50 ile 60 oranında artış tespit edilmiştir. MC Sobieraj ve ark. yaptıkları çalışmada implant yapımında kullanılan yönledirilmiş UHMPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) malzemenin çekme dayanımını %40 ile %80 oranında arttışını gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir. Bu değerler üretim yöntemine ve çapraz bağ oluşumu için kullanılan yönteme bağlı olarak değişmektedir.

KAYNAKLAR

1- A. R. Bunsell , P. Schwartz, 2009 Handbook of Tensile Properties of Textile and Technical Fibres
2- H. Emre Oktay1 ve Ercan Gürses2- YARI KRİSTAL POLİMER MALZEMELERİN ÇOK ÖLÇEKLİ MODELLENMESİ- XVIII. ULUSAL MEKANİK KONGRESİ 26 - 30 Ağustos 2013, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa
3- H A McKenna , J. W. S. Hearle , N O'Hear 2004- Handbook of Fibre Rope Technology- Woodhead Publishing
4- MC Sobieraj, CM Rimnac -2013- Ultra High Molecular Weight Polyethylene: Mechanics, Morphology, and Clinical Behavior- J Mech Behav Biomed Mater
5- Roiter, Y.; Minko, S. (2005). "AFM Single Molecule Experiments at the Solid-Liquid Interface: In Situ Conformation of Adsorbed Flexible Polyelectrolyte Chains". Journal of the American Chemical Society. 127 (45): 15688–15689. doi:10.1021/ja0558239. PMID 16277495.

ANALYZING SINGLE ACCEPTANCE SAMPLING PLANS BASED ON NEUTROSOPHIC POISSON DISTRIBUTION

Gürkan Işık
Yıldız Technical University / Department of Industrial Engineering
gurkan_isik@msn.com ORCID: 0000-0002-5297-3109

İhsan Kaya
Yıldız Technical University / Department of Industrial Engineering
iekaya@yahoo.com ORCID: 0000-0002-0142-4257

Abstract
Acceptance sampling plans (ASPs) are used to control the conformity of the outputs of the production processes with the related quality specifications. Based on these approaches, instead of the inspection of all of the population, a small sample size is used for inspection. The classical acceptance sampling plans use certain mass quality metrics and quality specifications. However, these may not be certain in some real world applications due to including uncertainties. For this aim, the fuzzy set theory (FST) is generally used to model the uncertainty of the real world problems. Thus, fuzzy acceptance sampling plans were also offered in the literature by using mass quality metrics as fuzzy sets. The sampling plans based on FST in the literature are generally formulated with α-cut approach which is used for defuzzification of the fuzzy numbers to the interval sets to be able to solve the problem with certain values for the upper and the lower limits of the intervals. One of the fuzzy extensions named neutrosophic sets (NSs) can be used to increase sensitiveness and flexibility of ASPs. NSs include three terms, truthiness (t), indeterminacy (i) and falsity (f) and cover inconsistent data cases. These definitions bring an advantage that includes more information and sensitiveness about ASPs. In this study, single acceptance sampling plans is formulated based on NSs for Poisson distribution for the first time. The main formulations and procedures have been re-designed and a numerical example is presented.

Keywords: Acceptance sampling plans, Fuzzy sets, Neutrosophic sets, Poisson distribution

1. INTRODUCTION

Checking the conformance of the production outputs to the quality specifications is very important. However, inspecting of all the produced items is too costly and time consuming. Acceptance sampling offers to inspect a small set of items to decide on the quality of the produced items, if a specified producer's risk (α) and consumer's risk (β) is acceptable for a product. According to common definitions, α is the probability of rejecting a lot in which the defective ratio (p) of the lot is the same as the producer's acceptable quality level and β is the probability of accepting a lot in which the p of the lot equals the lot tolerance proportion defective (Chun and Rinks, 1998). Acceptance sampling plans are used for accepting and rejecting the parties depending on the result of the inspection of a sample.

The defective ratio of the items is stated as a certain value in classical sampling plans. However, this information may have some uncertainty in real world applications. Some studies have been conducted to reformulate the sampling plans with fuzzy defective ratio information because the fuzzy logic is used for formulating the uncertainty. The modeling of the uncertainty in fuzzy theory is built on the term "membership" which is the main difference of the classical logic and fuzzy logic. In classical logic, statements are answered by using two absolute values; 0 and 1. This approach is incapable of modeling the uncertainty in the nature and engineering problems. Fuzzy logic, defines the uncertainty level with a membership function ($\mu(x)$) by using a continuous variable(x) inside $[0,1]$ interval in a space (X). A simple fuzzy set is stated as in Eq.1 (Zadeh, 1965; Kahraman et al, 2018). To verbalize, it can be said that if the uncertainty is high, the membership value increases, vice versa.

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \epsilon X)\} \quad (1)$$

Despite the fact that the fuzzy set theory is a good approach to model uncertainty, some extensions are needed for better modeling in some cases. Neutrosophic sets (NSs) are an extension of fuzzy sets having three terms for membership (truthiness), non-membership (falsity) and indeterminacy. Having indeterminacy term and tackling with inconsistent data case makes the neutrosophic logic is similar to human thinking. For this reason it gives good results to model uncertainty related with the problems having human factor. There are some studies arguing that they are formulated the sampling plans with NSs but none of them have indeterminacy term and inconsistent data case at the same time in problem definition and formulations. In the literature the term indeterminacy is ignored by making some assumptions for analyzing acceptance sampling plans (ASPs) based on NSs. There are no studies using fuzzy set extensions in the formulation of the sampling plans. For this aim, this paper aims to design of ASPs based on NSs and the single sampling plans are re-formulated based on Poisson distribution while item defections are defined by using NSs. The rest of this paper has been organized as follows: Section 2 includes brief information about sampling plan and ASPs. The NSs have been detailed into Section 3. Poisson distribution based on NSs has been analyzed into Section 4. A numerical example is detailed into Section 5. Section 6 indicates the obtained results and future research directions.

2. ACCEPTANCE SAMPLING PLANS AND SINGLE SAMPLING PLAN

Acceptance sampling plan is a specific plan that clearly states the rules for sampling and the criteria for acceptance to reach a specified quality level by inspecting only a small set of items called sample size instead of all items or population. Determination of plan parameters sample size (n) and allowable defective item count (c) is an essential issue to obtain a high accuracy of product inspection and reduce the inspection cost. Because the consumer does not want to accept a bad lot and the producer does not want to reject a lot having acceptable quality level (AQL). Operating characteristic (OC) can be stated with a curve in a graph between defect ratio (p) and probability of party accepting (P_a) axes. Plan parameters (n and c) are determined by using OC curve, producer's risk (α) and consumer's risk (β). A good sampling plan should have lot acceptance probability (Pa) as near as α (Montgomery, 2009). An example OC curve for a single sampling plan is shown in Figure 1.

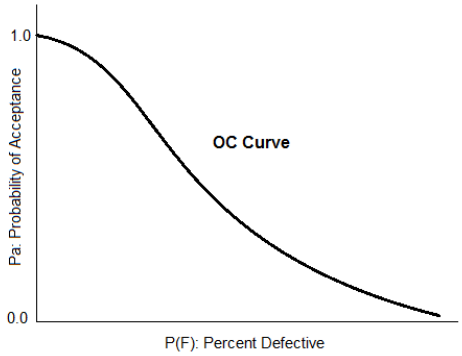


Figure 3. An Example OC Curve

The probability of accepting a party P_a is formulated for Poisson distribution as shown in Eq. (2) while defect frequency $\lambda = n.p$ (Montgomery, 2009).

$$P_a = P\{d \leq c\} = \sum_{d=0}^{c} \frac{\lambda^d e^{-\lambda}}{d!} \quad (2)$$

The average outgoing quality (AOQ) represents the long-term average fraction defective that the consumer will encounter for a given value of the incoming quality p. (AOQ) is calculated as shown in Eq.(3) (Montgomery, 2009):

$$AOQ = P_a.p = P_a.\lambda/n \quad (3)$$

It is sometimes needed to calculate the average number of inspection per lot while100 % inspection is performed for rejected lots. This average called as the Average total inspection (ATI) and can be found with the Eq.(4) (Montgomery, 2009):

$$ATI = n + (1 - P_a)(N - n) \tag{4}$$

3. NEUTROSOPHIC SETS

Type-1 fuzzy sets or classical fuzzy sets consider only the membership and only have $\mu(x) \in [0,1]$ in the membership function. Since non-membership is states as $1 - \mu(x)$, type-1 fuzzy sets are only usable in complete information case. Intuitionistic sets (ISs) have functions for both membership and non-membership. While $\mu(x) \in [0,1]$ is membership function and $\vartheta(x) \in [0,1]$ is non-membership function, the condition $0 \leq \mu(x) + \vartheta(x) \leq 1$ is satisfied (Atanassov, 2003). If the sum of membership and non-membership values is less than 1, it means incomplete information (Wang et al., 2005).
NSs are the generalized form of ISs. It handles membership (truthiness), non-membership (falsity) and indeterminacy cases independent from each other. This independency makes possible to use inconsistent data in modeling (Smarandache, 2005). NSs can be formulated as in Eq.(5) (Wang et al., 2010):

$$\begin{gathered}(t, i, f) = (truth, indeterminacy, falsehood) \\ 0 \leq t + i + f \leq 3, \quad t, i, f \in [0,1]\end{gathered} \tag{5}$$

For example, assume that winning chance in a match is asked to a supporter of a football team and he estimated % 60 winning chances. On the other hand, a supporter of opposite team estimated %70 winning chances to his own team while an objective expert is estimating %30 changes for tie. This is an inconsistent example because the total probability is %160. The cases having $t + i + f > 1$ cannot be modeled as ISs but can be modeled as NSs (Smarandache, 2005). Indeterminacy is considered by just NSs, so indeterminacy term is characteristic feature of NSs.

Truthiness, indeterminacy and falsity values can be real numbers or interval-valued numbers. If these are interval-valued numbers, the set is named as interval neutrosophic set and it is represented with three intervals. Summation of the biggest upper limits of these three intervals must between 0 and 3 (Wang et al., 2005). Representation of interval NSs is shown in Eq.(6):

$$\begin{gathered}x = \langle [T_{x_L}, T_{x_U}], [F_{x_L}, F_{x_U}], [I_{x_L}, I_{x_U}] \rangle \\ T_x, I_x, F_x \in [0,1] \\ 0 \leq \sup T_x + \sup \mathrm{F_x} + \sup \mathrm{I_x} \leq 3\end{gathered} \tag{6}$$

3.1. A Literature Analysis about Neutrosophic Sets and Acceptance Sampling

Some studies have been carried out in the literature on single sampling plans with the help of traditional fuzzy sets. These studies are commonly focused on Binomial and Poisson distributions. However, the studies using extensions of fuzzy set are very limited. There are no studies about fuzzy extensions type-2, intuitionistic, hesitant and Pythagorean fuzzy sets on sampling plans. There are only a few studies about NSs on sampling plans but none of them is about Poisson distribution.

(Divya 2012), (Jamkhaneh et al., 2011) and (Kahraman et al., 2016) have offered type-1 fuzzy single sampling plans for binomial and poisson distributions. They formulated and solved the sampling plan with α-cut approach. In α-cut approach, a threshold value is decided in terms of membership degree and the fuzzy set is cut from this level horizontally. The upper side is assumed as full member, and the lower membership degrees are ignored. In this way an interval-valued set is produced and the membership value can be stated as a crisp value (Garg, 2016). α-cut defuzzifies the fuzzy number and transforms to an interval valued number [a,b]. After this transformation, the acceptance sampling problem is solved twice with the upper limit (b) and the lower limit (a) of the interval valued number. This approach is demonstrated in Figure 2:

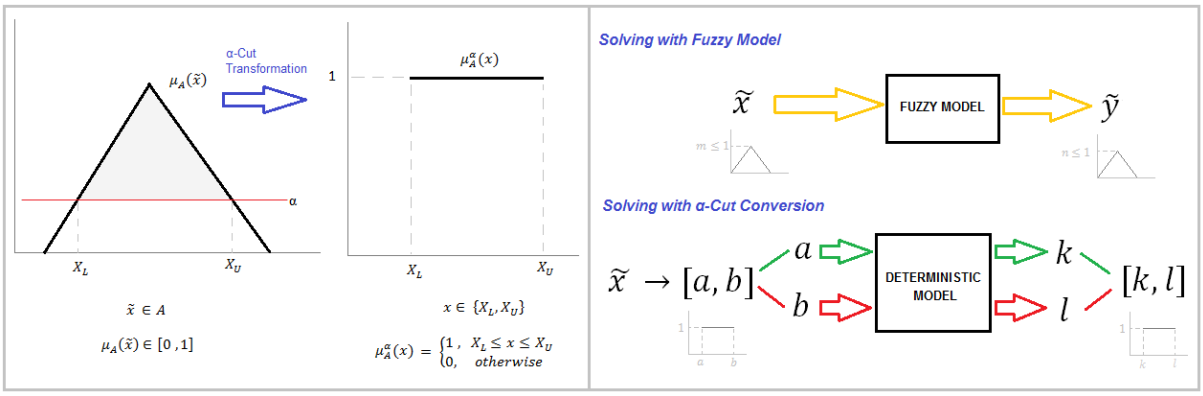


Figure 2. Solving a Fuzzy Problem with α-cut Approach

Some studies about NSs on variable acceptance sampling plans were performed to find n and c by using a non-linear optimization model. In (Aslam, 2019), a population having normal distribution was used. In (Aslam et al., 2019), sample size was determined by a similar non-linear model for a population having Pareto distribution. In (Aslam, 2018), similar study was also performed for a population having exponential distribution. In (Aslam, 2019), a similar study was conducted for a normally distributed population and it was formulated based on the correlation between real values and the observed values. In (Aslam, 2018), a similar study was analyzed for a population having unknown parameters. In (Aslam and Al-Marshadi, 2018), was constructed model for a population distribution with known mean and unknown variance. It can be said that none of these studies are directly related with NSs because they do not consider membership, non-membership, indeterminacy together and the models are not suitable with inconsistent information case. In (Aslam, 2019), the original problem was not neutrosophic but pre-steps of acceptance sampling plan was organized to convert it to neutrosophic data. Non-defective probability, indeterminate probability and defective probability were calculated by using sample mean and variance. This approach forced to satisfy $t + i + f = 1$equation, so it did not cover the inconsistent information case. Party acceptance, rejection and indeterminate probabilities were calculated by using the neutrosophic binomial distribution formula represented by (Smarandache, 2014). It should be noted that this formula gives the probability of the exactly x number success, but binomial acceptance sampling needs to find the total probability of at most c number defectives.

4. NEUTROSOPHIC POISSON SINGLE SAMPLING PLAN

In this section, an attribute sampling plan having certain plan parameters and neutrosophic defection status is offered based on Poisson distribution. Difference from classical acceptance sampling plans is considering the indeterminacy case as a defection status.
The parameters and notations can be explained as shown below:

A: A neutrosophic set for item defect such that $A = \{t, i, f\} = \{(P(S), P(I), P(F)\}$
$P(S)$: Non-defective probability
$P(I)$: Indeterminacy probability
$P(F)$: Defective probability
B: A neutrosophic set for test result such that $B = \{t, i, f\} = \{(P_a, P_i, P_r)\}$
P_a: Acceptance probability
P_i: Indeterminacy probability
P_r: Rejection probability
n: Sample size
N: Lot size
c: Number of maximum allowable defective item
I : Number of maximum allowable indeterminate item
d: Defective item count in a sample
i: Indeterminate item count in a sample

The proposed plan can be seen in Figure 3.

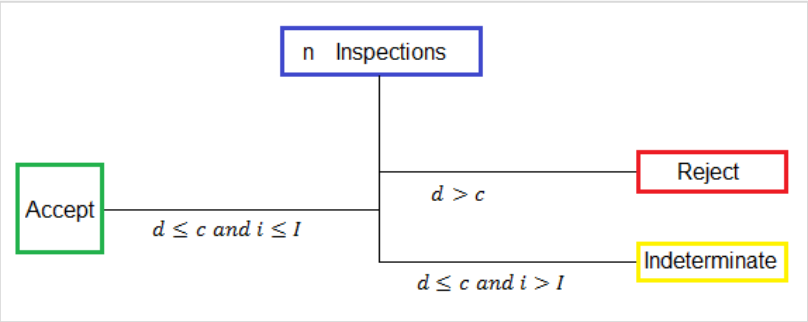


Figure 3. Proposed Single Sampling Plan

Formulation of single sampling plan based on Poisson distribution has two frequency values as defect frequency $\lambda_F = n.P(F)$ and indeterminacy frequency $\lambda_I = n.P(I)$. If the neutrosophic set A has inconsistency, the probability values should be normalized by dividing each of them with total probability to make $t + i + f = 1$. This normalization is offered by (Smarandache, 2014).

If maximum c pieces defective items, I pieces indeterminate items and at least $n - c - I$ pieces non-defective items are observed, the lot is accepted. To generate formulations, proof of Poisson distribution was extended by considering indeterminacy term in Eqs.(7) and (8).

$$\lim_{n\to\infty}\binom{n}{d}P(F)^d = \lim_{n\to\infty}\binom{n}{d}\left(\frac{\lambda_F}{n}\right)^d = \frac{n}{n}.\frac{n-1}{n}\ldots\frac{n-d+1}{n}.\left(\frac{\lambda_F^d}{d!}\right) = \frac{\lambda_F^d}{d!} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}\lim_{n\to\infty}\binom{n-i}{d}P(F)^d P(S)^{n-i-d} &= \lim_{n\to\infty}\binom{n-i}{d}\left(\frac{\lambda_F}{n}\right)^d\left(1-\frac{\lambda_I+\lambda_F}{n}\right)^{n-i-d}\\ &= \frac{n}{n}.\frac{n-1}{n}\ldots\frac{n-i-d+1}{n}.\left(\frac{\lambda_F^d}{d!}\right)\left(1-\frac{(\lambda_I+\lambda_F)}{n}\right)^{n-i-d}\\ &= \frac{\lambda_F^d}{d!}.e^{-(\lambda_I+\lambda_F)}\end{aligned} \tag{8}$$

By using results of the Eqs.7 and 8, the acceptance probability of lot (P_a) is calculated as shown in Eq. (9).

$$P_a = \sum_{d=0}^{c}\frac{\lambda_F^d}{d!}.\left[\sum_{i=0}^{\min(I,n-d)}\frac{\lambda_I^i}{i!}.e^{-(\lambda_I+\lambda_F)}\right] \tag{9}$$

The reject probability of lot (P_r) is also calculated as seen in Eq. (10).

$$P_r = \sum_{d=c+1}^{n}\frac{\lambda_F^d}{d!}.\left[\sum_{i=0}^{n-d}\frac{\lambda_I^i}{i!}.e^{-(\lambda_I+\lambda_F)}\right] \tag{10}$$

The indeterminacy probability (P_i) is derivate as shown in Eq.(11).

$$P_i = \sum_{i=I+1}^{n}\frac{\lambda_I^i}{i!}.\left[\sum_{d=0}^{\min(c,n-i)}\frac{\lambda_F^d}{d!}.e^{-(\lambda_I+\lambda_F)}\right] \tag{11}$$

The average outgoing quality (AOQ) is calculated as shown in Eq.(12).

$$AOQ = P_a.P(F) = P_a.\lambda_F/n \tag{12}$$

While calculating Average Total Inspection (ATI), two different strategies can be followed. If the business requires being pessimist, all the items are tested in case of indeterminacy. If the business allows being optimist, the items are not tested in case of indeterminacy. ATI in pessimist and optimist strategies can be calculated as in Eqs.(13) and (14).

$$ATI_{pessimist} = n + (P_r + P_i)(N - n) \quad (13)$$

$$ATI_{optimist} = n + (P_r)(N - n) \quad (14)$$

Operating Characteristic (OC) is formed as a surface depending on $P(F)$, $P(I)$ and P_a. Figure 3 shows OC surface for a plan having parameters $n = 30, c = 2, I = 2$.

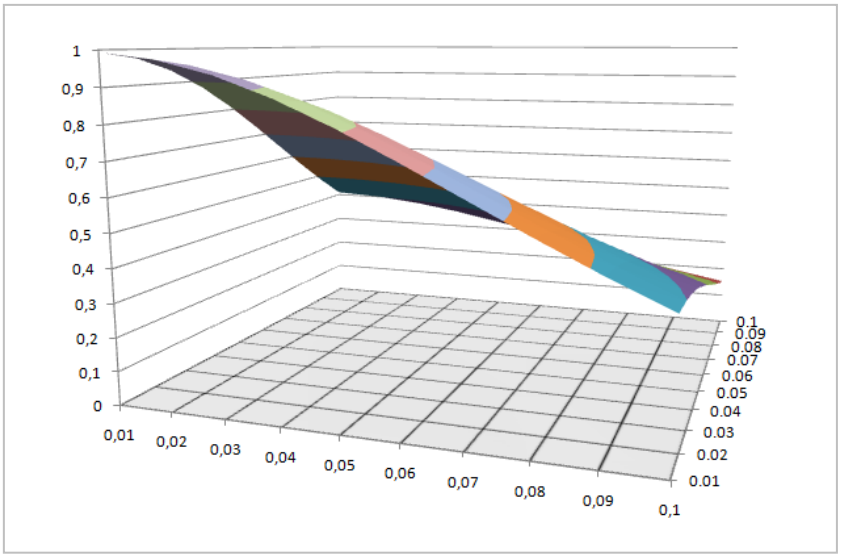


Figure 3. An Example OC Curve for Proposed Sampling Plan

4. A NUMERICAL EXAMPLE

In this section, the proposed plan is demonstrated based on example data. In the example data sets, items in the lot have three defective states: defective, non-defective and indeterminate. Depending on this, the plan has three possible outcomes: accept, reject and indeterminate. The plan have the parameters n and allowable item counts c and I. The lot size (N) is used in ATI calculations. A computer program was built to calculate P_a, P_r, P_i, AOQ and ATI values by using Eqs. (9-14). If the inspection result is indeterminate, the organization can follow two strategies. If the business dictates to be sensitive, all the items in the lot can be inspected in case of indeterminacy. For this reason, ATI pessimist and ATI optimist values are calculated for each data set. The obtained results have been summarized in Table 1.

Table1. Results of the Numerical Examples

Parameters							Results						
N	n	c	I	P(S)	P(F)	P(I)	P_a	P_r	P_i	Total Prob.	AOQ	ATI (Opt.)	ATI (Pes.)
500	30	3	2	0.95	0.05	0.05	0.779	0.057	0.164	1.000	0.037	57	134
500	30	2	2	0.95	0.04	0.02	0.862	0.118	0.020	1.000	0.034	85	95
500	30	2	2	0.83	0.03	0.04	0.781	0.080	0.139	1.000	0.026	68	133
1000	30	3	2	0.95	0.05	0.05	0.779	0.057	0.164	1.000	0.037	85	244
1000	30	2	2	0.95	0.05	0.05	0.683	0.173	0.143	1.000	0.033	198	337
1000	30	2	3	0.95	0.05	0.05	0.779	0.173	0.047	1.000	0.037	198	244
1000	30	2	2	0.95	0.04	0.02	0.862	0.118	0.020	1.000	0.034	144	164
1000	30	2	2	0.83	0.03	0.04	0.781	0.080	0.139	1.000	0.026	108	242
1000	100	5	3	0.95	0.04	0.02	0.681	0.209	0.110	1.000	0.027	288	387
1000	100	5	3	0.83	0.03	0.04	0.309	0.121	0.570	1.000	0.010	209	722

Table 1 shows solutions for both consistent and inconsistent data cases. The following can be inferred from Table 1:

- For all data sets $P_a + P_i + P_r = 1$ equation is reached because the input probabilities are normalized at the beginning.
- If c and/or I are increased in a plan, P_a increases.
- In inconsistent data case, relative greatness of $P(S)$ over $P(F)$ and $P(I)$ has a positive effect on P_a.
- Lot size change does not affect P_a, P_r, P_i and AOQ values while plan parameters are not changing. But it affects the ATI values.
- According to the plan shown in Figure 3, rejection is dominant to indeterminate case. This dominancy is shown in the fifth row of Table 1. While $c = I$ and $P(F) = P(I)$, P_r is observed bigger than P_i.

5. CONCLUSION

Acceptance sampling is an efficient quality control technique in terms of time and cost based on accepting and rejecting the parties by inspecting only a small set of sample instead of all population. ASPs are states the rules for sampling and the criteria for acceptance to satisfy decided consumer's and producer's risks. However, the defective ratio of the items in a lot may contain uncertainty. Fuzzy logic is used in some studies to reformulate the sampling plans with type-1 fuzzy defective ratio information. The studies using extensions of the fuzzy set theory in ASPs are very limited. NSs have a big advantage on modeling real case problems having uncertainty related with human factors. Because concerning indeterminacy and covering inconsistent data case makes it similar to human thinking. In this study, single sampling plans having certain plan parameters and neutrosophic defection status are offered for Poisson distribution in the first time. The main formulations of ASPs for single sampling have been derivate based on NSs. As a future study, these plans can be extended for double sampling plans and the other distributions can be analyzed based on NSs. Also similar formulations can be analyzed based on interval NSs.

REFERENCES

Aslam, M. 2019. A new attribute sampling plan using neutrosophic statistical interval method. Complex & Intelligent Systems, pp. 1-6.

Aslam, M. 2018. A new sampling plan using neutrosophic process loss consideration. Symmetry , p. 132.

Aslam, M. 2019. A Variable Acceptance Sampling Plan under Neutrosophic Statistical Interval Method. Symmetry, p. 114.

Aslam, M. 2018. Design of sampling plan for exponential distribution under neutrosophic statistical interval method. IEEE Access, pp. 64153-64158.

Aslam, M. 2019. Product Acceptance Determination with Measurement Error Using the Neutrosophic Statistics. Advances in Fuzzy Systems.

Aslam, M., & Al-Marshadi, A. 2018. Design of sampling plan using regression estimator under indeterminacy. Symmetry, p. 754.

Aslam, M., Khan, N., & Al-Marshadi, A. H. 2019. Design of Variable Sampling Plan for Pareto Distribution Using Neutrosophic Statistical Interval Method. Symmetry, p. 80.

Atanassov, K. T. 2003. Intuitionistic Fuzzy Sets Past, Present and Future. EUSFLAT Conf., pp. 12-19.

Chun, Y. H., & Rinks, D. B. 1998. Three types of producer's and consumer's risks in the single sampling plan. Journal of Quality Technology, 30(3), pp. 254-268.

Divya, P. 2012. Quality interval acceptance single sampling plan with fuzzy parameter using poisson distribution. Int. J. Adv. Res. Technol, 1(3), pp.115-125.

Garg, H. 2016. An Integrated Framework to Analyze the Performance of Process Industrial Systems Using a Fuzzy and Evolutionary Algorithm. Intelligent Decision Making in Quality Management , pp. 141-177.

Jamkhaneh, E. B., Gildeh, B. S., & Yari, G. 2011. Acceptance single sampling plan with fuzzy parameter. Iranian Journal of Fuzzy Systems, pp. 47-55.

Kahraman, C., Bekar, E. T., & Senvar, O. 2016. A Fuzzy Design of Single and Double Acceptance Sampling Plans. C. Kahraman, & S. Yanık içinde, Intelligent Decision Making in Quality Management Switzerland: Springer, pp. 179-211.

Kahraman, C., Oztaysi, B., Onar, S. Ç., & Öner, S. C. 2018. Fuzzy Sets Applications in Complex Energy Systems: A Literature Review. In Energy Management—Collective and Computational Intelligence with Theory and Applications, pp. 15-37.

Montgomery, D. C. 2009. Introduction to Statistical Quality Control, Wiley.
Smarandache, F. (2014). Introduction to neutrosophic statistics. Infinite Study.
Smarandache, F. (2005). Neutrosophic set-a generalization of the intuitionistic fuzzy set. International journal of pure and applied mathematics, p. 287.
Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y., & Sunderraman, R. 2010. Single valued neutrosophic sets. Infinite Study, 10-14.
Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y.-Q., & Sunderraman, R. 2005. Interval Neutrosophic Sets and Logic:Theory and Applications in Computing. Infinite Study.
Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy Sets. Information and Control , 338-353.

KORONAVİRÜS TESPİTİNDE BİYOMEDİKAL CİHAZLARIN ETKİSİ

Yasin İLHAN
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği
yasin.ilhan@saglik.gov.tr

Arif ÖZKAN
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği
arif.ozkan@kocaeli.edu.tr

Özet
2019 yılının Aralık ayında Çin'in Vuhan kentindeki hayvan pazarlarında ortaya çıkan Koronavirüs önce hayvanlardan hayvanlara daha sonrasında hayvanlardan insana ve en sonunda ise insandan insana bulaşarak hayatımızı etkisi altına almıştır. Bu virüsün tespitinde ise biyomedikal teknoloji niteliğindeki cihazların çok önemli bir yere sahip olduğu bir kez daha anlaşılmış olmaktadır. Bu teknolojilerin aktif kullanılması ile koronavirüs tespitinde antijen ve enfeksiyona karşı oluşan antikorlardan yararlanılmaktadır. Koronavirüse yakalanan kişilerin teşhis edilmesi PCR (Polymerase Chain Reaction) cihazları ve hızlı tanı kitleri aktif rol almaktadır. PCR cihazında teşhis nazafaringeal sürüntü yoluyla belirlenirken Hızlı Tanı kitlerinde ise kan yoluyla teşhis edilmektedir. Ancak, belirtilen teşhis yöntemlerinin başarı oranlarının düşük olması, teşhis sürecinin daha uzun olması, numune örneğine bağlı yanlış teşhislerin olması ve daha fazla insan gücüne ihtiyaç duyması gibi sebeplerden dolayı daha etkili, daha güvenilir ve daha kısa sürede gerçekleşen bir teşhis yöntemini gerekli kılmaktadır. Bireylere çekilen Bilgisayarlı Tomografi görüntüleri vasıtasıyla medikal görüntülerde hastalığa ait örüntü tanıma, görüntü işleme ve segmentasyon algoritmaları vasıtasıyla teşhiste başarı oranları %98 seviyelerine çıkarılan bir teknoloji ile Pandemi Süreci daha rahat yönetilebilecektir. Mevcut teşhis yöntemleri düşünüldüğünde başarı oranının düşük olması ve sistemin yönetilmesini zorlaştırması, Tomografi görüntülerinin manuel raporlanması düşünüldüğünde ise erken evreden kaynaklı belirsizlik, gürültü ve gözden kaçırma gibi faktörler yüzünden bulaş riskinin artması kaçınılmazdır. Yapay zekâ algoritmaları kullanarak tasarlanan tam otomatik sistem vasıtasıyla medikal görüntüleme teknolojisinin mevcut Koronavirüs teşhis yöntemlerine olan avantajları ve üstünlükleri bu çalışmada anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Koronavirüs, PCR, Bilgisayarlı Tomografi, Görüntü İşleme Teknolojisi

THE EFFECT BİOMEDİCAL DEVİCES IN CORONAVIRUS DETECTİON

Abstract
Appearing in animal markets in Wuhan, China in December 2019, Coronavirus first affected our lives by transmitting from animals to animals, then from animals to people and eventually from person to person. It is once again understood that biomedical technology devices have a very important place in the detection of this virus. With the active use of these technologies, antigens and antibodies against infection are used in coronavirus detection. Diagnosis of people with coronavirus PCR (Polymerase Chain Reaction) devices and rapid diagnostic kits play an active role. In the PCR device, the diagnosis is determined by nasopharyngeal swab, while in the Quick Diagnosis kits, it is diagnosed by blood. However, due to reasons such as low success rates of specified diagnostic methods, longer diagnostic process, false diagnoses due to sample sample and needing more manpower, a more effective, reliable and shorter diagnosis method is required. Pandemic Process can be managed more comfortably with a technology whose success rate in diagnosis is increased to 98% through medical recognition, image processing and segmentation algorithms in medical images through Computerized Tomography images. Considering the existing diagnostic methods, it is inevitable that the risk of transmission is increased due to factors such as low success rate and making the system difficult to manage, and manual reporting of tomography images, such as early stage uncertainty, noise and overlook. The advantages and advantages of medical imaging

technology over existing coronavirus diagnostic methods are explained in this study by means of a fully automated system designed using artificial intelligence algorithms.

Keywords: Coronavirus, PCR, Computed Tomography, Image Processing Technology

1. GİRİŞ

2019 yılının Aralık ayında, Çin'in Vuhan kentinde birdenbire sebebi açıklanamayan pnömoni(zatürre) olguları ortaya çıkmaya başladı. Yapılan çalışmalar , bu zatürre vakalarının daha önceden tanımlanmamış yeni bir tip Coronavirüs olduğunu ortaya çıkardı. Virüsün bu biçimine, 2019 yılında ortaya çıktığı için, Coronavirus 2019 yani COVID-19 denildi. Corona virüs aslında, hayvanlarda bolca rastlanan bir virüs çeşitidir. Son zamanlarda hastalığa neden olan virüsün kaynağının, ise Çin'in Vuhan kentinde bulunan Huanan deniz ürünleri pazarı olduğu düşünülmektedir.Önce hayvandan insana bulaşan virüsün insandan insana da yayılabildiği zamanla anlaşılmıştır[1]. Gündeme dünyayı etkisi altına alan Pandemi ile birlikte gelse de esasında coronavirüsler, farklı tipleri olan geniş bir virüs gurubudur. Genetik materyal olarak RNA taşır, hatta RNA taşıyan virüsler arasında en büyük genetik yapıya sahip olan virüs gurubudur. Coronavirüs, zarflı bir virüstür ve zarfının etrafından dışarıya doğru diken (spike) şeklinde çıkıntılara sahiptir. Bu yapı, ona elektron mikroskobu altında bakıldığında kraliyet tacı şeklinde bir görüntü verir. Bu nedenle de, virüse Latince kraliyet tacı anlamına gelen Corona ismi verilmiştir[2].

Koronavirüs hakkında şu ana kadar bilinen bilgiler doğrultusunda, semptomlar orta dereceli ya da şiddetli olabilmektedir. En çok gözlenen semptomlar; ateş, öksürük ve solunum güçlüğüdür. Burun akıntısı, coronavirüste bildirilmemiştir. Bu nedenle, burun akıntısı olmadan öksürük ve solunum güçlüğü ve ateş gözlendiğinde kesinlikle kalabalık yerlerden uzak durmak ve en kısa sürede sağlık kuruluşuna baş vurmak çok önemlidir. Ciddi coronavirüsü vakalarında ise zatürre, böbrek yetmezliği ve ölüm meydana gelir.

Sağlık tesislerine Koronavirüs semptomları ile başvuran kişilerin Koronavirüs tespitinde Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinin okunması ve nazafaringeal(geniz) sürüntü alınarak PCR(Polymerase Chain Reaction) cihazında analiz işlemleri kullanılmaktadır.Eğer birey koronavirüse yakalanmış ve vücut virüse karşı antikor üretmiş ise de hızlı tanı kitleri teşhiste aktif rol oynamaktadır.Mevcutta kullanılan teşhis yöntemlerinin güvenirliği,sürecin uzun olması ve yüksek maliyet içermesi yeni bir teşhis yönteminin varlığını kaçınılmaz kılmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 PCR Cihazları

"Isıl Döngüleyici", "Termal Döngüleyici", "DNA yükseltici" veya "DNA Amplifikatörü" olarak da bilinir[3]. DNA ve RNA parçalarını polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yoluyla amplifiye etmek için kullanılan bir araçtır. PCR cihazı, birbirinden ayrı önceden programlanmış adımlarda bir blok içerisindeki numunelerin sıcaklığını hassas ve hızlı bir şekilde arttırarak ve azaltarak, numunelerin denatürasyonunu ve çeşitli reaktiflerle tekrar bağlanmasını sağlar. Amplifiye edilmiş genetik materyal, klonlama, dizileme, ekspresyon analizi ve genotipleme gibi birçok alt uygulamada kullanılabilir.
Koronavirüs tespitinde PCR cihazlarına yönelik özel kitler bulunmaktadır. Bu kitlere yönelik protokol cihazda tanımlanarak teşhis işlemleri gerçekleştirilmektedir. Cihazda örnekler çalışılmadan önce kirli alanda bulunan Class II A Biyogüvenlik kabinlerinde numuneler hazırlanmakta daha sonrasında ise temiz alanda bulunan PCR kabinlerinde PCR işlemi için ön hazırlık gerçekleştirilmektedir.48-384 numune çalışabilen cihaz türüne göre 45-135 dakika arasında sonuçlar verilmektedir.%71 oranına sahip bir sensitivesi vardır[4]. Bu oran tıp uygulamalarında düşük bir oran olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden daha yüksek doğruluğa sahip sistemin tasarımı çok önemli bir hal almaktadır.

2.2 Hızlı Tanı Kitleri

Virüsün antijenleri ya da virüse karşı insan bağışıklık sisteminin geliştirdiği antikorlar taranır. Hem geniz ve burun sürüntüsünden hem kandan bakılabilmektedir.10-15 dakika sürelerde sonuç vermektedir. Geniz ve burun sürüntüsünden bakıldığı zaman aranan şey virüs antijenidir; kandan

bakıldığı zaman aranan şey ise virüse karşı gelişen antikor olarak karşımıza çıkmaktadır. Tamamen hamilelik testine benzeyen kit kişiye yönelik pozitif ve negatiflik değerlerini vermektedir. Şekil-1 de Hızlı Tanı Kiti örneği gösterilmektedir.



Şekil 1. Covid- 19 Antijen ve Antikor Tespiti Yapabilen Hızlı Tanı Kiti

Yine kitin numunenin yanlış alınması, virüsün erken evrede olması ve ayrıca akciğere inmesine bağlı olarak sürüntüde negatif çıkması sebeplerinden dolayı sistemin zayıf yönleriyle sistemin kullanımında şüphe uyandırmaktadır.

2.3 Bilgisayarlı Tomografi ve Görüntü İşleme Uygulamaları

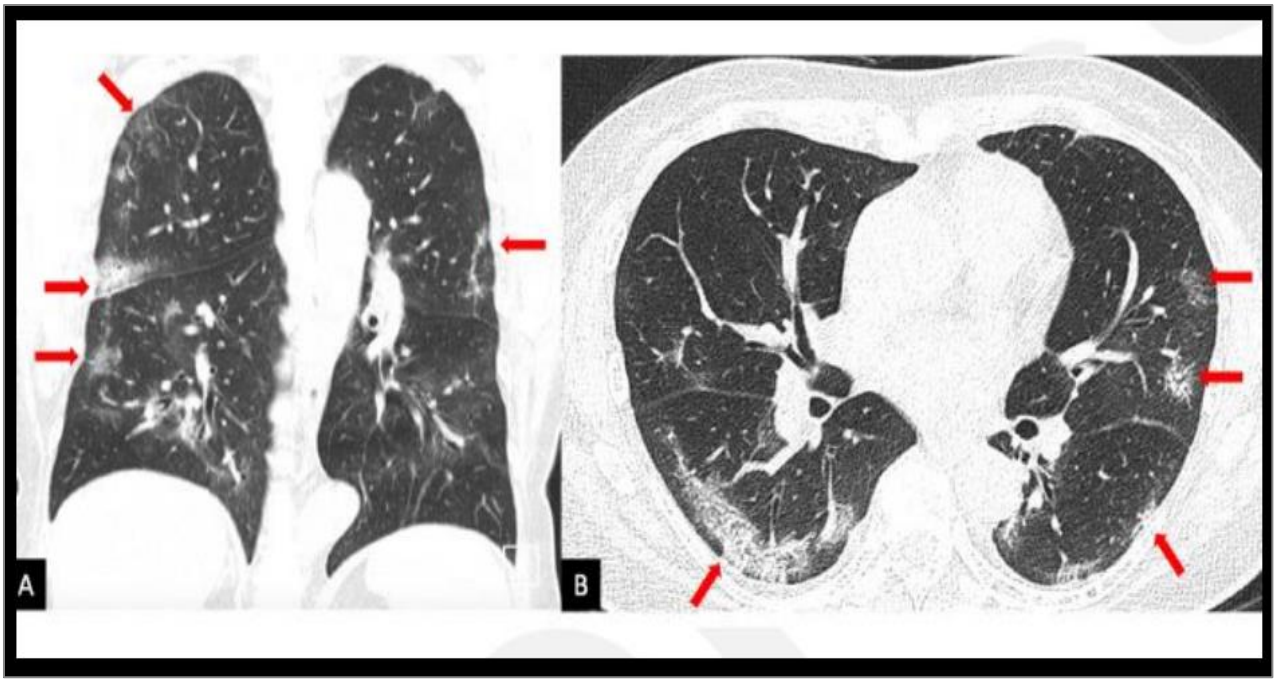
Toraks bilgisayarlı tomografisi (BT), PCR testi negatif COVID-19 hastalarında, erken dönemde duyarlı bir tanısal yaklaşımdır. COVID-19 testinin bulunmadığı, kaynakların kısıtlı olduğu durumlarda veya negatif olduğu durumlarda, görüntüleme hastanın daha hızlı triajına destek olmak için önerilmektedir.

Tomografi görüntüleri sağlık tesislerinde görevli radyologlar tarafından incelenmekte ve raporlanmaktadır. Koronavirüs teşhisinde ise Toraks bilgisayarlı tomografi görüntülerinde bulunan hastalığa özgü örüntülerden yararlanılmaktadır. Koronavirüse özgü tomografi görüntülerinde bulunan örüntüler ve oranları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Koronavirüse Özgü Tomografi Görüntülerinde Örüntüler ve Yüzdeleri

Ground Glass Opacification	%88
Bilateral Involvement	%88
Posterior Distribution	%80
Multilobar Involvement	%79
Peripheral Distribution	%76
Consolidation	%32

Bulguların seyrine bakıldığında; en ağır bulgular semptom başlangıcından ortalama 10 gün sonra görülür[5]. İlerledikçe buzlu cam opasitelerinin sayı ve boyutunda artış, tutulan lobların sayısında artış, kaldırım taşı manzarası, multifokal konsolidasyonların gelişimi, interlobüler septal kalınlaşmalar, plevral efüzyon görülebilir. Genelde hastalığın ikinci haftasından sonra, hastaların %75' inde görüntüleme bulgularında gerileme bildirilmiştir[6]. Şekil 2 ' de 65 yaşına sahip bir bireye ait buzlu cam opasitesi ve konsolidasyonu olan toraks akciğer tomografi görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2. (A) Koronal ve (B) Aksiyel Her Iki Akciğerin Periferinde Buzlu Cam Dansiteleri Ve Konsolidasyonu Olan Toraks Tomografi Görüntüsü

Koronavirüs tespitinde Tomografi Görüntülerine yönelik analiz çalışmalarına bakıldığında Ophir Gozes ve ark. tarafından Tomografi görüntülerinde derin öğrenme ile görüntü analizleri gerçekleştirilmiştir. Opasitelerden yararlanarak haritalama yapılmış olup; yapay zekâ algoritmaları kullanılarak koronivürüse yönelik skorlama ile tespit işlemi gerçekleştirilmiştir.%98.2 hassasiyet oranına sahip olduğu toplam örnek sayısından tespit edilmiştir[7].

Keelin Murphy ve ark. tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise; ön görüntü işlemede normalizasyon işlemi filtrasyon ve U-net algoritması ile akciğere ait segmentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.CNN(convolutional Neural Network) algoritması ile de sınıflandırma işlemi gerçekleştirilerek Covid pozitif ve negatif bireyler tespit edilmiştir[8].

Yine YITUTECH firması tarafından Cutting Edge tabanlı yapay zeka algoritması tabanlı çalışma ile 4D kontrastlı görüntüler elde edilerek 2-3 saniye gibi kısa sürelerde 100000 hasta tarama işlemi gerçekleştirilmiştir[9].

3. SONUÇ

Koronavirüs tespitinde mevcutta kullanılan PCR cihazı ve hızlı tanı kitleri düşük güvenirlilik, sürüntünün yanlış alınmasından dolayı hatalı sonuçların alınması ve kit bağımlı olunması gibi dezavantajlara sahiptir. Bununla birlikte PCR sisteminin uzun bir hazırlık süreci ve yüksek maliyetli bir alt yapı hazırlığından sonra işletilmesi gibi sebeplerden dolayı daha güvenilir ve daha maliyetsiz bir sisteme olan ihtiyacı doğurmaktadır. Bunun da Bilgisayarlı Tomografi görüntüleme teknolojisi ve yapay zeka tabanlı görüntü analiz yöntemleri olduğu aşikardır. Yeniden bir alt yapı hazırlığı oluşturmak yerine mevcutta ildeki hemen hemen her sağlık tesisinde kullanılan Bilgisayarlı Tomografi cihazlarından elde edilen çıktıları işleyecek bir arayüzle gerekli iş ve işlemleri yürütmek mevcuttaki bulaş riskini de minimuma indirmekte büyük fayda sağlayacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken yapay zeka ve derin öğrenme tabanlı kullanılacak yazılımların örneklem sayısının daha fazla artırılarak eksik yönlerinin geliştirilmesi Pandemi sürecinde hizmet kalitesi ve sürekliliği açısından büyük fayda sağlayacaktır. Sonuç olarak, yapay zeka ve derin öğrenme tabanlı oluşturulacak yazılımlar ile daha hassas, daha güvenilir, daha az insan gücüne sahip ve daha ucuz bir sistem kurulmuş olacaktır.

4. TARTIŞMA

Koronavirüs tespitinde kullanılan Biyomedikal teknoloji niteliğindeki sistemlere bütünüyle bakıldığında hızlı sonuç veren, maliyeti düşük ve Tıp literatüründe güvenilirliği ispatlanmış olması hem bulaş riski açısından hem de halk sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Koronavirüsle ilgili şu ana kadar bilinen bilgilerin kısıtlı ve yetersiz olması sistemin daha iyi bir şekilde yönetilmesine engel olmaktadır. Dolayısıyla yapay zekâ ve derin öğrenme tabanlı yazılımların ilerdeki günlerde artırılması ve mevcutta kullanılan yazılımların eksik ve zayıf yönlerinin giderilmesi daha güvenilir bir sistem yönetimini de beraberinde getirecektir. Örneklem sayısının artırılması yazılımların hassasiyetini ve doğruluk yüzdesini de olumlu şekilde etkileyecektir. Önemli olan bu sistemlere hızlı bir şekilde geçiş ve adaptasyon sağlanarak insan sağlığı ve hizmet kalitesi açısından daha etkili bir sağlık hizmeti verebilmektir.

TEŞEKKÜR

Kocaeli İl Sağlık Müdürlüğüne bağlı İzmit Seka Devlet Hastanesinde görevli Uz.Dr.Bora KALAYCIOĞLU'na desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] The World Health Organization,(2020), *Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report–44*, 4 Mart tarihinde www.who.int sitesi: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200304-sitrep-44-covid-19.pdf?sfvrsn=783b4c9d_2 adresinden alındı.

[2] Fehr A. (2015), S. Coronaviruses: An Overview of Their Replication and Pathogenesis. *Methods Mol Biol* ,1282, 1–23 .

[3] Xiang Q, Xu B, Fu R, Li D.(2005), Real Time PCR on Disposable PDMS Chip with a Miniaturized Thermal Cycler. *Biomedical Microdevices.;*7(4):273–9. pmid:16404505

[4] Fang Y. , Lin M. , Zhang H., Ji W., Pang P. , Xie J., Ying L. (2020), Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR,*Radiology*,1-4

[5] Guan H., Pan Y., Zhou S.(2020),Initial CT findings and temporal changes in patients with the novel coronavirus pneumonia (2019-nCoV): a study of 63 patients in Wuhan, China, *European Radiology,1-4*

[6] Pan Y. (2020), Time Course of Lung Changes On Chest CT During Recovery From 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia, Radiology, 295(3):200370

[7] Browning P., Adar M., Gozes O., Greenspan H., Ji W., Zhang H. ve ark.(2020), Rapid AI Development Cycle for the Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Initial Results for Automated Detection & Patient Monitoring using Deep Learning CT Image Analysis, *Electrical Engineering and Systems Science*,1-3

[8] Murphy,K., Smits H., Knoops,A. , Samson T. , Scholten E. , Schalekamp S. , ve ark.(2020), COVID-19 on the Chest Radiograph: A Multi-Reader Evaluation of an AI System,*Radiology*,1-5

[9] ITN,(2020), *Yitu Launches Ai Powered Intelligent Evaluation System Of Chest Ct For Covid-19,29* Mayıs tarihinde https://www.itnonline.com sitesi: https://www.itnonline.com/content/yitu-launches%c2%a0ai-powered-intelligent-evaluation-system-chest-ct-covid-19 adresinden alindi.

ALÜMİNYUM – SODA KİREÇ SİLİKAT CAM BİRLEŞTİRMELERİ

Mustafa Burak Telli
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi /Metalürji ve Malzeme Mühendisliği
mustafa.telli@kocaeli.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-8302-9615

Sercan Alkan
Kocaeli Üniversitesi/ Mühendislik Fakültesi / Metalürji ve Malzeme Mühendisliği
sercanalkansa@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8136-7805

Arzu Altınpınar
Kocaeli Üniversitesi/ Mühendislik Fakültesi / Metalürji ve Malzeme Mühendisliği
arzualtinpinar5@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7620-2299

Özet
Parabolik güneş enerji sistemlerinin alıcı kısımlarında kullanılan cam-metal birleştirmeleri bu sistemler için önemlidir. Bu çalışmada amaç; cam ve metal birleştirilmesi esnasında cam üzerinde düşük kalıntı gerilmeler oluşturmaktır. Cam malzeme soda kireç silikat, metal malzeme alüminyum (Al) olarak seçilmiştir. Soda kireç silikat cam ve Al; hava ortamında 700 °C' de alüminyumun sıvı faza geçmesiyle sıvı-katı ara yüzeyinde birleştirilmiş ve oda sıcaklığına soğutulmuştur. Birleştirilmiş soda kireç silikat cam/Al kesit numunesi ışık ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş ve enerji dağılım spektrometresi (EDS) analizi yapılarak cam-Al ara yüzünde gerçekleşen reaksiyonlar değerlendirilmiştir. Işık mikroskobu incelemesinde; cam üzerinde herhangi bir makro çatlak veya ara yüzeyde ayrılma görülmemiştir. SEM görüntülerinde ve EDS incelemelerinde ise camın birleştirme yüzeyinde Al içeriğinin yükseldiği görülmüştür. Ayrıca, kesit numunesi üzerinde Vickers sertlik izleri oluşturulmuş, çatlak boyu uzamalarından birleştirme sırasında camda oluşan gerilmeler en yüksek -63 MPa olarak hesaplanmıştır ve cam üzerinde oluşan gerilmelerin çok yüksek olmayan basma gerilmeleri olduğu görülmüştür. Bulunan kalıntı gerilmelerin ANSYS 14 çoklu fizik yazılımı programıyla yapılan modellemeler ile uyumlu olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Cam – Metal Birleştirmeleri, Alüminyum, Soda Kireç Silikat Cam, Kalıntı Gerilme Modellemeleri

ALUMINUM – SODA LIME SILICATE GLASS JOININGS

Abstract
Glass-metal joints used in the collector parts of parabolic solar energy systems are important for these systems. The purpose of this study; To create low residual stresses on glass during glass and metal bonding. Glass material is chosen as soda lime silicate, metal material is aluminum (Al). Soda lime silicate glass and Al; They are joined at the liquid-solid interface with the transition of aluminum to liquid phase at 700 ° C in air environment and cooled to room temperature. The combined soda lime silicate glass / Al section sample was examined with light and scanning electron microscopy (SEM) and the reactions in the glass-Al interface were evaluated by analyzing the energy distribution spectrometer (EDS). In light microscope examination; no macro cracks or broken interfaces were observed on the glass. In SEM images and EDS examinations, it was observed that the Al content increased on the joining surface of the glass. In addition, Vickers hardness indentations were formed on the section sample, the stresses formed in the glass during the joining from crack length elongations were calculated as the highest -63 MPa and it was observed that the stresses formed on the glass were not too high compression stresses. The residual stresses found were found to be compatible with the modeling made with the ANSYS 14 multi-physics software program.

Keywords: Glass – Metal Joining, Aluminum, Soda Lime Silicate Glass, Residual Stress Simulations

1.GİRİŞ

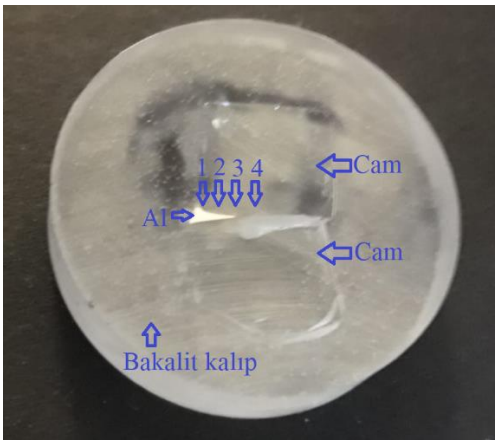
Günümüzde enerji sektöründe alternatif enerji dönüşüm sistemlerinin yaygınlaşması çevresel faktörler nedeniyle önem taşımaktadır. Güneş enerjisi elektrik üretiminde fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılan kaynaklardan biridir. Güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaşması kurulum maliyetlerinin düşürülmesiyle doğrudan ilişkilidir [1]. Bütün termal güneş enerji sistemleri genel olarak dört temel sisteme dayanmaktadır: kolektör (collector), alıcı (receiver), nakil-depo (transport-storage) ve güç dönüştürücü (power conversion). Kolektör güneş ışınlarını toplayıp alıcıya odaklar, alıcı odaklanmış güneş ışınlarını içerisinden geçen sıvı aracılığı ile dönüştürücüye gönderir, taşınan termal ısıl enerji bazı güneş enerji sistemlerinde depolanabilir bazı güneş enerji sistemlerde doğrudan dönüştürücüye gönderilerek elektrik enerjisine dönüştürülebilir [2]. Günümüzde yaygın olarak kullanılan parabolik oluk sistemler ısı taşıyıcı sıvı olarak bir tür yağ kullanırlar. Parabolik aynalar yardımıyla, merkez boyunca uzanan ısıl iletken borulara güneş ışınları odaklanır, bu boruların içinde bulunan sıvı yaklaşık 400 ℃ civarına kadar ısınarak ısıyı dönüştürücüye kadar taşır. Burada ısı enerjisi ısı taşıyıcı sıvıdan suya aktarılarak suyun buharlaşması sağlanır. Buharlaşan su yüksek basınç ile elektrik jeneratörünün türbinini döndürür ve elektrik üretimi gerçekleşir [2,3]. Alıcının iç kısmında odaklanmış güneş enerjisini absorbe eden metal tüp bulunmaktadır. Metal tüpü dışarıdan cam bir tüp sarmaktadır. Cam metal üzerinde ısı kaybını önlemek amacıyla bir vakum bölgesi oluştururken, güneş ışınlarını geçirerek metal tüpe ulaştırır. Vakum bölgesinin veriminde kritik önem taşıyan cam metal birleştirmesi ise cam ve metal tüplerin uç noktasında bulunur[1]. Literatürde kovar alaşımı ve borosilikat cam/metal birleştirmeleri termal genleşme eğrilerinin birbiri ile uyumu nedeniyle parabolik oluk alıcılarda kullanılmak üzere başarılı bir şekilde geliştirilmiştir [4]. Birleşme için malzeme seçilirken maliyet de göz önünde bulundurulmalıdır. Maliyeti düşürmek için daha yaygın kullanılan malzemeler seçilebilir. Çalışmada metal malzeme olarak alüminyum(Al), cam malzeme olarak soda kireç silikat cam seçilmiştir. Alüminyumun seçilme nedeni yüksek korozyon dayanımı ve düşük ergime sıcaklığıdır. Soda kireç silikat camın seçilme nedeni yaygın kullanımı ve düşük maliyetidir.

2.MATERYAL VE METOD

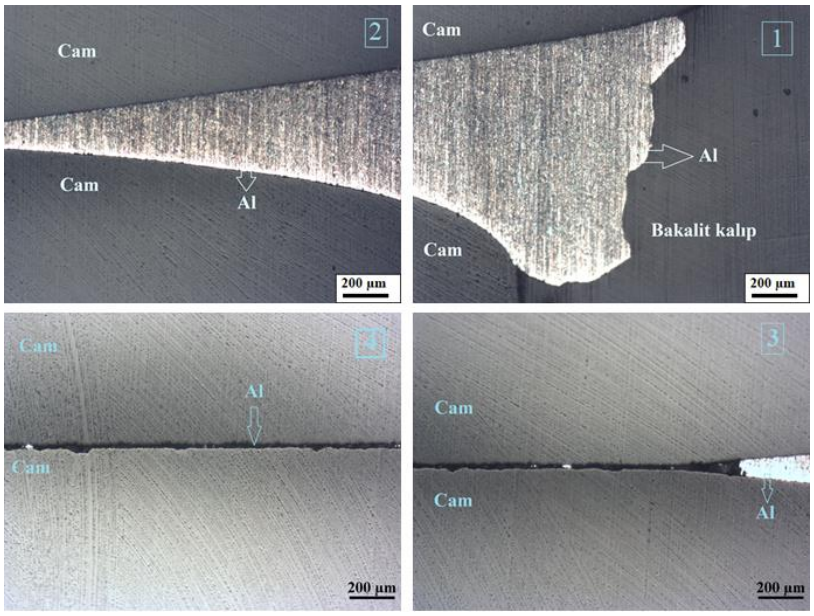
Deneylerde soda kireç silikat cam(Schott Ar Glass) ve Alüminyum(%99.9 saflıkta) kullanılmıştır. Numunede kullanılacak boyutlarda cam hassas elmas kesici disk kullanılarak kesilmiştir. Kesilen cam parçalar 600, 1200 ve 2500 numaralı SiC zımpara kağıtları, Al 1200 numara zımpara kağıdı ile zımparalanmıştır. Alüminyum kalınlığı 0.25 mm, cam kalınlığı 1 cm seçilmiştir. Birleşme işlemi 700 ℃ sıcaklıkta silindirik 2 cam arasında alüminyum olarak sandviç yapıda gerçekleştirilmiştir. Birleştirme işlemi için Nabertherm fırın 30 dakikada 700°C sıcaklığa ısıtılmıştır. 700°C sıcaklıkta 30 dakika sürede birleşme gerçekleştirilmiştir. Birleşme sonrası 2 saatte oda sıcaklığına soğuma gerçekleştirilmiştir. Birleşme sonrası fırından alınan numune bakalit kalıba alınmıştır. Kalıba alınan numune 600,1200 ve 2500 numaralı zımpara kağıtları ile zımparalanarak kesit numunesi hazırlanmıştır. Kesit numunesi optik mikroskop incelemeleri, taramalı elektron mikroskobu incelemeleri, EDS analizi ve Vickers sertlik deneyleri yapılmak üzere hazırlanmıştır. Optik mikroskop incelemeleri için Zeiss Axiotech ışık mikroskobu, SEM incelemeleri için JEOL 6060 Tarama elektron mikroskobu kullanılmıştır. SEM incelemelerinde cam üzerinde oluşabilecek şarj etkilerini azaltmak için kesit numunesi yüzeyi Bal-Tech sputter düzeneği kullanılarak ince bakır tabakası ile kaplanmıştır. EDS analizleri IXRF EDX Mikroanaliz Sistemi kullanılarak yapılmıştır. Vickers sertlik deneyleri mikrosertlik cihazında 1KgF yük altında sertlik izleri açılmıştır. Açılan sertlik izlerinden çatlak uzamaları ölçülmüştür. Ölçülen çatlak uzamalarından hesaplanan kalıntı gerilmeler ANSYS 14 çoklu fizik programında yapılan modellemeler ile karşılaştırılmıştır.

3. SONUÇ

Kesit hazırlama sırasında herhangi bir makro çatlak veya cam – metal arayüzeyinde ayrılma görülmemiştir (Şekil 1). Hazırlanan kesit numunesinden şekil 1'de gösterilen 4 noktadan optik mikroskop görüntüsü alınmıştır. Alınan görüntülerde herhangi bir mikro çatlak veya arayüzeyde ayrılma görülmemiştir. Ayrıca reaksiyon katmanı oluşmadığı görülmüştür. (Şekil 2).

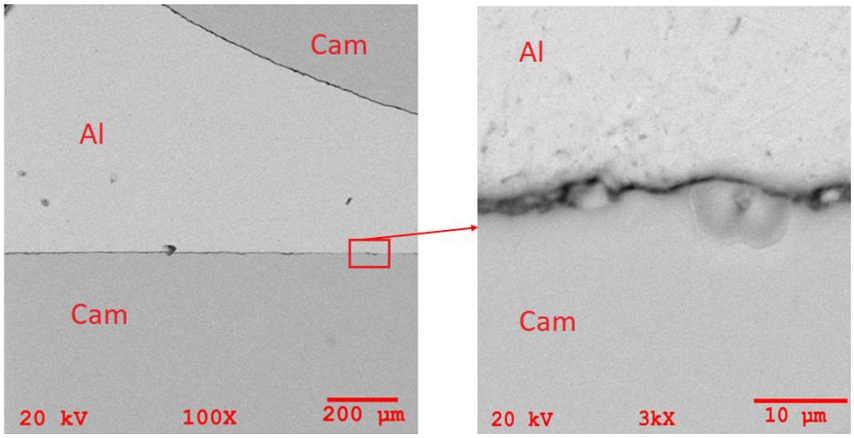


Şekil 1. Hazırlanan kesit numunesinden alınan optik mikroskop görüntüsü bölgeleri



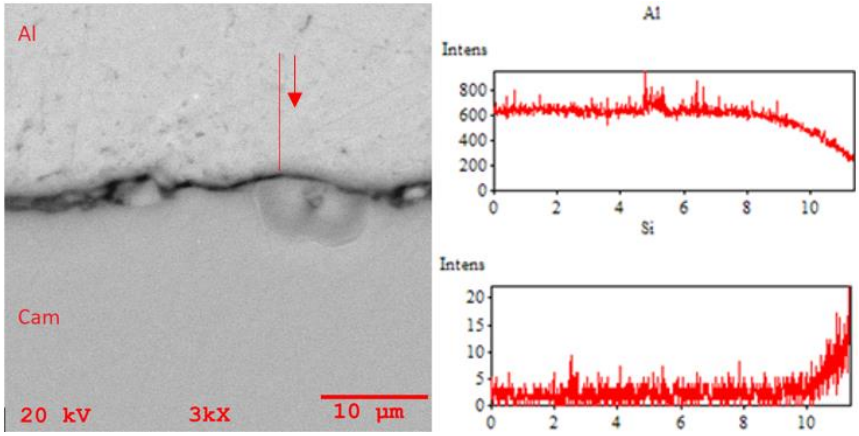
Şekil 2. Şekil 7'de verilen 4 noktadan optik mikroskopta 5x büyütmede alınan aydınlık alan görüntüleri

Al – cam birleşme bölgesinden 100x ve 3000x büyütmelerde geri saçılmış elektronlar(BSE) kullanılarak SEM görüntüleri alınmıştır. Alınan görüntülerde mikro çatlak ve arayüzeyde reaksiyon katmanı görülmemiştir. 3000x büyütmede alınan SEM görüntüsünde birleştirme yüzeyine yakın cam içerisinde kristal yapılı bölgeler görülmüştür (Şekil 3).

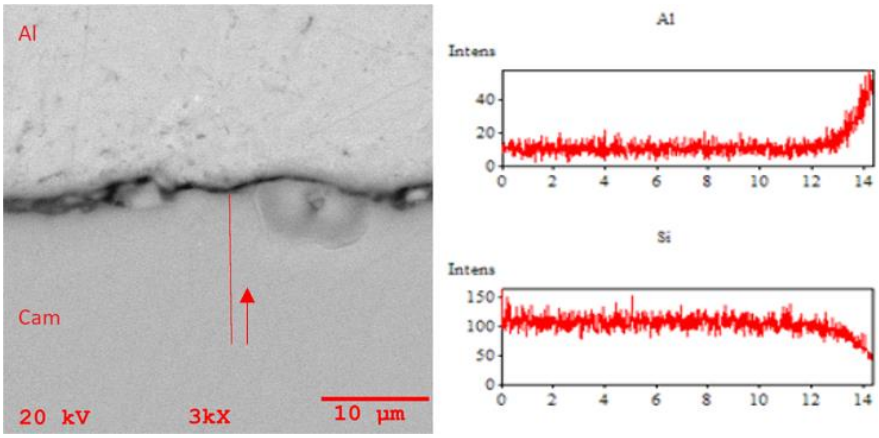


Şekil 3. 100x, 3000x büyütmelerde Cam-Al Arayüzeyi SEM Görüntüleri (BSE)

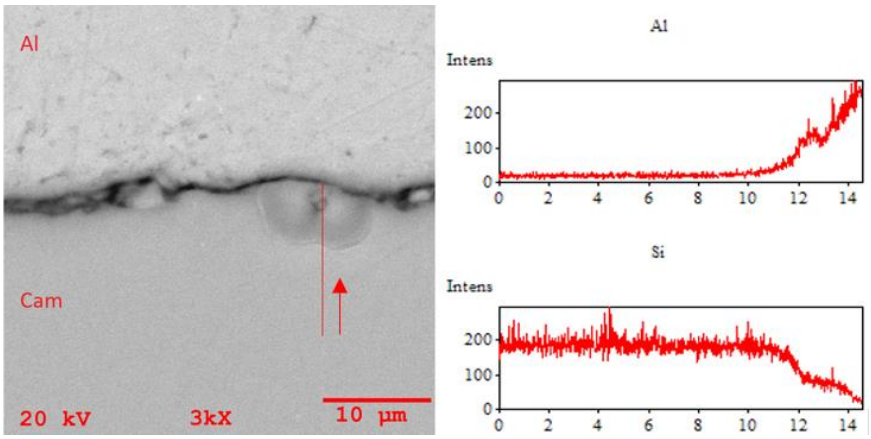
Al – cam birleşme bölgesinde cam içerisinde, Al içerisinde ve cam içerisindeki kristallenme bölgesinde çizgisel EDS analizleri yapılmıştır. Alüminyum içerisinden cam/metal birleştirme arayüzeyine doğru yapılan EDS analizi sonucunda Al – cam arayüzeyine yaklaştıkça artan Si ve azalan Al miktarı görülmüştür(Şekil 4). Cam içerisinden cam/metal birleştirme arayüzeyine doğru yapılan çizgisel EDS analizi sonucunda cam – Al arayüzeyine yaklaştıkça artan Al ve azalan Si miktarı görülmüştür (Şekil 5). Çizgisel EDS analizi sonuçlarına bakılarak Al içerisine Si, cam içerisine Al difüzyonu olduğu görülmüştür. Cam içerisinde ve camın alüminyumla birleştirme arayüzeyine yakın bölgesinde oluşan kristallenme bölgesinden alınan çizgisel EDS analizi sonucunda cam – Al arayüzeyine yaklaştıkça kademeli artan Al miktarı görülmüştür. Al pikinin kademeli artış yeri, görüntüde çekirdek olarak görülen bölgeye denk gelmektedir. Çizgisel EDS analizine bakılarak Alüminyumun cam içerisine doğru difüze olduğu ve alüminyumca zengin kristallenme olduğu görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 4. Cam- Al birleşme bölgesi ikincil elektron görüntüsü ve Al içerisinden birleşme bölgesine doğru alınan çizgisel EDS analizi Al ve Si miktarı değişimleri



Şekil 5. Cam- Al birleşme bölgesi ikincil elektron görüntüsü ve cam içerisinden birleşme bölgesine doğru alınan çizgisel EDS analizi Al ve Si miktarı değişimleri

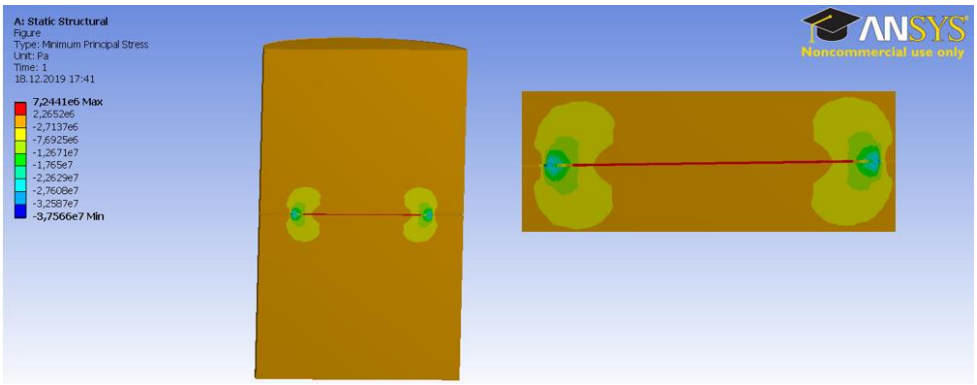


Şekil 6. Cam- Al birleşme bölgesi ikincil elektron görüntüsü ve cam içerisindeki kristallenme bölgesinden birleşme bölgesine doğru alınan çizgisel EDS analizi Al ve Si miktarı değişimleri

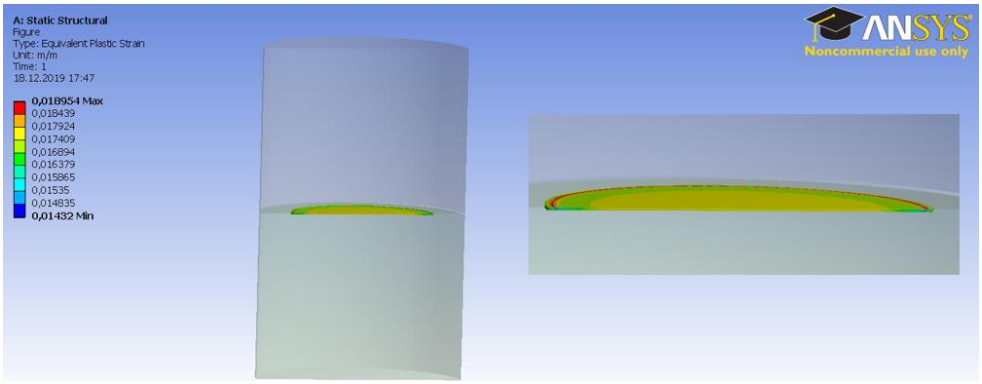
Yüksek birleştirme sıcaklığından oda sıcaklığına soğuma sırasında oluşan kalıntı gerilmeleri modellemek amacıyla ANSYS 14 çoklu fizik yazılımı programı ile yapılan modellemeler, birleşme sonucunda alüminyumun çekme, camın basma gerilmeleri altında olması gerektiğini belirtmektedir. Tablo 1'de verilen değerler modellemede kullanılan malzeme özelliklerini göstermektedir. Kullanılan cam ve alüminyumun elastisite modüllerinin yakın, termal genleşme katsayılarının farklı olduğunu göstermektedir. ANSYS 14 ile yapılan kalıntı gerilme modelleri camda baskı gerilmeleri oluştuğu ve -27 MPa veya altında olduğunu göstermektedir. ANSYS 14 programı simülasyonları göstermektedir ki kalıntı gerilmelerin düşük kalma sebebi kullanılan malzemelerin termal genleşme katsayılarının farklı olmasına rağmen, alüminyumun akma dayanımının düşük olması nedeniyle termal gerilme altında plastik deformasyona uğrayıp şekil değiştirebilmesidir (Şekil 7,8).

Tablo 1. ANSYS 14 Modelleme Programında Kulanılan Malzeme Özellikleri

	Sıcaklık°C	Elastisite Modülü(Pa)	Poisson Oranı	Termal Genleşme Katsayısı(1/°C)	Akma Dayanımı(Pa)
Cam	20	$7{,}3x10^{10}$	0,22	$9.1x10^{-6}$	-
Al	20	$6{,}8x10^{10}$	0,36	$27.4x10^{-6}$	$2.1x10^{-7}$

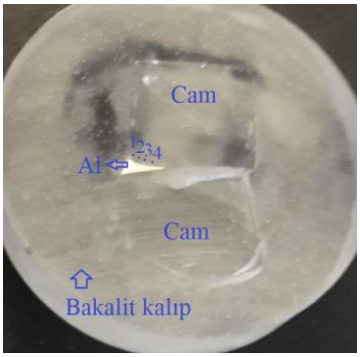


Şekil 7. ANSYS 14 çoklu fizik yazılmıyla birleştirme sonrası soğumayla kullanılan numunede oluşan minimum asal gerilmeler



Şekil 8. ANSYS 14 çoklu fizik yazılımıyla birleştirme sonrası soğumayla kullanılan numune boyutlarında Al ara katmanda oluşan eşdeğer plastik şekil değiştirme

Al – cam birleşme bölgesinde 4 farklı Vickers sertlik izleri alınmıştır. Alınan sertlik izleri sonucunda oluşan çatlak boyları 1 dakika ve 24 saat sonra ölçülmüştür. Kalıntı gerilme hesaplamaları için 24 saat sonra ölçülen çatlak boyları kullanılmıştır. 24 saat sonra ölçülen çatlak boylarının kullanılma nedeni; 1 dakika sonra ölçülen çatlak boylarının fazla değişken olmasıdır.



Şekil 9. Vickers sertlik izi oluşturulan noktalar

Ölçülen çatlak boyları verilen denklemde (Denklem 1) yerine konularak birleştirme sonrasında cam üzerindeki kalıntı gerilmeler bulunmuştur. Cam üzerinde oluşan kalıntı gerilmeler çok yüksek olmayan basma gerilmeleri olarak ölçülmüştür.

$$\sigma_{R=} K_C \left[\frac{1-(c_0/c)^{3/2}}{\Psi c^{1/2}}\right] \quad (1)$$

Kalıntı gerilmelerin (σ_R) hesaplanması için verilen formülde, kırılma tokluğu (K_c) değeri soda kireç silikat cam için 0,82 MPa $m^{1/2}$, c_0 değeri gerilimsiz, c ise gerilim altındaki camda Vickers izi sonucu oluşmuş çatlak boyunu temsil etmektedir. Ψ kırılma geometrisi faktörüdür ve radyal medyan çatlaklarda bu değer 1,24'tür [5]. C_0değeri w için 268,5µm ; h için 267.9µm olarak alınmıştır [1]. (w : Al ile paralel çatlak izleri h: Alüminyuma dik çatlak izleri).

Tablo 2. Ölçülen Çatlak Boyları ve Hesaplanan Kalıntı Gerilmeler

Ölçüm Noktaları	Çatlak boyları (µm)(1dk)		Çatlak Boyları (24sa)(µm)		w yönünde kalıntı gerilme (MPa)	h yönünde kalıntı gerilme (MPa)
	w	h	w	h		
1	173,16	165,26	195,52	184,59	-28,81	-36,43
2	132,98	73,30	140,88	108,27	-90,88	-183,81
3	170,30	159,38	199,05	182,58	-26,56	-38,05
4	151,64	145,09	158,70	171,65	-63,03	-47,94

4.TARTIŞMA

Deneysel çalışmalar sonucunda saf Al ve soda kireç silikat cam başarıyla birleştirilmiştir. –Birleşme sonucunda cam üzerinde mikro veya makro çatlak veya arayüzeyde bir ayrılma görülmemiştir.- SEM görüntülerinde ve EDS analizlerinde cam içerisine Al, Al içerisine Si difüzyonunun olduğu ve cam içerisinde arayüzeye yakın birleştirme bölgelerinde alüminyumca zengin kristallenme olduğu görülmüştür. Birleşme sonrasında cam üzerinde oluşan kalıntı gerilmelerin çok yüksek olmayan basma gerilmeleri olduğu görülmüş ve ANSYS 14 çoklu fizik yazılımı programı ile yapılan simülasyonlar ile uyumlu olduğu görülmüştür. Alüminyumun plastik deformasyona uğraması cam üzerinde oluşan kalıntı gerilmelerin düşük kalmasına neden olmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Kocaeli Üniversitesi 2014/087 nolu bilimsel araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] YILDIZ, B. (2016), Gümüş ve Titanyum Ara Katman Kullanımıyla 304L Paslanmaz Çelik – Soda Kireç Silikat Cam Birleştirmesi, *Kocaeli Üniversitesi*, Yüksek Lisans Tezi,436184.

[2]JOHANSSON, T.B., KELLY, H., REDDY A.K.N., WILLIAMS R.H., (1993), *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, Washinton: Island Press.

[3] FARRET, F.A., SIMOES M.G., (2006), *Integration Of Alternative Sources of Energy*, New Jersey:IEEE Press.

[4] LEI, D., WANG, Z., LI, J., LI, J., WANG, Z., (2012), Experimental Study of Glass to Metal Sseals For Parabolic Trough Receivers, *Renewable Energy*, 48(1), 85-91

[5] ANUNMANA, C., ANUSAVICE, K.J., MECHOLSKY J.J. Jr., (2009), Residual Stress in Glass: Indentation Crack and Fractography Approaches, *Dental Materials*, 25(11),1435-1458.

NANO TİTANYUM DİOKSİT TOZLARIN MİKRO EMÜLSİYON TEKNİĞİ İLE ÜRETİLMESİ

Mustafa Burak Telli
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
mustafa.telli@kocaeli.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-8302-9615

Arzu Altınpınar
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
arzualtinpinar5@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7620-2299

Sıdıka Burcu Karaca
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
brcu.karaca@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3717-3063

Özet
Bu çalışmada, mikro emülsiyon tekniği ile asit-baz çökelme reaksiyonları kullanılarak titanyum dioksit (TiO_2) tozlarının nano boyutta üretilmesi hedeflenmiştir. Titanyum tozları, seyreltilmiş hidroflorik asit (HF) ve nitrik asit (HNO_3) sulu çözeltisinde çözündürülmüştür. Yüzey aktif madde olarak sodyum dodesil sülfat (SDS) ve matris ortamı için organik benzen solventi kullanılarak hızlı bir karıştırma işlemi ile mikro emülsiyonlar oluşturulmuştur. Oda sıcaklığında karıştırma işlemi devam ederken, seyreltilmiş amonyak sulu çözeltisi (NH_4OH) damla damla karışıma eklenmiş ve nano boyutta TiO_2 tozları, çökeltme reaksiyonları sonucunda mikro emülsiyonlar içinde oluşturulmuştur. Elde edilen süspansiyon, etüv fırında 80°C'de kurutulup tozların kristal yapı oluşumları, X-Işınları Difraksiyonu (XRD) ile incelenmiştir ve kristallerin TiO_2 anataz fazında olduğu görülmüştür. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analizleri ile elde edilen tozun boyut tayini yapılmıştır. SEM görüntülerine göre sentezlenen TiO_2 tozlarının boyutunun 200 nm'nin altında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Titanyum Dioksit, Mikro emülsiyon, Nanomalzeme, Çökelme Reaksiyonları

TITANIUM DIOXIDE NANO POWDERS PRODUCTION BY MICRO EMULSION TECHNIQUE

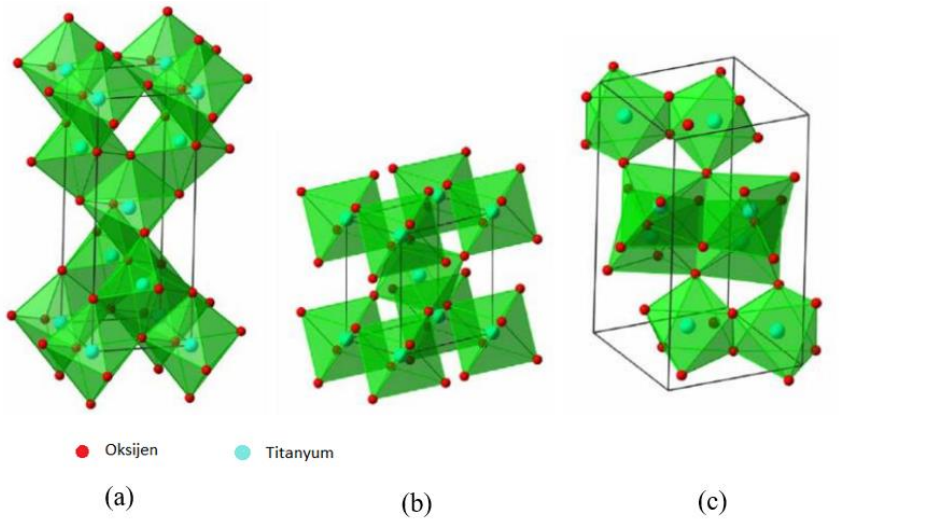
Abstract
In this study, it was aimed to synthesized titanium dioxide (TiO_2) powders in nanoscale by micro emulsion technique and acid-base precipitation reactions. Titanium powders were dissolved in dilute hydrofluoric acid (HF) and nitric acid (HNO_3) aqueous solution. Micro emulsions were formed with a rapid mixing process using sodium dodecyl sulfate (SDS) as the surfactant and organic benzene solvent as the matrix. While mixing continues at room temperature, diluted ammonia solutions (NH_4OH) was added into micro emulsion by dropwise and nano-size TiO_2 powders were formed in micro emulsions as a result of precipitation reactions. The suspension obtained was dried in the oven oven at 80° C. Crystal structure formations of powders were examined by X-Ray Diffraction (XRD) and found to be TiO_2 anatase phase. The size of the powder by Scanning Electron Microscopy (SEM) analyzes were performed. According to SEM images, the size of TiO_2 powders was determined to be under 200 nm.

Keywords: Titanium Dioxide, Micro emulsion, Nanomaterials, Precipitation Reactions

1. GİRİŞ
TiO_2 boya, plastik, kağıt endüstrileri başta olmak üzere birçok sektörde kullanılmaktadır. İnsan vücuduna zararsız olduğu için gıda, deri, eczacılık, kozmetik sektörlerinde de kullanımı oldukça yaygındır [1]. Kimyasal maddelere karşı dayanımı yüksektir ve toksik özelliği yoktur. Bunun gibi birçok olumlu özelliği bulunduğu için kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Gaz sensörlerinin üretiminde, ışığı çok iyi kırma özelliğinden dolayı silikonlu güneş pillerinde, yansımayı engellemesi nedeniyle de film malzemelerde kullanılır. TiO_2'in kullanım avantajları şu şekilde özetlenebilir:

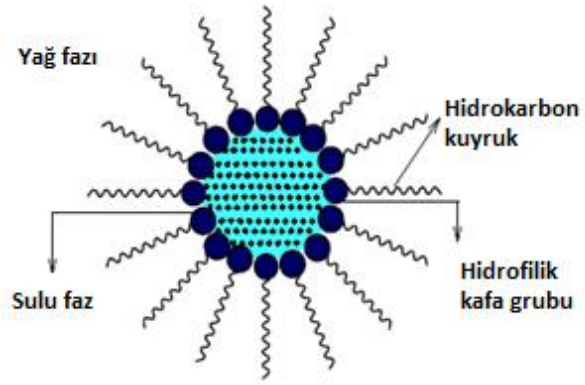
Organik komponentlerin parçalanmasını sağlar, ucuz bir materyaldir, toksik değildir, kimyasal olarak stabildir, yüksek miktarlarda kolaylıkla üretilebilir, TiO_2'in birçok moleküle karşı yüksek afinitesi yüzey modifikasyonunun kolaylaştırılmasını sağlar. TiO_2 insan vücuduyla da uyumlu bir maddedir, bu nedenle biyomalzeme (kemik bileşeni ve mekanik destekleyici) olarak kullanılır [2].

Titanyum dioksit üç farklı polimorfik yapıda bulunur. Anataz ve rutil tetragonal yapıda, brokit ise ortorombik yapıda bulunur. Rutil, anataz ve brokit yapıları TiO_2 formülüyle gösterilmektedir ancak farklı kristal yapılar olmaları yapısal özelliklerin yanında elektriksel ve optik özelliklerinde de değişimler göstermektedirler. Böylece üç kristal yapı da farklı kullanım alanları bulmaktadırlar. Rutil gibi tetragonal yapıda bulunan anataz fazı ise homojen yük dağılımına sahiptir. Oda sıcaklıklığında rahatlıkla üretilebilmesi ve fotokatalitik özelliği gibi özellikleri sayesinde en çok kullanım alanı bulan faz anatazdır [2,3]



Şekil 1. TiO_2 fazlarının kristal yapıları a) Anataz b) Rutil c) Brokit yapıları [4].

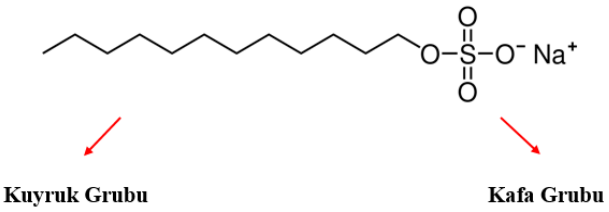
Nano boyutta TiO_2 genellikle sol-gel, hidrotermal, mikro emülsiyon gibi yöntemler ile üretilebilmektedir. Mikro emülsiyon oluşturmak için gerekli bileşenler; sulu faz, suda çözünmeyen yağ fazı (organik faz) ve yüzey aktif maddedir. Mikroskobik seviyede, yüzey aktif madde molekülleri sulu faz ve organik faz bölgeleri ayıran bir ara yüzey filmi oluşturur. Bu ara yüzey tabakası, sürekli bir yağ fazında dağılmış su damlacıkları (yağın içinde su micro emülsiyonu – W/O) ters micel mikro yapılarını oluşturabilir. Yağın içinde su (Water-in-Oil) yöntemiyle oluşturulan mikro emülsiyonlar mikro reaktörler gibi davranarak nano boyutta toz sentezine olanak sağlamaktadır ve tane şekli, tane boyutu gibi özelliklerin kontrolüne imkan vermektedir [5,6].



Şekil 2. Yağın içinde su mikro emülsiyonu (W/O) [6].

Yüzey aktif maddeler kafa grubu ve kuyruk grubu olarak iki bölümde incelenirler. Kafa grubu hidrofilik (suyu seven) özellikte iken kuyruk grubu ise hidrofobik (suyu sevmeyen) özelliktedir [7].

Çalışmada; anyonik bir yüzey aktif madde olan Sodyum Dodesil Sülfat (SDS) tercih edilmiştir. SDS suda çözündüğünde sodyum kafa grubunun ayrıldığı böylece emülsiyonları oluştururken kullanıldığında ortamı negatif yükleyen anyonik yapıda bir yüzey aktif maddedir. SDS'nin diğer avantajları ise kolay erişilebilir olması, nano boyutta üretim için kullanılması, ekonomik ve kimyasal açıdan zararlı olmaması, biyomalzeme üretiminde kullanılan bir yüzey aktif madde olmasıdır [8,9].



Şekil 3. SDS formülü.

2. MATERYAL VE METOD

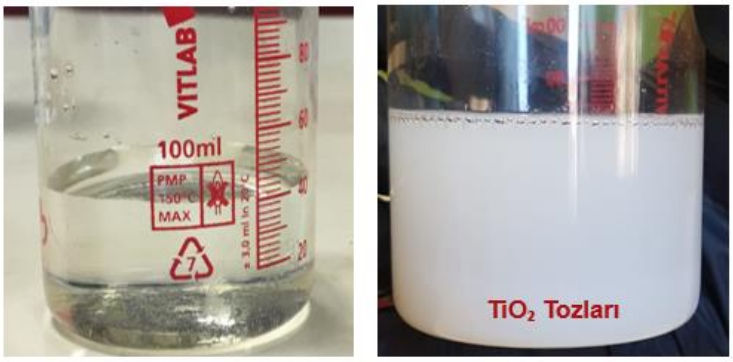
Çalışmada; Alfa Easar marka % 99,9 saflıkta titanyum tozları, % 38-40 extra pure Merck marka hidroflorik asit (HF) ve % 65 extra pure Merck marka nitrik asit (HNO_3) ile hazırlanan asit kokteylinde çözündürülmüştür. Sodyum dodesil sülfat (SDS) eklenen su ile seyreltilen asit kokteyli mikro emülsiyon oluşturmak için benzen organiği (C_6H_6) içerisine eklendikten sonra Merck marka %25'lik seyreltilmiş amonyak sulu çözeltisi (NH_4OH) eklenerek çökelme sağlanmıştır. Mikro emülsiyon oluşturma aşamasında karıştırma ve ayrıştırma işlemleri için Heildolph markalı dönerli buharlaştırıcı cihazı kullanılmıştır. Sentezlenen ve kurutulan tozların X-ışını kırınımı incelemeleri (XRD) 'Rigaku SA-HF3' model cihaz ile oda sıcaklığında 10° ile 80° 2θ açıları arasında 1°/dk tarama hızında ve 40 kV / 20 mA'da yapılmıştır. Taramalı Elektron mikroskobu (SEM) incelemeleri 'Jeol 6060' model mikroskop ile 20 kV hızlandırma voltajı ve ikincil elektron görüntüleme modunda yapılmıştır. SEM incelemesi öncesinde şarj etkilerini azaltmak amacıyla bakır kaplama (sputter) yapılmıştır.



Şekil 4. Karıştırma ve buharlaştırma işlemlerinin yapıldığı Heildolph marka dönerli buharlaştırıcı (Rotary Evaporator)

2.1. Çökeltme Deneyleri

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nitrik asit (HNO_3) ve hidroflorik asit (HF) kokteylerinde titanyum tozlarının çözünmesi incelenmiştir ve optimum koşulları sağlayan asit kokteyli bileşeni 20 ml su, 0,025 g titanyum tozu, 1,5 ml HNO_3, 0,15 ml HF olarak belirlenmiştir. Belirlenen asit kokteylinde çözündürülen titanyum tozlarının çökelmesi için seyreltilmiş amonyak sulu çözeltisi (NH_4OH) 1:1 oranda su ile seyreltilmiştir ve damla damla eklenmiştir. Çökelti oluştuğunda pH değeri ölçülerek 8,5 olarak saptanmıştır. Bu aşama ile TiO_2 oluşturmak için gerekli koşullar ve miktarlar belirlenip sonrasında mikro emülsiyonlar oluşturulma aşamasına geçilmiştir.

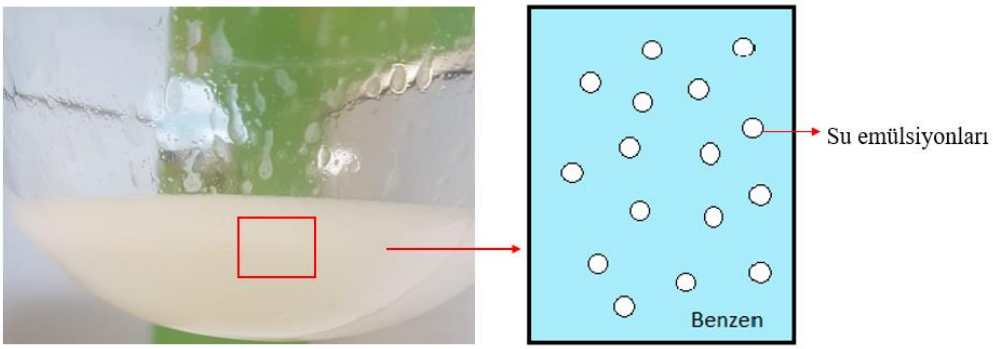


a) b)

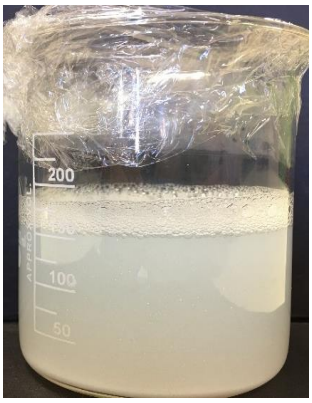
Şekil 5. a) Asit kokteyli içerisinde çözündürülen Ti tozları b) Seyreltilmiş amonyak eklendikten sonra oluşan TiO_2 tozları

2.2. Mikro Emülsiyon Yöntemi

Mikro emülsiyon oluşturmak için; titanyum tozlarının çözündüğü asit kokteyli (20 ml su, 0,025 g Ti tozu, 1,5 ml HNO_3 ve 0,15 ml HF) ve 30 ml su içerisinde 0,5 g SDS çözündürülerek karıştırılmıştır ve sulu fazı oluşturmuştur. Suda çözünmeyen organik faz olarak ise benzen organiği kullanılmıştır. TiO_2 partiküllerini çökeltmek için de %25'lik seyreltilmiş amonyak sulu çözeltisi (NH_4OH) kullanılmıştır. Mikro emülsiyonun oluşturulacağı balon behere 30 ml benzen, ardından yüzey aktif maddenin de içinde olduğu asit kokteyli eklenerek 250 rpm hızda bir süre karıştırılmıştır ve iki sıvının birbiri içerisinde dağılması hedeflenmiştir. Karıştırma işlemi devam ederken içerisine damla damla seyreltilmiş amonyak sulu çözeltisi eklenip karıştırma işlemine 6 saat devam edilmiştir. Karıştırma işlemi ardından oluşan mikro emülsiyonları içeren süspansiyon bir gece bekletilmiştir. Dönerli buharlaştırıcı (Rotary Evaporator) cihazı ile 250 rpm hızda karıştırılarak vakum altında 80°C'de buharlaştırma işlemi ile süspansiyondan benzen ayrıştırılmıştır ve TiO_2 tozlarını içeren sulu süspansiyon elde edilmiştir.



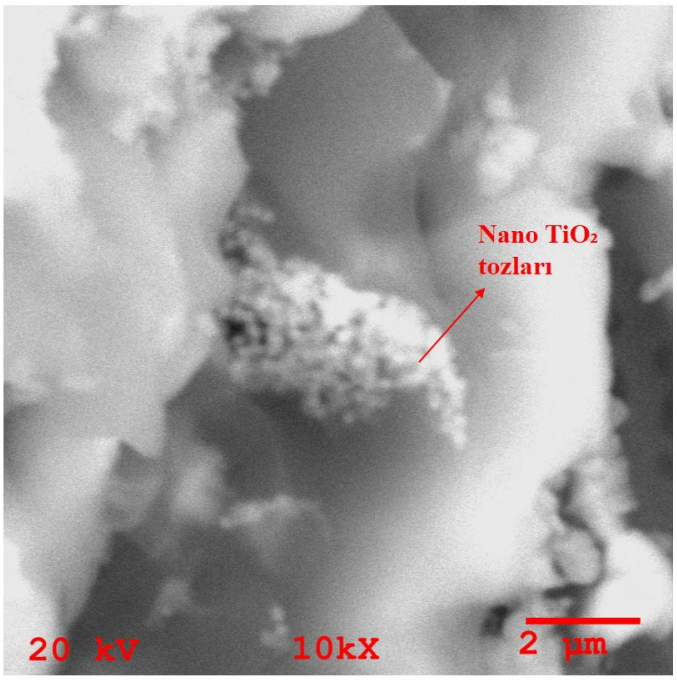
Şekil 7. Mikro emülsiyon oluşumu ve şematik gösterimi



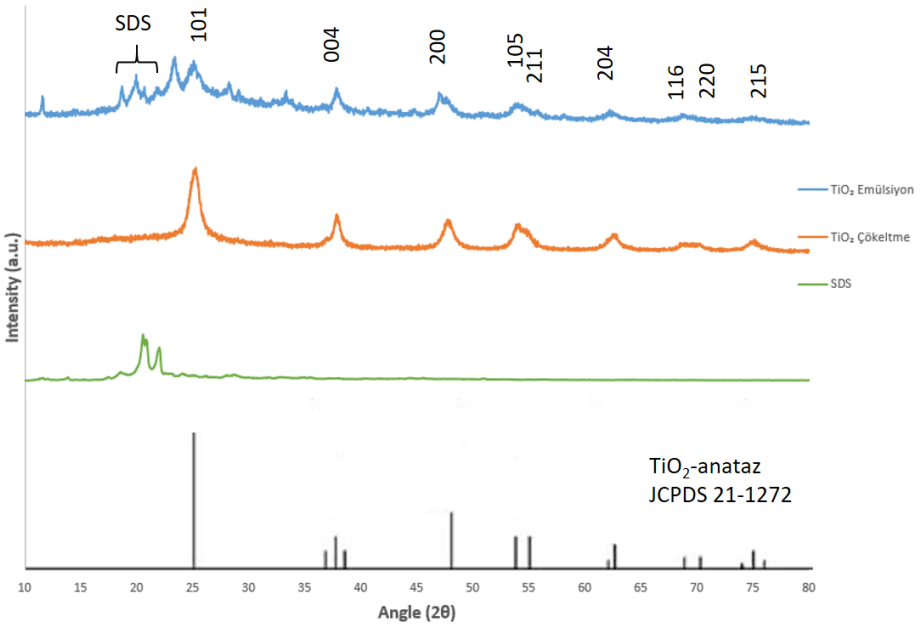
Şekil 8. Benzeni ayrıştırılan sulu TiO_2 süspansiyonu

3. SONUÇ

Bu çalışmada, asit-baz çökelme reaksiyonları ve mikro emülsiyon yöntemi kullanılarak nano boyutta TiO_2 tozları üretilmiştir. Üretilen tozların Taramalı Elektron Mikroskobisi (SEM) ile tane boyut incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 9'da verilen SEM görüntüsünde görüldüğü gibi üretilen TiO_2 tozlarının küresel şekilde ve 200 nm'nin altında olduğu belirlenmiştir. Mikro emülsiyon yöntemi ve asit-baz çökelme reaksiyonları ile üretilen ve kurutulan TiO_2 tozlarının ve çalışmada kullanılan SDS yüzey aktif maddesinin X-ışını kırınımı (XRD) incelemeleri Şekil 10'da verilmiştir. X-ışınımı kırınımı pikleri literatürdeki TiO_2-anataz (JCPDS 21-1272) ile uyum sağlamaktadır [10]. Mikro emülsiyon yöntemiyle üretilen TiO_2 tozlarının X-ışını kırınım piklerinde TiO_2- anataz ve SDS pikleri birlikte görünmektedir.



Şekil 9. Mikro emülsiyon yöntemiyle sentezlenen ve kurutulan TiO_2 tozlarının 10000x büyütmede ikincil elektron SEM görüntüsü



Şekil 10. Çökeltme ve mikro emülsiyon yöntemleri ile üretilen ve kurutulan TiO_2 tozları ve SDS'ye ait 40 kV/20 mA 'de X-Işını Kırınımı (XRD) grafiği [10].

4. TARTIŞMA

Nano boyutta TiO_2; SDS, asit kokteyli ve benzen kullanılarak mikro emülsiyon yöntemiyle başarıyla sentezlenmiştir. Taramalı elektron mikroskobu incelemeleri sentezlenen tozun küresel şekilli ve toz boyutunun 200 nm altında olduğunu göstermiştir. Üretilen Titanyum dioksit nano toz oluşumu, X-Işını Kırınımı (XRD) grafiklerindeki TiO_2 pikleri standartlarda (JCPDS 21-1272) yer alan TiO_2 anataz pikleri ile uyum göstermektedir, diğer pikler ise SDS pikleriyle örtüşmektedir. SEM incelemelerinde sentezlenen tozların nano boyutta ve küresel şekilli ve 200 nm altında olduğu kanıtlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Projeler Birimi 2019/70 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] CHEN X. , (2007), Titanium Dioxide Nanomaterials: Synthesis, Properties, Modifications, and Applications, *Lawrence Berkeley National Laboratory, and University of California* Chem. Rev., 107, 2891-2959.

[2] BENLİ Y. , (2014), Gümüş ile Doplanmış Nano-TiO_2'in Özelliklerinin İncelenmesi', *Yıldız Teknik Üniversitesi*, Doktora Tezi, 145532.

[3] AYTEKİN B. , (2015), Yanma Yöntemiyle TiO_2 Sentezi, Karakterşzasyonu ve Adsorpsiyon Özellikleri', *Hacettepe Üniversitesi,* Yüksek Lisans Tezi.

[4] CARP O. , (2004), Photoinduced reactivity of titanium dioxide, *Progress in Solid State Chemistry*, s.32, p. 33-177.

[5] MYERS D. , (2006), Surfactant Science and Technology, Third Edition, s.160-190.

[6] MALIK, M. (2012), Microemulsion method: A novel route to synthesize organic and inorganic nanomaterials, *Arabian Journal of Chemistry*, 5, 397–417.

[7]SCHRAMM, L. (2003), Surfactants and their applications, *Annual Reports Section Chemical, 99,3-48.*

[8] TELLI B. , (2019), Trikalsiyum Fosfat Nanotozlarin Mikroemülsiyon Tekniği İle Üretilmesi ve Ti6Al4V Altlıklar Üzerine Elektroforetik Biriktirme Yöntemi İle Kaplanması, *Imascon 2019 Autumn Proceedings Book*, 810-817.

[9] TELLI B. , (2019), Mikro Emülsiyon Tekniği İle Nano Hidroksiapatit Üretimi, *Imascon 2019 Bahar Fen Bilimleri Bildiriler Kitabı,* Cilt II, 1795-1801.

[10] KARTHIK T. , (2011), Enhancement of wrinkle recovery angle of cotton fabric using citric, *Journal of Industrial Textiles*, 4, 99.

LİNEER LED ARMATÜRLERI İÇİN DÜŞÜK ÇIKIŞ AKIM DALGALANMASINA SAHİP YÜKSEK VERIMLİLİKLİ SABİT AKIM GÜÇ KAYNAĞI TASARIMI, SİMÜLASYONU VE GERÇEKLENMESİ

Mehmet Caner Başol
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
mcbasol@akimmetal.com.tr

Serhat Yılmaz
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
serhaty@kocaeli.edu.tr

Özet
Günümüzde, enerji ve verimliliğe verilen önemin artmasıyla; aydınlatma sektöründe, LED (Light Emitting Diode) aydınlatma sistemleri daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Diğer aydınlatma ürünlerine göre daha uzun ömürlü olması ve istenildiği takdirde dar alanlar için uygun tasarım yapılabilmesi, LED'e sahip aydınlatma sistemlerini bir adım daha önce çıkarmaktadır. LED sistemlerinin en önemli parçalarından biri olan güç kaynaklarının doğru tasarımı ve uygun sürücü seçimi, aydınlatma sisteminin verimliliğine ve ömrüne direkt olarak etki etmektedir. Ayrıca, tasarlanan güç kaynağının çıkış akımının belli bir seviyenin altında olması da, stroboskopik etkiyi yok edeceği için önemli bir parametre olarak görülmektedir. Bu çalışmada, dar alanlar için tasarlanmış LED armatürleri için EN Standartları'na uygun çıkış akım dalgalanması düşük yüksek verimlilikli sabit akım kaynağı tasarlanmıştır. Çalışma içerisinde; manyetik ve devre tasarımları, simülasyon çalışmaları ve deneysel sonuçlar yer almaktadır. Çalışmanın sonuç kısmında; matematiksel hesaplamalar, simülasyon sonuçları ve gerçek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: LED Sürücü, Düşük Akım Dalgalanması, Lineer Sürücü

HIGH EFFICIENCY CONSTANT CURRENT POWER SUPPLY DESIGN, SIMULATION AND IMPLEMENTATION WITH LOW OUTPUT CURRENT FLUCTUATION FOR SLIM LED LUMINAIRES

Abstract
Nowadays, with the increasing importance given to energy and efficiency; in the lighting industry, LED (Light Emitting Diode) lighting systems are being used more. The design option suitable for narrow spaces that have a longer life span than other lighting products and to be desired takes LED lighting systems one step earlier. The correct design of the power supplies, which is one of the most important parts of the LED driver, and the selection of the appropriate driver, directly affects the lighting efficiency and lifetime. In addition, the output current of the designed power supply is below a certain level, as an important parameter, as it will eliminate the stroboscopic effect. This standard is for high current constant current source with low output current fluctuation in accordance with EN Standards for LED fixtures required for narrow spaces. In the study; magnetic and circuit designs, experimental studies and experimental results. The result of the study; mathematical calculations, their results and real results are compared.

Keywords: LED Driver, Low Current Ripple, Linear LED Driver

1. GİRİŞ
Enerji verimliliğine ve işletim maliyeti düşük ürünlere olan ihtiyacın artmasıyla birlikte LED armatürlerine talep giderek artmıştır. LED armatürlerinin diğer aydınlatma sistemlerine göre verimlilik, uzun ömür, düşük bakım masrafları ile ön plana çıkması ve LED teknolojisinin gelişmesiyle üstünlüğü pekişmektedir [1]. LED aydınlatmaya olan talebin artmasıyla; LED aydınlatma sistemlerinin en önemli parçası olan LED sürücülerine de talep giderek artmaktadır. LED armatürlerinin tasarım çıktılarını etkileyen en önemli parçalardan biri olan LED sürücülerinden beklenti; yüksek verimlilikli, uzun ömürlü, arıza verme sıklığı ve maliyetinin düşük olmasıdır [1].

Aydınlatma ürünlerinde ışık akı dalgalanmasının belli bir seviyenin üzerinde olması stroboskopik etkilere neden olduğu gibi aynı zamanda insan sağlığını olumsuz etkilediği klinik çalışmalar ile onaylanmıştır. Özellikle LED armatürlerinde, bu problemin ortadan kaldırmak için ışık akı dalgalanmasını en çok etkileyen parametre olan LED sürücü çıkış akım dalgalanmasının belli bir seviyenin altında olması gerekmektedir. Bu sebeple, seçilecek LED sürücünün çıkış akım dalgalanmasının belli bir seviyenin altında olması stroboskopik etkiyi ve insan sağlığına olan olumsuz etkiyi ortadan kaldıracaktır [1].

İç aydınlatma ürünlerinden olan lineer LED armatürleri, ince yapısı ve şık tasarımından dolayı çok sık tercih edilmektedir (Şekil 1). Lineer LED armatürlerinde kullanılan LED sürücülerinden beklentinin yüksek verimlilikli, yüksek ömürlü olmasının yanında uygun fiziksel yapıya sahip olması da tasarımını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, dar alanlar için tasarlanmış lineer LED armatürleri için EN (European Norme) Standartları'na uygun çıkış akım dalgalanması düşük, yüksek verimlilikli, sabit akım kaynağı tasarlanmıştır. Çalışma içerisinde; manyetik ve devre tasarımları, simülasyon çalışmaları ve deneysel sonuçlar yer almaktadır. Çalışmanın sonuç kısmında simülasyon sonuçları ve deneysel sonuçlar karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. Lineer LED Armatür Örnekleri

2. LİNEER LED SÜRÜCÜLER HAKKINDA GENEL BİLGİ

Lineer LED armatürler ince yapıda ve estetik olmalarının yanında duvar içine gömülü bir şekilde kullanılabilmesi sebebiyle; ofis, mağaza, otel aydınlatmalarında sıklıkla tercih edilmektedirler. İçerisinde kullanılan lineer LED sürücüler de benzer form ve yapıya sahiptir (Şekil 2). Lineer LED armatürleri, içerisinde bulunan LED'lerin genellikle seri olarak yerleştirmeleri sebebiyle yüksek gerilim düşük akıma ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sebeple lineer LED sürücüler diğer sürücü çeşitlerine göre düşük çıkış akımı ve yüksek çıkış gerilimine sahiptir [1]. Lineer LED sürücüler genellikle izolasyona sahip değildir. Bununla birlikte, genellikle 60W üstündeki LED sürücülerin çıkış gerilimi 120 Vdc'nin üstünde olması sebebiyle Non-SELV (Saperated Extra Low Voltage) özelliğindedir. Çıkış gerilimi 120 Vdc'nin altında olan sürücüler ise ELV (Extra Low Voltage) özelliğine sahiptir.



Şekil 2. Lineer LED sürücüler

Genellikle metal kasaya sahip olan lineer LED sürücülerde topraklama yapılmaktadır. Olası çarpılmadan korunmak için bütün metal yüzeyleri topraklanmıştır. Elektronik devre metal kasayla çevrelenmesi sebebiyle "Faraday Kafesi" etkisi göstermekte ve elektromanyetik emisyon ile ilgili

standartlarda (EN-55015) avantaj sağlamaktadır [2]. Armatür içerisinde kapalı alanda ve iç aydınlatmada kullanılmaları sebebiyle; koruma sınıfı IP-20 olmaktadır. Daha yüksek koruma sınıfları yüksek maliyet arttırdığı ve ihtiyaç olmadığı için bu tip sürücülerde yüksek koruma sınıfı ile karşılaşılmamaktadır. Energy Related Products (ErP) Regülasyonu gereğince 25W üstü sürücülerde güç faktörü 0.90 üstünde olması gerekmektedir [3]. Bununla birlikte Elektromanyetik Uyumluluk Standartları'ndan (EMC, Electromagnetic Compatibility) olan EN-61000-2-3'e uyabilmesi için şebekeye yaydığı harmoniklerin belirli bir seviyenin altında olması gereklidir [3]. Piyasa taleplerine göre total harmonik bozunumun (THD - Total Harmonic Distortion) %20'nin altında olması beklenmektedir [3]. Elektromanyetik Uyumluluk Standartları'ndan biri olan EN-61000-4-5 ve EN-61000-4-4'e uyabilmesi için 1.0 kV Surge Gerilim Koruması'na (Fazdan nötre ve faz-nötrden toprağa) ve 0.5 kV Burst Gerilim Koruması'na (Faz'dan nötr'e) sahip olması gereklidir [3]. Piyasanın ise standartların üzerinde bir beklentisi; 2.0 kV Surge Gerilim Koruması ve 1.0 kV Burst Gerilim Koruması bulunmaktadır.

2.1. Elektriksel Özellikler

Piyasada bulunan ürünler incelendiğinde; tasarlanacak lineer LED sürücünün sahip olması gereken elektriksel özellikleri ortaya çıkmaktadır. Tablo 1 ve Tablo 2'de tasarlanacak ve gerçekleştirilecek 30W 400mA lineer formdaki LED sürücünün özellikleri görülmektedir.

Tablo 1. Lineer LED Sürücüler - Piyasa Araştırması - Elektriksel Özellikleri

Parametreler		**Lineer Sürücü Özellikleri**
Çıkış Fonksiyonları	Sabit Anma Akımı	400mA
	Çıkış Gerilim Aralığı	38 - 75V
	Maksimum Çıkış Gücü	30W
	Çıkış Akım Toleransı	± %7.5
	Tam Yükte Akım Dalgalanması	±5%

Tablo 2. Lineer LED Sürücüler - Piyasa Araştırması - Elektriksel ve Standart Özellikleri

Parametreler		**Lineer Sürücü Özellikleri**
Giriş Fonksiyonları	Şebeke Frekansı	50 / 60 Hz
	Beyan Edilen Giriş Gerilim Aralığı	220-240 VAC
	Çalışma Giriş Gerilim Aralığı	198-264 VAC
	Maksimum Giriş Gücü	33W
	Sürücü Verimi	90%
	Güç Faktörü (PF)	0.95 ≤
	Toplam Harmonik Bozunumu (THD)	< 20 %
	Soğuk Başlatmada Maksimum Giriş Akımı ve Süresi	< 20 A_{peak} - 500µs
	Burst Gerilim Koruması (L - N)	1.0 kV
	Surge Gerilim Koruması (L-N / PE)	2.0 kV

2.2. Fiziksel Özellikler

Lineer LED armatürlerinin ince ve uzun tasarımı sebebiyle kullanılacak LED sürücü de ince ve uzun formda olmalıdır. Sürücü yüksekliği ile ilgili bir standart olmamasına rağmen Lineer LED sürücü yüksekliğinin 21 - 22 mm altında olması beklenmektedir. Uzunluk veya genişlik konusunda bir kısıtlama bulunmamasına rağmen piyasada bulunan benzer diğer ürünlerin ölçülerine göre tasarım yapılması daha doğru olacaktır. Tasarlanacak lineer LED sürücü, kapalı alanda ve iç aydınlatmada kullanılacağı için IP 20 koruma sınıfına uygun yapılacaktır (Tablo 2).

Tablo 3. Lineer LED Sürücüler - Piyasa Araştırması - Fiziksel Özellikler

Parametreler		**Lineer Sürücü Özellikleri**
Fiziksel Değerler	Ölçüler / Dimensions	280x30x21mm
	Koruma Sınıfı / Protection class	IP 20

2.3. Standartlar

LED sürücüler Avrupa ve Türkiye pazarında satılabilmesi için CE deklarasyonuna sahip olması gereklidir. CE Deklarasyonu'nun yapılabilmesi için LED sürücünün;

- EMC Standartlarına (EN-61000 ve EN-55015),
- LVD Standartlarına (EN-61347-1 ve EN-61347-2-13)
- RoSH (Restriction of Hazardous Substances) Yönergesine,
- REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) Yönergesine,
- Eco Design (Yeni adıyla ErP - Energy Related Products) ve Energy Star Regülasyonlarına

uygun olmalıdır [3].

Tasarlanan lineer LED sürücü, standartlar ve regülasyonlar tarafından istenen tüm gereklilikleri karşılamaktadır.

3. LİNEER LED SÜRÜCÜLER TASARIMI, SİMÜLASYONU ve GERÇEKLENMESİ

LED sürücüler, sabit akım ve sabit gerilim kaynağı olarak ikiye ayrılmaktadır. Aydınlatma ürünü mimari amaç ile tasarlanmış ise genellikle sabit gerilim kaynağı kullanılmaktadır. Aydınlatma amacıyla tercih edilen ürünlerde ise genellikle sabit akım kaynağı olarak tercih edilmektedir [1]. Lineer LED sürücüler, aydınlatma amaçlı ürünlerde kullanılacağı için sabit akım kaynağı olarak tasarlandı. Bununla birlikte lineer LED armatürlere uygun olabilmesi için yüksek çıkış gerilimine ve düşük çıkış akımına sahiptir [1].

3.1. Topoloji ve Entegre Seçimi

LED sürücüler maliyet odaklı olması ve gün boyunca çalışmasının istenmesi sebebiyle topoloji ve entegre seçimi önem arz etmektedir. Topoloji ve entegre seçiminin hatalı olması; gereksiz maliyet artışına, ürün arızalarının hedeflenenden fazla olmasına ve standartlardan geçememesine neden olabilmektedir. Bu sebeple isterler yeteri kadar incelenmeli ve topoloji-entegre seçimi bu isterler doğrultusunda yapılmalıdır.

İzoleli topolojilere göre daha ince tasarım yapabilme imkanı (Daha küçük manyetik elemana ihtiyaç duyması), uygun özellikte ve fiyatta entegre bulunması, çıkış–giriş gerilimine göre alçaltıcı veya yükseltici modda çalışabilmesi, topoloji gereği fazla elemana ihtiyaç duymaması ve lineer LED sürücüde izolasyona ihtiyacın bulunmaması gibi nedenlerden dolayı "Alçaltıcı-Yükseltici Dönüştürücü" (Buck-boost dönüştürücü) seçilmiştir [2,4,5]. Uygun maliyet, geniş koruma özellikleri, verimli çalışma yapısı (Quasi Resonant Control) ve az elektronik komponent ihtiyacı nedeniyle Silergy Firması'nın SY22679B adlı kontrol entegresi tercih edilmiştir [6].

3.2. Tasarım

LED sürücü tasarımı seçilen SY22679B entegresine göre uygun bir şekilde yapılmıştır. Güç elektroniği topolojilerinden en kritik ve önemli komponentler manyetik elemanlar olması nedeniyle; tasarım manyetik elemanlar üzerinden yapılmıştır. Buck-boost dönüştürücü izolesiz ve ikincil bir sarımı olmaması nedeniyle sarım oranı bulunmamaktadır. Bu sebeple, tasarıma endüktans hesabı ile başlanmıştır. Endüktans hesabı, kullanılan entegrenin kontrol yapısına ve çalışılacak akım moduna bağlıdır. Endüktans hesabı Silergy Firması tarafından verilen deneysel sonuçlar ile desteklenmiş formül tarafından hesaplanır. Endüktans hesabı yapılmadan önce, endüktans üzerinden geçecek olan akımın maksimum değeri hesaplanır (1) [6].

$$I_P = \frac{2 \cdot \pi \cdot I_{O_MEAN}}{N_{PS} \cdot \int_0^{\pi} \sin(\theta) \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot V_{IN_RMS} \cdot \sin(\theta)}{\sqrt{2} \cdot V_{IN_RMS} \cdot \sin(\theta) + N_{PS} \cdot Vo} d\theta} \quad (1)$$

Maksimum akım miktarı hesaplandıktan sonra ihtiyaç duyulan endüktans miktarı hesaplanır (2) [6].

$$L_P = \frac{\sqrt{2} \cdot V_{IN_RMS} \cdot N_{PS} \cdot V_O}{I_P \cdot (\sqrt{2} V_{IN_RMS} + N_{PS} V_O) \cdot f_{MIN}} \quad (2)$$

Endüktans ve tepe akım değeri hesapladıktan sonra uygun nüve-karkas seçilir. Yapılan deneysel çalışmalar ve tasarım girdileri sonucunda EF-20 karkası seçilmiştir. Seçilen endüktans değeri, tepe akım değeri, maksimum akı yoğunluğu ve efektik kesit alanı ile birlikte sarım sayısı hesaplanır (3) [6].

$$N_P = \frac{L_P \cdot I_P}{A_e \cdot B_m} \quad (3)$$

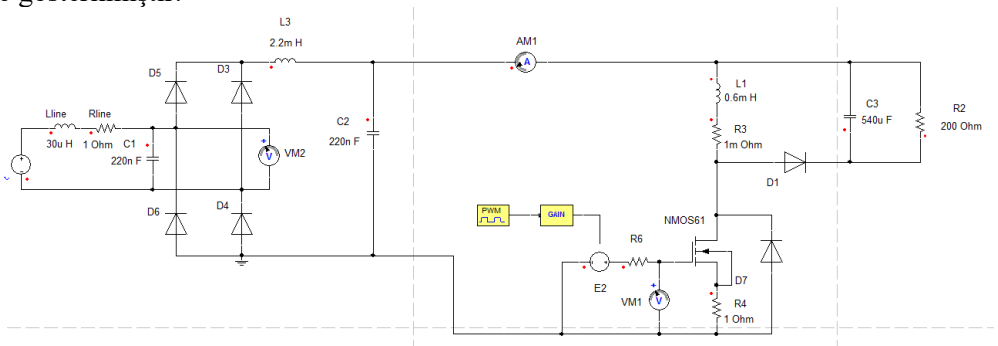
Tasarım girdileri ve deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen çıktılar, Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4. Lineer LED Sürücüler - Endüktans Tasarım Çıktıları

Parametreler	**Sonuç**	**Parametreler**	**Sonuç**
L_p	600 µH	**Sargı Sayısı**	150
I_{Peak}	0.95 Apeak	**Tel Tipi**	2UEW
Karkas	EF-20	**Sargı Sayısı**	150
Nüve	EF-20 P3, PAI RUI	**Tel Çapı**	10 x 0.1 Litz

3.3. Simülasyon

Tasarlanacak lineer LED sürücü simülasyonu iki parça halinde yapılmıştır. İlk simülasyonda DA-DA dönüştürücü olan buck-boost dönüştürücünün simülasyonu; ikinci devrede ise çıkış akım dalgalanması azaltıcı devrenin simülasyonu yapılmıştır (Şekil 6 ve Şekil 7). Buck-boost dönüştürücünün simülasyonu yapılırken kontrol yapısına yer verilmemiştir. Simülasyonda sadece 230 V_{RMS} giriş geriliminde, tam yükte bakılmıştır. Simülasyon görselleri, girdileri ve sonuçları sıralı olarak Şekil 6 ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

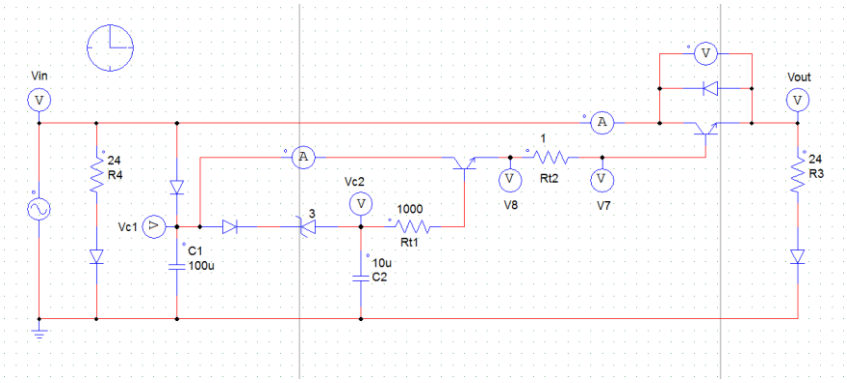


Şekil 6. PSIM Simülasyon Görüntüleri

Tablo 5. Lineer LED Sürücüler - Simülasyon Sonuçları

Parametreler	**Sonuç**	**Parametreler**	**Sonuç**
$V_{Giriş,RMS}$	230 V_{RMS}	**$I_{Çıkış,DC}$**	420 mA_{DC}
$P_{Giriş}$	33.07 W	**$V_{Çıkış,DC}$**	76.0 V_{DC}
$P_{Çıkış}$	31.92 W	**Power Factor (P.F.)**	0.960
Verimlilik (%)	% 96.5	**Akım Dalgalanması (%)**	%110

Buck-boost dönüştürücünün çıkış kısmında bulunan akım dalgalanmasını azaltıcı devrenin simülasyonu yapılmıştır. Bu devrenin amacı çıkış akım dalgalanmasını belli bir seviyenin altına düşürmektir. Simülasyon görselleri, girdileri ve sonuçları sıralı olarak Şekil 7 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.



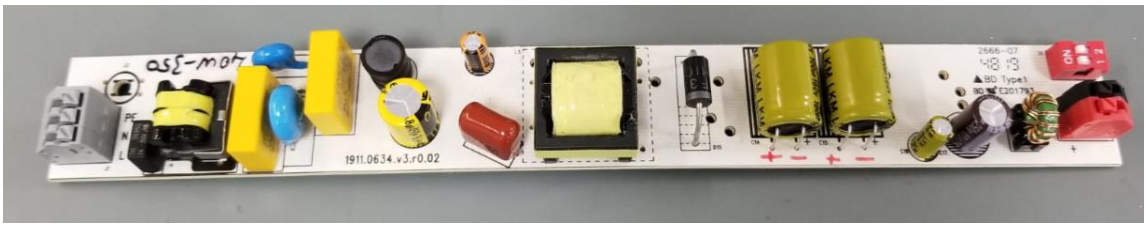
Şekil 7. PSIM Simülasyon Görüntüleri

Tablo 6. Lineer LED Sürücüler - Akım Dalgalanması Azaltıcı Devresinin Simülasyon Sonuçları

Parametreler	**Sonuç**	**Parametreler**	**Sonuç**
Giriş Akım Dalgalanması (%)	%110	**Çıkış Akım Dalgalanması (%)**	%10.0
$\mathbf{P_{Giriş}}$	31.92 W	$\mathbf{V_{Çıkış,DC}}$	75.0 V_{DC}
$\mathbf{P_{Çıkış}}$	30.55 W	$\mathbf{I_{Çıkış,DC}}$	405 mA_{DC}
Verimlilik (%)	% 95.7	$\mathbf{P_{Kayıp}}$	1.37 W

3.4. Tasarlanan ve Simülasyon Yapılan Devrenin Gerçeklenmesi

Tasarım ve simülasyon sonuçları kullanılarak ve ilgili standartlar göz önünde bulunarak tasarlanmış lineer LED sürücüsünün görselleri sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 8. ALD CC 30W 250 - 400mA fix LB Sürücü Görselleri



Şekil 9. ALD CC 30W 250 - 400mA fix LB Sürücü Görseli ve Çalışma Ortamı

Ölçülen elektriksel değer ise Tablo 7'de yer verilmiştir.

Tablo 7. Lineer LED Sürücü - Deneysel Sonuçlar

Parametreler	Sonuç	Parametreler	Sonuç
$V_{Giriş,RMS}$	230 V_{RMS}	$I_{Çıkış,DC}$	398 mA_{DC}
$P_{Giriş}$	31.67 W	$V_{Çıkış,DC}$	74.5V_{DC}
$P_{Çıkış}$	28.81 W	**Power Factor (P.F.)**	0.968
Verimlilik (%)	% 90.96	**Akım Dalgalanması (%)**	%3.1

4. SONUÇ

İstenen proje hedeflerine ulaşabilmek için matematiksel formüller, simülasyon sonuçları kullanılmış ve elde edilen değerler, deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Lineer LED Sürücü - Simülasyon ve Deneysel Sonuçların Karşılaştırılması

Parametreler	Simülasyon Sonuçları	Deneysel Sonuçlar	Parametreler	Simülasyon Sonuçları	Deneysel Sonuçlar
$V_{Giriş,RMS}$	230 V_{RMS}	230 V_{RMS}	$I_{Çıkış,DC}$	405 mA_{DC}	398 mA_{DC}
$P_{Giriş}$	33.07 W	31.67 W	$V_{Çıkış,DC}$	75.0 V_{DC}	74.5V_{DC}
$P_{Çıkış}$	30.55 W	28.81 W	**Power Factor (P.F.)**	0.960	0.968
Verimlilik (%)	% 92.38	% 90.96	**Akım Dalgalanması (%)**	%10.0	%3.1

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada lineer LED aydınlatma ürünlerinde çok sık tercih edilen lineer formdaki LED sürücülerin tasarımı, simülasyonu ve gerçeklenmesi hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca çalışma içerisinde LED sürücünün uyması gereken standartlardan da bahsedilmiştir. Yapılan çalışmaların sonucu olarak Tablo 8 incelendiğinde; matematiksel hesaplamalar doğrultusunda, simülasyon devresine parazitik bileşenlerin de eklenmesiyle gerçek sonuçlara yaklaşıldığı tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Proje ve tasarım sürecinde bana destek veren Akım Metal Ailesi'ne, takım arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

[1] D. L. Dilaura, K. W. Houser, R. G. Mistrick, G. R. Stetty, *Iesna Lighting Handbook*, Illuminating Engineering Society, 2011.
[2] K. Billings and T. Morey, *Switchmode Power Supply Handbook*, New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2011.
[3] *"A guide to select driver for LED luminaire to meet CE marking"*, Meanwell, Application Note, April 2015.
[4] N. Mohan, T. Undeland and W. Robbins, *Power Electronics*, Canada: John Wiley & Sons, Inc.1995.
[5] C. P. Basso, *Switch Mode Power Supplies, McGraw-Hill Companies ,2008*.
[6] *"Silergy, SY22679B LED Driver IC Application Note"*, Silergy Company, Application Note, June 2018.

OTOMOTİV YETKİLİ VE ÖZEL SERVİSLERDE ÇALIŞAN TEKNİK PERSONELLERİN YÖNETİM BAĞLILIĞI, İŞ GÜVENLİĞİ ÖNCELİĞİ, ÇALIŞAN KATILIMI AÇISINDAN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali Riza Motorcu
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
armotorcu@comu.edu.tr

Sedat Tayyar
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İş Güvenliği Ana Bilim Dalı
sedattayyar@hotmail.com

Özet
Otomobiller günlük hayatımızda ulaşım ve taşımacılıkta kullandığımız araçlar olup ömürleri oldukça uzundur. Otomobil sahiplerinin araçlarını periyodik bakım işlemlerine tabi tutmaları, bir kaza ya da arıza durumunda ise bakım onarım işlemleri için oto servislerine götürmeleri gerekmektedir. Oto servislerde çalışan teknik personeller iş güvenliği (İG) kurallarına uymak zorundadırlar, uymadıkları takdirde meslek hastalıklarına yakalanmakta, büyük ve küçük boyutta iş kazalarına uğramakta ve bu kazalar neticesinde yaralanmaktadırlar; hatta ölümler dahi gerçekleşmektedir. İşletmelerin ve çalışanlarının yüksek derecede iş güvenliği kültürüne (İGK) sahip olmaları iş kazaları ve meslek hastalıklarını önleyici tedbirler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, yetkili ve özel oto servislerinde bakım-onarım, oto boya ve kaporta işlerinde çalışan teknik personellerin (tekniker, teknisyen, usta, kalfa, çırak vb.), İG eğitimi alma, ramak kala olayı yaşama, iş kazası geçirme ve geçirilen iş kazasının türü değişkenlerine bağlı olarak İGK alt boyut ölçeklerinden yönetim bağlılığı (YB), İG önceliği (İGÖ) ve çalışan katılımı (ÇK) ölçekleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Araştırmanın evrenini Çanakkale ili merkezinde bakım ve onarım işlerinde faaliyet gösteren oto yetkili ve özel servisler oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemi 50'si yetkili servis, 55'i özel servislerde olmak üzere bakım-onarım, oto kaporta ve boya, elektrik işlerinde çalışan toplam 105 teknik personelden oluşmaktadır. Araştırmanın evreninden rastgele seçilmiş teknik personellere yüz yüze anketler uygulanmıştır. Anket verileri istatistiksel paket programı kullanılarak çözümlenmiş ve analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bulgular literatür ve İG uygulamaları çerçevesinde tartışılarak, uygulayıcılara ve karar alıcılara önerilerde bulunulmuştur. Araştırma neticesinde seçilen bağımsız değişkenler ile iş güvenliği kültürü ölçekleri arasında anlam ilişkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş güvenliği kültürü, Oto yetkili ve özel servis, teknik Personel, İstatistiksel analiz

EVALUATION OF OCCUPATIONAL SAFETY CULTURES IN TERMS OF MANAGEMENT COMMITMENT, OCCUPATIONAL SAFETY PRIORITY, EMPLOYEE PARTICIPATION OF TECHNICAL PERSONNEL WORKING IN AUTOMOTIVE AUTHORIZED AND PRIVATE SERVICES

Abstract
Cars are the vehicles we use in transportation in our daily lives and their lifetimes are quite long. Car owners are required to undergo periodic maintenance of their vehicles, and in the event of an accident or malfunction, they must take them to auto services for maintenance and repair. Technical personnel working in auto services are obliged to comply with the occupational safety (OS) rules, if they do not, they suffer from occupational diseases, suffer from major and minor work accidents and are injured as a result of these accidents; even deaths occur. Having a high level OS culture of businesses and their employees is among the measures to prevent occupational accidents and occupational diseases. In this study, the OS cultures of technical personnel (technician, master, apprentice, etc.) working in authorized and private auto services were evaluated by determining the relationships between

independent variables (their OS training, experiencing the incident, having an occupational accident and the type of occupational accident experienced) and the scales of the OS (management commitment (MC), OS priority (OSP) and employee involvement (EI)). The universe of the research consists of auto authorized and private services operating in maintenance and repair works in the center of Çanakkale. The sample of the study consists of a total of 105 technical staff, 50 are authorized services, 55 are in private services. Face to face questionnaires were applied to technical staff randomly selected from the universe of the research. Survey data were analyzed using statistical package program. The findings obtained as a result of the analysis were discussed within the framework of the literature and OS applications, and suggestions were made to the practitioners. As a result of the research, meaningful relationships were determined between independent variables and OS culture scales.

Keywords: Occupational safety culture, Auto authorized and private service, Technical staff, Statistical analysis

1. GİRİŞ

Otomobiller günlük hayatımızın en önemli araçları olup onların da bakım ve onarıma ihtiyaçları bulunmaktadır. Otomobil sahipleri araçlarının bakım-onarım ve tamir işlemleri için otomotiv yetkili servis (OYS)'leri ya da otomotiv özel servis (OÖS)'leri tercih etmektedirler. OYS'ler, otomobil üreticilerinden üretilen otomobiller ile ilgili eğitim alan ve sertifikalandırılan kurumlardır. OYS'ler fiziksel koşul, donanım ve cihaz, kurumsal kimlik, insan kaynakları, eğitim, bilgi işlem, müşteri memnuniyeti, standart hizmetler, denetleme şikâyet yönetimi, sertifikasyon vb. standartları yerine getirmek zorundadır (Sezgin ve Arat, 2008). OÖS'ler, belirli bir bilgi ve beceri düzeyine ulaşmış, deneyim sahibi olan oto tamir ustalarının işletmiş oldukları kurumlardır. Bir bakıma tamirhanelerdir. (Karahan ve Dinç, 2016). OÖS'ler otomobillerin periyodik bakım işlerini, yedek parça ve mekanik tamir işlerini ve performans değerlendirilmesi ile ilgili işlemlerin hızlı ve ekonomik bir anlayışla çözmeye çalışan işletmelerdir.(Sezgin ve Arat, 2008). Oto servislerde (OS) çalışan teknik personeller fiziksel, kimyasal, biyolojik, psiko-sosyal ve ergonomik risk etmenlerine maruz kalmaktadırlar. Örneğin; OS atölyesinde çalışan bir teknik personelin, kapalı bir ortamda çalışan bir aracın egzoz dumanına maruz kalarak zehirlenme ihtimali kimyasal bir risktir. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) 1991 yılında İş Güvenliği Kültürünü (İGK); "Kurumun sağlık ve güvenlik programlarının yeterliliğine, tarzına ve uygulamadaki ısrarına karar veren birey ve grupların tutum, değer, yetkinlik ve davranışlar örüntülerinin bir ürünüdür." şeklinde tanımlamıştır (Özkan ve Lajujen, 2003). İş kazası ise "Önceden planlanmamış, kontrol altına alınmamış ve çevresine sakıncalar yaratan olaylardır." şeklinde tanımlanmıştır (Üngüren ve Koç, 2015). Kaza gerçekleştiğinde hem çalışan hem de işveren maddi ve manevi zarara uğramaktadır. Kazaya uğrayan şahsın ölmesi ya da ömür boyu yatarak tedaviye maruz kalması işin en tehlikeli boyutu sayılabilir. İş kazalarının büyük bir bölümü çalışan kişinin davranışlarından kaynaklandığı düşünülecek olursa bu kazaları önlemek içinde büyük rol yine çalışan kişilere düşmektedir. OS atölyelerinde çalışan teknik personelin İGK'ya bakış açıları ve İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) ile ilgili almış olduğu eğitimlerini çalışma yaşamında uygulamaları oldukça önemlidir. Hali hazırda farklı sektörlerde çalışan personelin çalışma ortamlarında maruz kaldığı risk etmenlerini belirlemek ve İGK'larını belirlemek için yapılan ulusal ve uluslararası düzeyde çalışmalar vardır ve yapılmaya devam etmektedir. Dursun (2013) tarafından yapılan çalışmada İGK'nın çalışanların güvenli davranışları üzerine etkisi araştırılmıştır. Özkan ve Arpat (2017) metal sektöründeki çalışanların bazı çalışma ilişkilerinin İGK'ya etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada çalışanların sendikalı olmaları ve günlük çalışma süreleri gibi değişkenlerin çalışanların İGK'larını etkilediği görülmüştür. Aytaç (2011) iş kazalarının önlenmesinde İGK'nın önemi üzerine bir çalışma yapmıştır. Tutar vd. (2017) gemi ve inşa sanayinde iş kazalarının önlenmesinde İGK'nın temel unsurlarının neler olduğunu ortaya çıkarmak için bir çalışma yapmışlardır. Çetinkaya ve Ulusoy (2019) Mesleki ve Teknik Liselerdeki öğrenci ve çalışanların İGK'ya bakış açılarını belirlemek ve güvenlik tedbirlerinin uygulanabilirliğini anlamak için bir çalışma yapmıştır. Araştırma İSG eğitimlerinin ders olarak öğretilmesi ve bunun tüm Mesleki ve Teknik Okullarda uygulanmasına katkı sağlamıştır. O'Toole (2002) Amerika'da bulunan şirketlerdeki çalışanların İGK'larını ölçmek amacıyla bir anket çalışması yapmıştır. Hu vd. (1998) Tayvan'da imalat sanayinde çalışanların İGK'larını ölçmeye yönelik bir anket çalışması yapmıştır. Parker vd. (2014) Amerika Birleşik

Devletlerinde küçük ölçekli çarpışma ve tamir atölyelerinde çalışanların İGK'larını belirlemek amacıyla bir anket çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar işveren ve çalışanların işyerindeki tehlikelerin farkında olmalarına rağmen, işverenlerin İş Güvenliğini (İG) artırmak ve uygulamak üzere çalışmalar yapmasında tereddüt ettiklerini tespit etmişlerdir. Araştırmada, işverenlerin Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) temin etme ve işyerini güvenli hale getirme konularında yeterli kaynak ayırımında isteksiz olduğu düşüncesine sahip olduğu bulgusuna varan araştırmacılar son olarak olumsuz konuların düzeltilmesi için önerilerde bulunmuşlardır. Dursun (2011), Bursa'da imalat sektörü otomotiv yan sanayi dalında faaliyet gösteren 2 şirkette toplam 405 katılımcıyla çalışanların İGK'larını belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Yıldız vd. (2015), Türk inşaat sektöründe İGK'nın farklı demografik değişkenlere olan ilişkisini incelemişlerdir.

Literatürde yapılan çalışmalardan da görüleceği üzere özellikle yüksek tehlikeli ve tehlikeli farklı sektörlerde çalışan teknik elemanların İGK seviyelerinin beklenilen düzeylerde olmadığı görülmektedir. Çalışanların İGK seviyelerini belirlemenin iş yerlerinde yürütülecek İSG faaliyetlerinin ve önlemlerinin belirlenmesine önemli katkısı olacağı yapılan araştırmalardan anlaşılmaktadır. Bu nedenle gerek akademik seviyede gerekse kurumsal ya da işletmeler düzeyinde çalışanların İGK'sını belirlemeye yönelik çalışmalar büyük bir titizlikle gerçekleştirilmekte ve önemini korumaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, Çanakkale ilinde faaliyetlerini yürütmekte olan OYS ve OÖS'lerde çalışan teknik personellerin İGK'larını belirlemeye yönelik bir alan araştırması yapılmış ve çalışma sonunda elde edilen bulgulardan yola çıkarak saptama, değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur. Yapılan bu çalışmanın İSG alanında yapılan araştırma ve araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Çanakkale ili özelinde OS çalışanlarının İGK'ları araştırılmış ve değerlendirilmiştir. Araştırmanın amacı, OYS ve OÖS'lerde çalışan teknik personellerin İGK'larının seviyelerini belirlenen ölçekler çerçevesinde tespit etmek, çalışanların demografik özellikleri ile belirlenen İGK ölçekleri arasındaki ilişkileri belirlemek, gerek çalışanlar ve işverenler gerekse işletmeler düzeyinde alınması gereken tedbirler hakkında önerilerde bulunmaktır. Bu çalışmanın evreni Çanakkale ili merkezidir. Çanakkale Merkez'de Çanakkale Ticaret Odasına Bağlı 10 adet OYS vardır. Bu firmalarda oto bakım-onarım işlerinin yanı sıra oto boya kaportacılık işlemleri de yapılmaktadır. Çanakkale Merkez'de bulunan OYS'lere yaklaşık 100 teknik personel çalışmaktadır. OÖS'ler Çanakkale Merkez İlçesinde bulunan Küçük Sanayi Sitesi Tesislerinde ve merkez ilçeye bağlı diğer mahallerdeki dükkânlardan oluşmaktadır. Küçük sanayi Sitesi içerisinde dağıtılmış olarak yaklaşık olarak 90'a yakın oto bakım dükkânı bulunmakta olup otomotiv bakım servisçiliği, kaportacılık ve oto boyama işlemlerinde yaklaşık 500 teknik personel çalışmaktadır. Araştırma öncesinde bir anket formu hazırlanmıştır. Hazırlanan anket formunun ilk kısmında demografik bilgileri içeren soruların yanı sıra çalışanların İGK'larını ölçmek için 5'li likert tipinde, 3 ölçek kullanılmıştır. Bu ölçekler Muniz vd. (2007) tarafından hazırlanan yönetim bağlılığı (YB), Cox ve Cheyne (2000) tarafından hazırlanan iş güvenliği önceliği (İGÖ)'dür. Demirbilek (2005) tarafından revize edilen çalışan katılımı (ÇK) ölçeği diğer bir ölçektir. Katılımcılardan ölçekte yer alan her bir maddeye "Tamamen Katılıyorum (5)", "Katılıyorum (4)", "Kısmen Katılıyorum (3)", "Katılmıyorum (2)" ve "Hiç Katılmıyorum (1)" şeklinde Likert tipi beşli dereceleme ölçeği sisteminde cevap vermeleri istenmiştir. Çalışmada Çanakkale il merkezinde, 50'si OYS, 55'i OÖS'lerde olmak üzere bakım-onarım, oto kaporta ve boya, elektrik işlerinde çalışan toplam 105 teknik personelin cevaplamış olduğu anket formları toplanmış ve anketlerdeki veriler SPSS 22.0 istatistiksel paket programıyla çözümlenmiş ve analiz edilmiştir. Araştırmada, çalışanların İSG eğitimi alma durumu, ramak kala olayı yaşama durumu, iş kazası geçirme durumu ve geçirilen iş kazası türü gibi demografik değişkenlere bağlı olarak teknik personellerin YB, İGÖ ve ÇK ölçekleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Ölçeklerin iç tutarlılıklarını ve güvenilirliklerini ölçmek için Cronbach Alfa katsayıları kullanılmıştır. Cronbach Alfa, farklılıklar ölçüldüğünde ölçeğin iç tutarlılığını ve güvenilirliğini test etmektedir (Cronbach, 2004). Anket sorularının yanıtlanması sonucu elde edilen verilerin frekans (N), ortalama (X), üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmada kullanılan Likert ölçeğinde aralıkların genişliği "dizi genişliği/yapılacak grup sayısı" sayısı formülü ile hesaplanmıştır. Buna göre aralıklar oluşmuş ve sınıflama bu ölçeğe göre yapılmıştır. "1.00-1.80 Kesinlikle katılmıyorum", "1.81-2.60

Katılmıyorum", "2.61-3.40 Kararsızım", "3.41-4.20 Katılıyorum", "4.21-5.00 Kesinlikle katılıyorum" şeklinde değerlendirmeler yapılmıştır (Tekin, 1993).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmanın bu bölümünde ankette yer alan İGK ölçeklerine ait güvenirlik analizleri, araştırmaya katılanların demografik bilgileri, bağımsız değişkelere ait frekans (N) ve yüzdelik dilimler (%), İGK ölçeklerinde yer alan ifadelerin aritmetik ortalamaları (X) ve bağımsız değişkenler ile İGK ölçekleri arasındaki anlam ilişki tabloları verilerek yorumlanmıştır.

3.1. Ölçeklerin Güvenirlik Analizleri

Ankette üç ölçekte güvenirlik analizleri yapılmış, YB alt boyut ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı 0,603, İGÖ alt boyut ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı 0,700, ÇK alt boyut ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı 0,877 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Tablo 1'de görüldüğü üzere araştırmada kullanılan İGK alt boyut ölçeklerine ait Cronbach Alpha katsayıları 1'e yakın olduğundan, ankette elde edilen verilerin oldukça güvenilir düzeyde olduğu söylenebilir.

Tablo 1. İGK alt boyut ölçeklerine göre ayrıştırılmış güvenirlik düzeyi değerleri.

Ölçek Boyutları	Madde sayısı	Cronbach Alpha değeri	Anlamı
Yönetim bağlılığı	8	0,603	Güvenilir
İş güvenliği önceliği	4	0,700	Oldukça güvenilir
Çalışan katılımı	4	0,877	Oldukça güvenilir

3.2. Katılımcıların Demografik Bilgileri

Tablo 2'de katılımcıların bazı demografik özellikleri frekans (N) ve yüzdelik dağılımları (%) ile sunulmuştur. Bu çalışmada, ankete katılanların %52,4'ü (55 kişi) OÖS'lerde çalışmaktadır. Katılımcıların %47,6'sı (50 kişi) ise OYS'lerde çalışmaktadır. OS'lerde çalışan teknik personellerin tamamı erkektir. Bu tür işletmelerde yürütülmekte olan işlerin doğası gereği çalışan teknik personellerin tamamı ya da büyük çoğunluğu erkektir. Katılımcıların %77,1'i (81 kişi) OS'lerin bakım onarım atölyelerinde, %20'si (21 kişi) oto boya ve kaporta atölyelerinde görev yapmaktadır.

Tablo 2. Oto servis çalışanlarına ait demografik bilgiler.

Değişkenler		Frekans (N)	Yüzde Dağılım (%)	Değişkenler		Frekans (f)	Yüzde Dağılım (%)
Cinsiyet	Erkek	105	100,0	Kurumdaki çalışma yeri	Bakım-onarım	81	77,1
	Kadın	0	0		Oto kaporta	13	12,4
Servis türü	OYS	50	47,6		Oto boya	8	7,6
	OÖS	55	52,4		Yönetim	3	2,9

3.3. Bağımsız Değişkenlere Ait Bulgular

Tablo 3'te katılımcılarla ilgili bazı bağımsız değişkenlere ait frekans (N) ve yüzdelik dağılımları (%) verilmiştir. Katılımcılara İSG eğitimi ile ilgili eğitim alıp almadıkları sorulduğunda %78,1'i (82 kişi) "Evet aldım" şeklinde cevap verirken, %21,9'u (23 kişi) "Hayır almadım" şeklinde cevap vermişlerdir. Buradan oto servislerinde çalışan teknik personellerin çoğunun İSG eğitimlerini almış oldukları görülmektedir. Katılımcıların %29,5'i (31 kişi) ramak kala olayı yaşadığını belirtirken %70,5'i (74 kişi) ramak kala olayı yaşamadığını belirtmişlerdir. Ankete katılan katılımcıların %37,1'nin (39 kişi) iş kazası geçirdikleri,

%62,86'sının (66 kişi) herhangi bir iş kazasına uğramadıkları görülmektedir. Oto bakım ve onarım sektörü işlemler sırasında yürütülen faaliyetlerin zorluk derecesi ve yine farklı risk etmenlerinin birçoğunu içermesi nedeniyle "tehlikeli" grupta yer almaktadır. Sektörde risk etmenlerinin fazlalığı nedeniyle sahada çalışan teknik personellerinin iş kazası geçirmesi kaçınılmaz olabilmektedir. Ancak, iş kazası oranının sıfır olması temel hedeftir. Tablo 3'ten Çanakkale ili özeli için sektör çalışanlarının iş kazası geçirme oranlarının beklenenden yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Teknik personellerinin %37,1'inin iş kazası geçirmiş olması oldukça düşündürücüdür. OÖS'lerden ankete katılan personellerin neredeyse yarısının iş kazası geçirmiş olması bu işletmelerde risk etmenlerine karşı daha etkin tedbirlerin alınması gerektiğini göstermektedir. Katılımcıların iş kazasına uğradıkları yılları İSG Kanunundan öncemi sonramı olduğunu belirlemek ve kıyaslamak ayrı bir araştırma konusudur. Katılımcıların büyük bölümünün İSG eğitimi alması kazaların azalmasına etki edeceği düşünülebilir. Lopez ve Rubio (2016) otomotiv tamir-bakım sektöründe istihdam edilen her 100 personelden %3,9'unun ölümle sonuçlanmayan bir iş kazası ya da meslek hastalığı geçirdiğini belirtmişlerdir. Özkan ve Arpat (2015) yaptıkları araştırmada çalışanların %40'a yakınının en az bir kez iş kazasına uğradıklarını tespit etmişlerdir. Katılımcılardan iş kazası geçirenlerden %76,4'ü iş kazaları hafif yaralanma olarak geçirmişlerdir. OÖS'lerinde ki iş kazalarının ağırlık derecesi OYS'ye göre daha fazladır.

Tablo 3. Bağımsız değişkenlere ait bulgular.

İfade	Grup	Genel Tablo		OYS		OÖS	
		N	%	N	%	N	%
İSG eğitimi aldınız mı?	Evet	82	78,1	41	82,0	41	74,5
	Hayır	23	21,9	9	18,0	14	25,5
Ramak kala olayı yaşadınız mı?	Evet	31	29,5	11	22,0	20	36,4
	Hayır	74	70,5	39	78,0	35	63,6
İş kazası geçirdiniz mi?	Evet	39	37,1	14	28,0	25	45,5
	Hayır	66	62,9	36	72,0	30	54,5
İş kazası türü	Hafif (1-10 gün)	30	76,4	11	84,6	19	73,0
	Ağır (10 gün fazlası)	9	24,6	2	13,4	7	17,0

3.4. Oto Servis Çalışanlarının İGK Ölçeklerine Yönelik Bulgular

Tablo 4'te, çalışanların İGK'larını gösteren ölçek ifadelerinin ilgili boyuttaki aritmetik ortalamaları verilmiştir. YB; işletme sahiplerinin ve yönetimdeki yetkili kişilerin, çalışanların İG'ye verdiği önemi ve bağlılığı ifade etmektedir. Tablo 4 incelendiğinde; "Yönetim İG konularını görmezden gelir." ifadesinde X=2,02, "Yönetim yalnızca kazalar olduğunda harekete geçer" ifadesinde X=2,18 olup çalışanlar bu görüşlere katılmamışlardır. "Yöneticiler benim güvenliğime ilgi gösterirler." ifadesinde X=4,16 olup çalışanların bu görüşe katılımları oldukça yüksek bir seviyededir. Buradan yönetim ile çalışanlar arasında İG kültürü açısından iyi bir bağ olduğunu sonucuna varmak mümkündür. Ölçekte yer alan "İG levhalarına uymamız için yönetim tarafından devamlı olarak uyarılmaktayız." ifadesinin aritmetik ortalaması X=4,09 olup katılımcıların güvenlik levhalarının anlamlarını ve önlemlerini bildikleri görülmektedir. İşyerinde alınması gereken güvenlik önlemlerinden biri de yasaklayıcı, emredici, uyarıcı, yangın ve acil işaret levhalarıdır. Herhangi bir acil durumda çalışanların bu levhalara uyarak gerekli önlemleri almaları (Acil çıkış kapısına yönelmek, baret takmak, sigara içmemek vb.) uymaları çalışanların bu konuda yüksek bir İGK seviyesine sahip olmaları olumludur. Genel olarak verilen ifadelerdeki X>3,41 olduğu için katılımcıların yönetim bağlılığı açısından İGK'ları yüksektir.

İGÖ; işveren ve yönetim tarafından İG'ye verilen önem seviyesinin çalışanlar tarafından nasıl anlaşıldığını ve algılandığını ifade etmektedir. Tablo 4 incelendiğinde; "Yönetim İSG konularının üretim kadar önemli olduğunu düşünür." ifadesinin aritmetik ortalama değeri

X=4,06 olup çalışanların bu görüşe katıldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Çalışanların bakış açılarına göre değerlendirme yaptığımızda işletmelerin üretim kadar İSG konularına da önem verdiği ve İSG'nin yönetim bazında öncelik kazandığı sonucunu çıkarmamız mümkündür. "İG konularında yüksek oranda öncelik verilmediğine inanıyorum" ifadesi ters kodlanmış bir ifade olup X=2,97 değerinden yola çıkarak katılımcıların bu ifadede kararsız kaldıkları sonucuna ulaşmak mümkündür. Genel olarak X>3,41 olduğu için katılımcıların İG önceliği kültürleri yüksektir.

ÇK; çalışan teknik personelin İG kurallarına uyma davranışlarını ve çalışma koşullarının iyileştirmesine katılım gösterme alışkanlıklarını ifade etmektedir. Tablo 4 incelendiğinde**;** "Çalışanlar güvenlik düzenlemelerine uymaktadır." ifadesinin aritmetik ortalaması X=4,03 ile en yüksek değer olarak bulunmuştur. Buradan çalışanların işyerinde yapılan güvenlik düzenlemelerine (talimatlar, işaret levhaları, kişisel koruyucu donanım vb.) katılımlarının iyi olduğu sonucuna varılmaktadır. Ölçekte yer alan ifadelerin hepsinde 3,41>X>4,20 değerindedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak çalışanların çalışan katılımı açısından İGK'larının oldukça iyi bir seviyede olduğu sonucuna varmak mümkündür.

Tablo 4. Oto servis çalışanlarının İGK ölçeklerine ait düşünceleri.

Ölçek	No	Ölçek İfadesi	X	Ölçek X
Yönetim Bağlılığı	YB1	İşyerimde yönetim, İG sorunlarını düzeltmek için hızla hareket eder.	4,00	3,5357
	YB2	Bir İG kaygısı nüksettiğinde yönetim kararlı bir biçimde hareket eder.	4,04	
	YB3	İşyerimde yönetim, İG konularını görmezlikten gelir.	2,02	
	YB4	Yönetim güvensiz uygulamalardan bahsettiğinde düzeltici önlemler her zaman alınır.	4,06	
	YB5	İşyerimde yöneticiler benim güvenliğime ilgi gösterirler.	4,16	
	YB6	İG levhalarına uymamız için yönetim tarafından devamlı olarak uyarılmaktayız.	4,09	
	YB7	Yönetim yalnızca kazalar meydana geldikten sonra harekete geçer.	2,18	
	YB8	İş güvenliği prosedürleri iş yerimde tam olarak yerleşmiş değilse yöneticiler kaygılarını ifade ederler.	3,74	
İG Önceliği	İGÖ1	Yönetim, çalışanların İG önem taşıdığını göz önünde bulundurur.	4,17	3,8071
	İGÖ2	İG konularına yüksek oranda öncelik verilmediğine inanıyorum	2,97	
	İGÖ3	İG presedürlerin işleyişi dikkatlice izlenmektedir.	4,03	
	İGÖ4	Yönetim İG'ninde üretim kadar önemli olduğunu düşünür	4,06	
Çalışan katılımı	ÇK1	Çalışanlar kullanma talimatların için yönetmeliğinin hazırlanmasına katılmaktadır.	3,54	3,6762
	ÇK2	Çalışanlar İG planlarının yürütülmesinde aktif olarak katılımda bulunurlar.	3,58	
	ÇK3	Çalışanlar güvenlik düzenlemelerine uymaktadır.	4,03	
	ÇK4	Çalışanlar çalışma koşullarındaki eksikler ve İG konuları için yazılı önerilerde bulunurlar	3,55	

3.5. Oto Servis Çalışanlarına Ait Bağımsız Değişkenler İle İGK Ölçekleri Arasındaki İlişkiler

Bu çalışmada katılımcıların İSG eğitimi alma, ramak kala olayı yaşama, iş kazası geçirme durumu ve iş kazası türü ile İGK ölçekleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığını tespit etmek için Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmış ve bu analizin sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. İGK ölçeklerinin aritmetik ortalamasının İSG eğitimi alma durumuna göre bir faklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan ANOVA'da, İGÖ ölçeği ile İSG eğitimi alma arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0,05). İSG eğitimi alanların İGÖ ölçeğinden kültür seviyeleri eğitim almayanlara göre daha yüksek çıkmıştır. Bu araştırmada

yapılan istatistiki analizler neticesinde İSG eğitimi alma durumu ile YB ve ÇK ölçekleri arasında istatistiki olarak anlamlı ilişkiler bulunamamıştır.

İşyerlerindeki çalışanların ramak kala olayı yaşama durumuna göre İGK'larının bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan ANOVA'da, İGÖ ölçeği ile çalışanların ramak kala olayı yaşama durumları arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (P<0,05). Aynı tablodan anlaşılacağı üzere; ramak kala olayı yaşamayanların İGÖ ölçeğindeki İGK kültürleri diğer gruba göre da yüksektir. Araştırmada ANOVA analizleri sonucunda, ramak kala olayı yaşama durumu ile YB ve ÇK ölçekleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (Tablo 5).

İGK ölçekleri ile çalışanların iş kazası geçirme durumu değişkeni arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan ANOVA'da, YB, İGÖ ve ÇK olmak üzere tüm İGK ölçekleri ile çalışanların iş kazası geçirme durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 5). **Aynı t**ablodan görüleceği üzere; iş kazası geçirmeyen çalışanların YB, İGÖ ve ÇK açısından İGK kültürleri iş kazası geçiren çalışanlara göre daha yüksektir. İş kazası geçirenlerin bu ölçeklere ait İGK'larının daha yüksek olması beklenirken hala düşük olması üzerinde ayrıca araştırılması ve tartışılması gereken bir durumdur. Dursun (2011) yaptığı çalışmada çalışanların iş kazası geçirme durumu ile İGK ölçekleri arasında anlam ilişkisi olduğunu belirlemiş ve iş kazasına maruz kalmayan çalışanların maruz kalanlara göre YB ve ÇK ölçekleri açısından İGK seviyelerinin daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı yaptığı çalışmada iş kazası geçirme durumu ile İGÖ ölçeği arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Son olarak, yapılan ANOVA analizleri sonucunda çalışanların yaşamış oldukları iş kazası türü ile tüm İGK ölçekleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Tablo 5. Bağımsız değişkenler ile İGK ölçekleri arasındaki ilişkiler.

	Puan	Gruplar	N	X	F	P
İSG eğitimi alma	İG önceliği	Evet	82	3,9055	6,085	0,015
		Hayır	23	3,4565		
Ramak kala olayı yaşama	İG önceliği	Evet	31	3,4758	8,279	0,005
		Hayır	74	3,9459		
İş kazası geçirme	Yönetim bağlılığı	Evet	39	3,3782	5,869	0,017
		Hayır	66	3,6288		
	İG önceliği	Evet	39	3,5769	5,497	0,021
		Hayır	66	3,9432		
	Çalışan katılımı	Evet	39	3,3462	6,484	0,012
		Hayır	66	3,8712		

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çanakkale ili özelinde otomotiv servislerinde çalışan teknik personellerin iş güvenliği önceliği, yönetim bağlılığı ve çalışan katılımı açısından iş güvenliği kültürlerinin araştırıldığı ve değerlendirildiği bu çalışmada elde edilen önemli sonuçlar şunlardır:

- Oto servis çalışanlarının işin doğası gereği tamamı erkektir. Oto servis atölyelerinde bakım-onarım işlerinde çalışanların sayısı oto boya ve kaporta bölümünde çalışanlara göre daha fazladır.

- Oto servis çalışanların %78,1'i İSG eğitimi almışlardır. Buna rağmen, çalışan teknik personelin %37,1'i iş kazası geçirmiştir. Oto servislerde meydana gelen iş kazaları genelde hafif yaralanmalara neden olmaktadır.
- Oto servis çalışanlarının genel olarak yönetim bağlılığı, iş güvenliği önceliği ve çalışan katılımı açısından iş güvenliği kültürleri yüksektir.
- Oto servis çalışanlarının İSG eğitimi almaları iş güvenliği önceliği ölçeğinde iş güvenliği kültürünü olumlu etkilemiştir.
- Ramak kala olayı yaşamayanların iş güvenliği kültür seviyeleri daha yüksektir.
- İş kazası geçirmeyenlerin yönetim bağlılığı, iş güvenliği önceliği ve çalışan katılımı ölçekleri açısından iş güvenliği kültür seviyeleri daha yüksektir.
- OS çalışanların geçirdikleri iş kazası derecesinin hafif ya da ağır olmasının iş güvenliği kültürüne etkisi yoktur.

TEŞEKKÜR

Çanakkale ilindeki oto yetkili ve oto özel servislerde çalışan, bu çalışmaya katkı sağlayan tüm teknik personel ve katılımcılara ve işletmelerin/firmaların yöneticilerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

AYTAÇ S. (2011), İş Kazalarını Önlemede Güvenlik Kültürünün Önemi, *Türk Metal Dergisi* 147, 1-8.

COX S.J., CHEYNE A.J.T. (2000). Assessing Safety Culture in Offshore Environments, *Safety Science*, 34 (1-3), 111-129.

CRONBACH L.J. (2004). My Current Thoughts on Coefficient Alpha and Successor Procedures. CSE Report 643. *Center for Research on Evaluation Standards and Student Testing CRESST*.

ÇETİNKAYA A.I., ULUSOY I. (2019). Mesleki ve Teknik Liselerde Atölye Uygulamalarında İş Sağlığı ve Güvenliği, *OHS Academy*, 2(3), 135-142.

DEMİRBİLEK, T. (2005), İş Güvenliği Kültürü, *Legal Yayınları*, İzmir.

DURSUN S. (2011), *Güvenlik Kültürünün Güvenlik Performansı Üzerine Etkisine Yönelik Bir Uygulama, (Doktora Tezi)*, Erişim adresi: https://acikerisim.uludag.edu.tr (Erişim tarihi: 29.05.2020).

DURSUN S. (2013), İş Güvenliği Kültürünün Çalışanların Güvenli Davranışları Üzerine Etkisi. *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 3(2), 61-73.

HU S. C., LEE, C. C., SHİAO J. S. C., GUO Y. L. (1998). Employers' Awareness and Compliance with Occupational Health and Safety Regulations İn Taiwan. *Occupational Medicine*, 48(1), 17-22.

KARAHAN M., DİNÇ H. (2016). Otomobil Bakım ve Servis Hizmetleri Tercihine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi, *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(3), 199-214.

LÓPEZ A.A., RUBIO-ROMERO, J.C. (2016). Analysis of Workplace Accidents in Automotive Repair Workshops in Spain. *Safety and Health at Work*, 7(3), 231-236.

MUNIZ B.F., PEON J.M.M, ORDAS C.J.V. (2007). Safety Culture: Analysis of the Causal Relationships Between Its Key Dimensions, *Journal of Safety Research*, 38(6), 627-641.

O'TOOLE M. (2002). The Relationship Between Employees' Perceptions of Safety and Organizational Culture. *Journal of Safety Research*, 33(2), 231-243.

ÖZKAN T., LAJUNEN T. (2003). Güvenlik Kültürü ve İklimi. *Pivolka*, 2(10), 3-4.

ÖZKAN Y., ARPAT B. (2017). Bazı Çalışma İlişkisi Değişkenlerinin Güvenlik Kültürü Üzerine Etkisi: Denizli İli–Metal Sektörü Örneği, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 124-140.

ÖZKAN Y., ARPAT B. (2015). Mavi Yakalılarda Güvenlik Kültürü Algısı: Denizli İli Kablo İmalat Endüstrisi Örneği, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, Özel Sayı*, 205-240.

PARKER D. L., BROSSEAU L. M., BEJAN A., SKAN M., Xİ, M. (2014). Understanding Safety Climate In Small Automobile Collision Repair Shops. *American Journal of Industrial Medicine*, 57(1): 78-86.

SEZGİN M., ARAT T. (2008). Otomobil Servislerinden Yararlanan Müşterilerin Memnuniyeti Üzerine Bir Araştırma. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(10): 257-273.

TEKİN H., (1993), Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. *Yargı Yayınları, Ankara*.

TUTAR H., NAM S., NAM D. (2017). İş Kazalarının Önlenmesinde Güvenlik Kültürünün Belirleyicileri: Gemi İnşa Sanayi Üzerine Bir Araştırma, *European Journal of Managerial Research (EUJRM)*, 3(4), 99-118.

ÜNGÜREN E., KOÇ S.T. (2015), İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları Performans Değerlendirme Ölçeği Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması, *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 5(2), 124-144.

YILDIZ S., YILMAZ M., BAKIŞ, A. (2015). Türk İnşaat Sektöründe Güvenlik Kültürü İş Güvenliği İlişkisi, *5. İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiri Kitapçığı*, 71-80.

AFAD VE İTFAİYE EKİPLERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜRÜNE İŞ GÜVENLİĞİ DENETİMLERİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ali Riza Motorcu
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
armotorcu@comu.edu.tr

Kübra Yılmaz
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Çan Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu / İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü
kubra.yilmaz@comu.edu.tr

Özet
Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve yapısal özellikleri itibariyle afet ve acil durumların sık yaşandığı ülkelerdendir. Bu gibi olağanüstü durumlarda halkın, canlı ve cansız varlıkların, düzenin eski haline dönebilmesi için afet ve acil durumlarda görev yapan AFAD ve İtfaiye ekipleri müdahaleler yapmaktadırlar. Tehlike ve risklerin çok fazla olduğu bu gibi zorlu olaylarda çalışanların güvenlik kültürüne sahip olması istenmektedir. Öncelikli görevleri hayat kurtarmak olan bu ekiplerin güvenlik kültüre sahip ve bilinçli şekilde çalışmaları ile hem toplum refahı tekrar sağlanacak hem de her zaman ihtiyaç duyulan bu çalışanların sağlık ve güvenlikleri de sağlanmış olacaktır. Bu çalışmada, Çanakkale ilinde görev yapmakta olan AFAD ve itfaiye saha çalışanları için İş Güvenliği Denetimlerinin (İGD) İş Güvenliği Kültürüne (İGK) etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın evreni Çanakkale ili merkezi, örneklemi ise AFAD ve İtfaiye saha çalışanları olmak üzere 60 kişidir. Araştırma anketi yüz yüze uygulanmış ve veriler istatistiki paket programı ile analiz edilmiştir. Yapılan bu alan araştırmasının istatistiki değerlendirmeleri sonucunda, bu kurumlarda İGD yapılması ile İGK değerlendirme ölçeklerinden İş Güvenliği Eğitimi (İGE), İş Güvenliği Farkındalık ve Yetkinliği (İGFY) arasında istatistiki olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmişken, İGD yapılması ile İş Güvenliği İletişimi (İGİ) ve Yönetim Bağlılığı (YB) ölçekleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: AFAD, İtfaiye, İş Güvenliği Kültürü, İş Güvenliği Denetimi, İstatistiksel Analiz

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OCCUPATIONAL SAFETY SUPERVISIONS ON FIREFIGHTING AND AFAD TEAMS' OCCUPATIONAL SAFETY CULTURES

Abstract
Turkey is one of the countries that experienced frequent disasters and emergencies due to its geographical location and structural features. In such extraordinary situations, AFAD and Firefighters, who work in disasters and emergencies, intervene to restore the people, living and inanimate beings and order. Employees are required to have a culture of safety in such challenging events where dangers and risks are high. With the security culture and conscious work of these teams, whose primary task is to save lives, both the welfare of the society will be restored and the health and safety of these employees will always be provided. In this study, the effect of Occupational Safety Supervisions (OSS) on Occupational Safety Culture (OSC) for AFAD and firefighters working in Çanakkale was investigated. The universe of the research is the center of Çanakkale; the sample is 60 people, including AFAD and Firefighter field workers. The research questionnaire was applied face to face and the data were analyzed with statistical package program. As a result of the statistical evaluations of this field study, while statistically significant relationships were determined between the performance of the OSS in these institutions and the Occupational Safety Training (OST), the Occupational Safety Awareness and Competence (OSAC), which are the OSC assessment scales, no significant relationships were detected between the performance of the OSS in these institutions and Occupational Safety Communication (OSCOM) and Management Commitment (MC), which are the OSC assessment scales.

Keywords: AFAD, Fire Department, Occupational Safety Culture, Occupational Safety Supervisions, Statistical Analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde iş kazalarının artması ve meslek hastalıklarının sık görülmesi ile İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uygulamalarına ve denetimlerine verilen önem artmıştır. Çalışanların sağlık ve güvenliğinin sağlanabilmesi için öncelikle etkili bir İSG denetiminin olması gerekmektedir (Demircioğlu ve Centel, 2007). Denetim organizasyonun, İSG denetimlerinin temel amaçları İSG 'ye ilişkin alınmış olan kararların uygulanması, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemesidir (Demir, 2015). İSG denetimleri ile alınması gereken önlemleri, bu önlemlere yönetici, kurum ve çalışanların uyup uymadığı, İSG eğitimlerinin verilme durumu gibi önleyici durumların kontrol edilir ve iş kazası, meslek hastalıkları gibi durumların olmaması için tedbirler geliştirilmektedir (İş Teftiş Reh., 2011). Ülkemizde acil durumlar ve afetlerin sıklıkla görüldüğü bilinmektedir. AFAD ve itfaiye çalışanlarının zorlu çalışma koşulları, tehlike ve risklerin olduğu bölgelerde müdahale çalışma gerçekleştirmesi itibari ile çalışanların İSG kültürünün yüksek olmasının gerektiği ve amaçlarının hayat kurtarma olduğu için onların da sağlık ve güvenliğinin tam sağlanmış olması, güvenlikli çalışmalar yapmaları büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bu alanda yapılan yurtiçi ve yurt dışı bilimsel çalışmalar da önemini korumaktadır.

Osvaldova ve Petho (2015) kurtarma çalışanlarının zorlu şartlara maruz kaldığını ve İSG uygulamalarına daha fazla önem verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Reichard ve Jackson (2010) yaptıkları çalışmada acil durum müdahale ekiplerinde her 100 kişide 8,5 kişinin iş kazası geçirdiğini tespit etmişlerdir. Szubert ve Sabola (2002) bedensel eğitimler ve müdahaleler sırasında itfaiye ekiplerinin yaralanmalar yaşadıklarını bu nedenle engelleyici tedbirlerin alınması gerektiği vurgulanmışlardır. Pollack vd. (2017) itfaiye çalışanlarında mesleki yaralanmaların, risklerin olduğunu ve çalışanların güvenli davranışlar sergilemesi için eğitimler, denetimler, uygulamalar hakkında bilgi sahibi olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) güvenlik kültürünü "Kurumun sağlık ve güvenlik programlarının yeterliliğine, tarzına ve uygulamadaki ısrarına karar veren birey ve grupların tutum, değer, yetkinlik ve davranışlar örüntülerinin bir ürünü." olarak tanımlamıştır (Özkan vd., 2003). İSG denetim anlayışları, İş Güvenliği Kültürünün (İGK) benimsenmesi için bir etkendir. Çünkü, İSG denetimleri ile yaralanmalar arasında ilişkiler bulunmaktadır (Güven ve Oral, 2017). Bu çalışmada, Çanakkale ilinde çalışmalarını yürütmekte olan AFAD ve İtfaiye saha çalışanlarının İş Güvenliği (İG) denetim faktörlerine bağlı İGK'larını belirlemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan yola çıkarak saptama ve değerlendirmelerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Çanakkale ilinde görev yapmakta olan AFAD ve İtfaiye saha çalışanları için İG denetimlerinin İGK 'ya etkileri araştırılmış ve değerlendirilmiştir. Araştırmanın amacı, İtfaiye ve AFAD saha çalışanlarının kurumlarında yapılan denetimlerine bağlı onların İGK'larını tespit ederek alınması gereken önlemler hakkında önerilerde bulunmaktır. Araştırmanın evreni, Çanakkale ili merkezindeki AFAD saha çalışanları ve Çanakkale Belediyesi itfaiye saha çalışanları olmak üzere toplam 60 kişidir. İki kurumda da çalışanların %95'i çalışmaya katılmıştır. Araştırmada çalışanların İGK'larını ölçmek ve değerlendirmek için bir anket hazırlanmış ve çalışanlar ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket formunun ilk kısmında katılımcıların demografik özelliklerini tespit etmek için 27 adet soru ikinci kısımda ise onların İGK'larını belirlemek için 4 adet İGK ölçeği kullanılmıştır. Yönetim Bağlılığı Ölçeği için Cox ve Cheyne (2000) tarafından geliştirilen ölçek Türkçe'ye uyarlanmıştır.

Bu ölçek yönetimin çalışanların güvenliğine bağlılığı ölçmektedir ve 8 maddeden (ifadeden, yargıdan) oluşmaktadır. İş Güvenliği İletişimi Ölçeği ve İş Güvenliği Eğitimi Ölçeği için Neal vd. (2000), İş Güvenliği Farkındalığı ve Yetkinliği Ölçeği Lin vd. (2008) tarafından hazırlanan ölçek dilimize uyarlanarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan Likert ölçeğinde "dizi genişliği/yapılacak grup sayısı" formülü ile aralıkların genişliği hesaplaması yapılmıştır. Buna göre aralıklar oluşmuş ve sınıf gruplamaları belirtilmiştir. "1.00-1.80 Kesinlikle katılmıyorum", "1.81-2.60 Katılmıyorum", "2.61-3.40 Kararsızım", "3.41-4.20 Katılıyorum", "4.21-5.00 Kesinlikle katılıyorum" olarak değerlendirmeler yapılmıştır (Tekin, 1993). AFAD ve itfaiye çalışanlarının cevaplamış olduğu anket

formları toplanmış ve anketlerdeki veriler SPSS 22.0 istatistiksel paket programıyla çözümlenmiş ve analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenirlik ve iç tutarlılıklarını ölçmek için Cronbach Alfa katsayıları kullanılmıştır.

Farklılıklar ölçüldüğünde ölçeğin iç tutarlılığını ve güvenilirliğini Cronbach alfa tespit etmektedir (Cronbach, 2004). Yapılan analizler sonucunda yönetim bağlılığı, İG eğitimi, İG iletişimi, İG farkındalık ve yetkinliği alt boyut ölçeklerine ait Cronbach alfa katsayıları sırasıyla 0,885, 0,864, 0,826 ve 0,931 olup değerler 1'e yakın olduğundan ölçekler güvenilir olarak bulunmuştur. Anket sorularının yanıtlanması sonucu elde edilen bulgu ve sonuçların değerlendirilmesinde frekans (f), ortalama (X), standart sapma (SS) dahilinde değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada katılımcıların kurumlarında İG denetim durumu ile alt boyut ölçek değerlendirilmelerinin farklılığını belirlemek için ilişkin bağımsız guruplar t testi ve Mann Whitney (U) testi kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tablo 1'de araştırma katılımcılarının bazı demografik özelliklerine ve iş kazası, İSG eğitimlerine ait frekans (f) ve yüzdelik dağılımları (%) verilmiştir. Bu çalışmada, katılımcıların %23,3'ü AFAD kurumunda, %76,7'si itfaiye teşkilatında çalışmaktadır. Katılımcıların cinsiyeti incelendiğinde tamamının erkek olduğu görülmektedir. Katılımcılar yaşları bakımında incelendiğinde %70'nin 35 yaş üstünde olduğu, %30'unun ise 35 yaş altında olduğu görülmüştür. Katılımcıların %43,3'ü İSG eğitimi aldığı, %56,7'si ise eğitim almadığı yönünde cevap vermiştir. Ankete katılan katılımcıların %23,3'ü iş kazasına maruz kaldığını belirtmiştir. Kurtarma çalışanlarının çalışma koşulları dikkate alındığında çok fazla tehlike ve riskin var olduğu görülmektedir. Bu çalışanların amaçları hayat kurtarmaktır ve bu doğrultuda zamanla yarışmaları kazaların meydana gelmesini etkilemektedir. Ancak çalışanların güvenli davranışları ve kurumların denetimleri ile kaza riski önlenebilmektedir.

Tablo 1. Katılımcılara ait demografik bilgiler

Değişkenler		Frekans (f)	Yüzde Dağılım (%)	Değişken		Frekans (f)	Yüzde Dağılım (%)
Cinsiyet	Erkek	60	100,0	Kurum Türü	AFAD	14	23,3
	Kadın	0	0,00		İtfaiye	46	76,7
Eğitim Durumu	İlköğretim	5	8,3	İSG eğitimi aldınız mı?	Evet	26	43,3
	Lise	18	30,0		Hayır	34	56,7
	Ön Lisans	13	21,7				
	Lisans	23	38,3	İş kazasına maruz kaldınız mı?	Evet	14	23,3
	Lisans Üstü	1	1,7		Hayır	46	76,7

Tablo 2'de katılımcıların İSG denetlemeleri ile ilgili sorulara verdikleri cevapların frekans (f) ve yüzdelik (%) dağılımları verilmiştir. Çalışanların İSG denetimleri ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde, katılımcıların %46,7'si kurumlarında İSG denetimlerinin yapıldığını ve %70,0'si ise yapılan İSG denetimlerini faydalı bulduklarını belirtmişlerdir. Bu bağlamda çalışanların denetimlerden memnun ve kurumların da önem verdiği görülmüştür. Diğer taraftan, araştırmaya katılanların yarısından fazlası (%51,7) İSG denetimlerini yeterli bulmadıklarını belirtmişlerdir. Özellikle amaçları doğrultusunda hayat kurtarmak için zaman ile yarışan AFAD ve İtfaiye çalışanlarının sık denetimler ile daha da güvenli tedbirler alınabileceği düşünülmektedir. Son olarak, katılımcı cevaplarına göre İSG denetimlerinin çoğunluğu (%58,3) "yönetici ve görevliler" tarafından yapılmaktadır. Katılımcıların cevaplarından İSG denetimlerinin faydalı bulunduğu ancak bu denetimlerin yeterli olmadığı ve eğitimlerin artırılması gerektiği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, katılımcıların İSG denetimleri hakkında vermiş oldukları cevaplarda "fikrim yok" cevabı da oldukça yüksek çıkmıştır.

Tablo 2. Katılımcıların İSG denetimleri hakkındaki görüşleri

Madde	Evet		Hayır		Fikrim Yok	
	F	%	F	%	F	%
İşletmenizde iş sağlığı ve güvenliği denetimleri yapılıyor mu?	28	46,7	10	16,7	22	36,7
İş sağlığı ve güvenliği denetimlerini faydalı buluyor musunuz?	42	70,0	6	10,0	12	20,0
İş sağlığı ve güvenliği denetimlerini yeterli buluyor musunuz?	17	28,3	31	51,7	12	20,0
İş sağlığı ve güvenliği denetimlerini kimler yapıyor?	Yönetici Görevliler		Devlet Yetkilileri		Bilmiyorum	
	35	58,3	4	6,7	21	35,0

Tablo 3'te katılımcıların Yönetim Bağlılığı ölçeğinde yer alan yargılara ilişkin görüşlerinin aritmetik ortalamaları (X) ve standart sapmaları (SS) oluşturulmuştur. Tablo 3 incelendiğinde, AFAD ve itfaiye çalışanlarının kurumlarında yönetimin çalışanların güvenliğine ilişkin bağlılığını yüksek düzeyde buldukları görülmektedir. Yani yönetimin çalışanların güvenliğine önem verdiği görülmektedir. Katılımcıların yönetim bağlılığı ölçeğine ait yargılardan en fazla katıldıkları yargı işyerlerinde yönetimlerinin iş güvenliği konularını görmezden gelmedikleri ile ilgili yargı (X=4,07) olurken, yönetimin iş güvenliği sorunlarını çözmede hızlı davrandığı yargısı/görüşü ise en az katılım sağlanan görüş olmuştur (X=3,43). Tablo 3'te verilen bulguların analizinden genel olarak (X=3,68) AFAD ve itfaiye kurumlarındaki Yönetim Bağlılığı açısından İG kültürlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. "Yönetim Bağlılığı" ölçeğine ait bulgular

Yargı No	"Yönetim Bağlılığı" Ölçeğine Ait Yargılar	N	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)
YB1	İşyerimde yönetim, iş güvenliği konularını görmezlikten gelir **(T).**	60	**4,07**	0,686
YB2	Yönetim yalnızca kazalar meydana geldikten sonra harekete geçer **(T).**	60	3,97	0,637
YB3	İş güvenliği ile ilgili uyarı levhalarındaki hususlara uymamız için yönetim ve kısım amirlerimiz tarafından devamlı olarak uyarılmaktayız.	60	3,67	0,752
YB4	İşyerimde yöneticiler benim güvenliğime ilgi gösterirler.	60	3,67	0,681
YB5	İş güvenliği prosedürleri iş yerimde/çalıştığım kısımda tam olarak yerleşmiş değilse yöneticiler ve denetçiler kaygılarını ifade ederler.	60	3,67	0,774
YB6	Yönetim güvensiz uygulamalardan bahsettiğinde düzeltici önlemler her zaman alınır.	60	3,48	0,748
YB7	Bir iş güvenliği kaygısı nüksettiğinde yönetim kararlı bir biçimde hareket eder.	60	3,45	0,872
YB8	İşyerimde yönetim, iş güvenliği sorunlarını düzeltmek için hızla hareket eder.	60	**3,43**	0,890
	Ortalama (X)	60	**3,68**	0,57

Katılımcıların "İG İletişimi" ölçeğinde yer alan yargılara ilişkin görüşlerinin ortalama ve standart sapma değerleri olarak Tablo 4'te verilmiştir. "İG İletişimi" ölçeğine ilişkin yargılara verilen yanıtların aritmetik ortalaması X=3,73 olup (Katılıyorum)'dur. Buradan, AFAD ve itfaiye çalışanları ile yönetim arasındaki İG iletişiminin yüksek düzeyde bulunduğu görülmektedir. Bu boyutta, çalışanlar en fazla "Bu işyerinde amaç ve hedeflerin kapsamı açıkça belirtilmiştir" yargısına katılıyorken, çalışanların İG konularını üst yönetimle müzakere edebilirliği en az katılım sağlanan görüş olmuştur (X=3,60).

Tablo 4. "İG İletişimi" ölçeğine ait bulgular.

Yargı No	"İG İletişimi" Ölçeğine Ait Yargılar	N	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)
İGİ1	Bu işyerinde amaçlar ve hedeflerin kapsamı açıkça belirtilmiştir.	60	**3,92**	0,720
İGİ2	Bu işyerinde gruplar arasında iyi bir iletişim vardır.	60	3,73	0,821
İGİ3	Bu işyerinde iş güvenliği konuları hakkında açık bir iletişim vardır.	60	3,67	0,774
İGİ4	Çalışanlar iş güvenliği konularında üst yönetimle müzakere edebilirler.	60	**3,60**	0,827
	Ortalama (X)	60	**3,73**	0,660

Tablo 5'te katılımcıların İG Eğitimi ölçeğinde yer alan yargılara ilişkin görüşlerinin aritmetik ortalamaları (X) ve standart sapmaları (SS) verilmiştir. İG Eğitimi boyutundaki görüşler incelendiğinde, ankete katılan çalışanların kurumları tarafından kendilerine sağlanan İG eğitimlerini yüksek düzeyde yararlı buldukları anlaşılmaktadır (X=3,47). AFAD ve itfaiye çalışanlarının yaptıkları işlerin hayat kurtarma amacı gütmesi, araç malzeme bilgisi gerekmesi ve sürekli yeni bilgilere ihtiyaç duyulması gibi durumlar göz önünde bulundurulduğunda onlar için her eğitim bir İG eğitimi olarak kabul edilebilir. Bu boyutta katılımcıların en çok (X=3,87) iş yerinde verilen İSG eğitimlerinin İG bilincini artırdığı görüşüne katıldıkları görülmektedir. Bu bağlamda AFAD ve İtfaiye saha çalışanlarının güvenli davranışlar göstermesi için eğitimin önemli olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, çalışanların iş yerinde İSG programlarına yeterince ulaşabildiğine ilişkin ifade ise en az katılımın sağlandığı ifade olmuştur (X=3,27) ancak verilen cevapların ortalamaları genel olarak yüksek bulunmuştur.

Tablo 5. "İG Eğitimi" ölçeğine ait bulgular

Yargı No	"İG Eğitimi" Ölçeğine Ait Yargılar	N	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)
İGE1	İş yerinde verilen iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin iş güvenliği bilincini arttırdığını düşünüyorum.	60	**3,87**	0,676
İGE2	Eğitimi verenler iş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli bilgi ve tecrübeye sahiptirler.	60	3,65	0,685
İGE3	İşyerinde yaşanan iş kazalarının sebebinin eğitimsizlik olduğuna inanıyorum.	60	3,52	0,948
İGE4	İş güvenliği eğitimleri çalışanların kendi çalışma alanlarındaki tehlikeleri değerlendirmeyi sağlayacak yeterliliktedir.	60	3,47	0,873
İGE5	İş sağlığı ve güvenliği eğitimleri çalışanların işlerinde yaşadığı birçok durumu kapsamaktadır.	60	3,42	0,766
İGE6	İş yerimizde iş sağlığı ve güvenliği konusunda uzman kişiler tarafından belirli aralıklarda bilgilendirme toplantıları yapılmaktadır.	60	3,40	0,827
İGE7	İş yeri eğitim programlarında iş güvenliği konularına büyük bir öncelik verilmektedir.	60	3,35	0,777
İGE8	Çalışanlar işyerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili detaylı eğitimler alırlar.	60	3,32	0,813
İGE9	Çalışanlar işyerinde iş sağlığı ve güvenliği programlarına yeterince ulaşabilirler.	60	**3,27**	0,800
	Ortalama (X)	60	**3,47**	0,520

Tablo 6'da Katılımcıların "İG Farkındalığı ve Yetkinliği" ölçeğinde yer alan yargılara ilişkin görüşlerinin standart sapma (SS) ve aritmetik ortalamaları (X) verilmiştir. İG Farkındalık ve Yetkinlik boyutu incelendiğinde katılımcıların İG farkındalığı ve sorunlarla başa çıkabilme yetkinliğinin yüksek düzeyde olduğu görülmektedir (X=3,45). Bu boyutta, katılımcıların en çok katıldıkları ifade kişisel koruyucu donanımları hangi risklere karşı kullanacaklarını bilme ile ilgili olmuştur (X=4,18). Kurtarma çalışmalarında, müdahalelerde bulunurken her zaman KKD kullanan çalışanların bu konuda

güvenlik kültürünün oldukça yüksek olduğunu söylemek mümkündür. "Alanımla ilgili karşılaşabileceğim risklerden haberdarım." ifadesine katılan katılımcıların yapılan eğitim ve denetimlerin güçlü olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, bu ölçekte en az katılım sağlanan görüş, alanlarıyla ilgili İSG mevzuat ve yayınlarını takip etmekle ilgilidir (X=2,78).

Tablo 6. "İG Farkındalığı ve Yetkinliği" ölçeğine ait bulgular

Yargı No	"İG Farkındalık ve Yetkinlik" Ölçeğine Ait Yargılar	N	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (SS)
İGFY1	Kişisel koruyucu donanımların hangi risklere karşı kullanılacağını bilmekteyim.	60	**4,18**	0,72
İGDY2	Şahsen iş güvenliği konularının işimin en önemli yönü olmadığına inanıyorum (T).	60	3,83	0,82
İGFY3	İşyeri güvenliği için sorumluluklarımın bilincindeyim.	60	3,71	0,76
İGFY4	Alanımla ilgili karşılaşabileceğim risklerden haberdarım.	60	3,60	0,90
İGFY5	İşimi yerine getirirken doğru iş güvenliği prosedürlerini kullanırım/uygularım.	60	3,58	0,82
İGFY6	İşimi yaparken iş güvenliğinin yüksek seviyelerde olmasını sağlarım.	60	3,50	0,94
İGFY7	İşyeri güvenliğini geliştirmek için yardımcı görevleri ve etkinlikleri gönüllü olarak yerine getiririm.	60	3,48	0,87
İGFY8	İşim için gerekli iş güvenliği kurallarını biliyorum.	60	3,48	1,04
İGFY9	İş güvenliği kurallarına her zaman uyuyorum.	60	3,45	1,01
İGFY10	İş kazaları ve meslek hastalıklarının işçiye, işverene ve devlete olan maliyetinden ve zararlarından haberdarım.	60	3,26	1,10
İGFY11	Bir işi tamamlarken iş güvenliği zihnimde bir numaralı önceliktir.	60	3,03	1,11
İGFY12	Meydana gelen iş kazaları sonucunda haklarımın neler olduğunu biliyorum.	60	2,93	0,77
İGFY13	Alanımla ilgili iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yönetmelik, mevzuat ve diğer yayınları (kitap, makale vb,) takip etmekteyim.	60	**2,78**	0,94
	Ortalama (X)	60	**3,45**	0,68

Tablo 7'de araştırmaya katılan AFAD ve itfaiye saha çalışanlarının İG denetimleri yapılma durumu ile ilgili görüşleri verilmiştir. Tablo 7'deki bulgular incelendiğinde, araştırmada yer alan katılımcıların yönetim bağlığı, iş güvenliği iletişimi ve iş güvenliği farkındalığı ve yetkinliği ile ilgili görüşlerinde, işletmelerinde İSG denetimi yapılıp yapılmamasına göre anlamlı bir değişim yaşanmazken, iş güvenliği eğitimi ile ilgili görüşleri işletmelerinde İSG denetimi yapılıp yapılmamasına göre anlamlı biçimde farklılaşmaktadır [U=75,000; p<,05]. Buna göre, kurumlarında İSG denetimi yapılan çalışanların iş güvenliği eğitimi, İSG denetimi yapılmıyor cevabı verenlere göre anlamlı düzeyde daha yüksek oldukları bulunmuştur. Katılımcıların 22'si ise denetimlerin yapılma durumu hakkında "fikrim yok" cevabı vermiştir.

Tablo 7. Katılımcıların İG denetimi olma durumu görüşleri (Mann Whitney–U testi)

Ölçek	İşletmenizde İSG denetimi yapılıyor mu?	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	U	Anlamlılık (p)
Yönetim Bağlılığı	Evet	28	20,38	570,50	-0,816	115,500	0,414
	Hayır	10	17,05	170,50			
İG İletişimi	Evet	28	19,48	545,50	-0,017	139,500	0,987
	Hayır	10	19,55	195,50			
İG Eğitimi	Evet	28	21,82	611,00	-2,169	75,000	**0,030***
	Hayır	10	13,00	130,00			
İG Farkındalığı ve Yetkinliği	Evet	28	21,50	602,00	-1,859	84,000	0,063
	Hayır	10	13,90	139,00			
$n_{fikrim\ yok}$=22; *p<0,05							

Tablo 8'de katılımcıların İG denetimlerini yeterli bulmaları hakkındaki görüşleri verilmiştir. Tablo 8'deki bulgulara göre, araştırmada yer alan çalışanların işletmelerindeki yönetimin İG bağlılığı ve çalışanların İG iletişimi ile ilgili görüşlerinde İSG denetimlerini yeterli bulma durumuna göre anlamlı bir farklılık görülmezken, katılımcıların İG eğitimi ($t=3,457$; $p<0,05$) ve İG farkındalığı ve yetkinliği ($t=3,318$; $p<0,05$) ile ilgili görüşlerinin İSG denetimlerini yeterli bulup bulmama durumuna göre manidar şekilde farklılaştığı anlaşılmaktadır. Buna göre, İSG denetimlerini yeterli bulan katılımcıların iş güvenliği eğitimi ve iş güvenliği farkındalığı ve yetkinliği düzeylerinin, İSG denetimlerini yeterli bulmayan katılımcılara göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan denetimler ile AFAD ve İtfaiye saha çalışanlarının güvenlik kültürünü artırdığı, isg eğitimleri ve farkındalıklarını etkilediği görülmüştür.

Tablo 8. Katılımcıların İG denetimi yeterli bulma durumu görüşleri (Bağımsız örneklemlerde t- testi)

Ölçek	İSG denetimlerini yeterli buluyor musunuz?	N	X	SS	t	Anlamlılık (p)
Yönetim Bağlılığı	Evet	17	3,8235	0,65410	0,741	0,462
	Hayır	31	3,6976	0,50803		
İG İletişimi	Evet	17	3,6912	0,53422	0,260	0,796
	Hayır	31	3,7419	0,69965		
İG Eğitimi	Evet	17	3,8497	0,47131	3,457	**0,002***
	Hayır	31	3,3656	0,46009		
İG Farkındalığı ve Yetkinliği	Evet	17	3,9729	0,48034	3,318	**0,001***
	Hayır	31	3,3772	0,64766		
$n_{fikrim\ yok}=12$; *$p<0,05$						

4. SONUÇLAR

Çanakkale ilindeki AFAD ve itfaiye kurumlarında saha çalışanları için kurumlarında yapılan İSG denetimlerinin bu ekiplerin İG kültürlerine olan etkilerinin araştırılması ve değerlendirilmesi sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

1. Araştırmaya katılan AFAD (%23,3) ve İtfaiye (76,7) saha çalışanlarının tamamı erkektir. Araştırmaya katılan çalışanların %43,3 İSG eğitimi almış, %56,7 ise İSG eğitimi almamıştır. Katılımcıların %23,3'ü iş kazasına maruz kaldığını belirtmiştir. Bu bağlamda daha fazla önlem ve denetimlerin gerektiği söylenebilmektedir.
2. Çalışanların %46,7'si İG denetimlerinin yapıldığını belirtmişlerdir. Ancak %36,7'sinin denetimlerin yapılma durumu hakkında fikrinin olmadığı tespit edilmiştir.
3. Çanakkale ilinde faaliyet gösteren AFAD ve itfaiye çalışanlarının genel olarak İG kültürleri oldukça yüksek bulunmuştur. Özellikle KKD kullanımı, yönetimin iş güvenliği tedbirleri, iş güvenliği iletişimi, eğitim bilincinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.
4. Katılımcıların İG denetimlerini faydalı bulma görüşleri incelendiğinde, %70'nin denetimleri faydalı bulduğu görülmüştür. Bu bağlamda güvenlik kültür bilincinin yüksek ve denetimlerin olumlu etkileri olduğu görülmüştür.
5. AFAD ve İtfaiye saha çalışanlarının güvenlik kültürüne sahip olduğu görülmüştür. Denetimler hakkında daha fazla bilgi verilmesi ve sıklaşması ile üst düzey güvenlik kültürüne hakim olacakları öngörülmektedir.
6. Mann Whitney ve bağımsız değişkenler t-testleri sonuçlarından güvenlik kültürünü yansıtan "İG Eğitimi" ve "İG Farkındalık ve Yetkinlik" ölçekleri ile katılımcıların İG denetimleri yapılma durumu ve İSG denetimlerini yeterli bulma görüşleri arasında genel olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.
7.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, yapılan alan araştırmasına sahada görevli afet, kurtarma ve yangın söndürme ekiplerinin katılımlarına izin veren Çanakkale İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'ne (AFAD), Çanakkale Belediyesi'ne, Çanakkale Belediyesi İtfaiye Müdürlüğü'ne ve araştırmaya katılan tüm katılımcılara teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Cox S. J., Cheyne A. J. T. (2000). Assessing safety culture in offshore environments. *Safety Science*, 34(1-3), 111-129.

Cronbach L.J. (2004). "My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures", CSE Report 643, University of California, 1-32, Los Angeles.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Teftişi Rehberi, (2011). Erişim adresi: https://ailevecalisma.gov.tr/medias/6012/2011_46.pdf, Erişim Tarihi: 12.06.2020.

Demir, K. (2015). İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimi ve Bazı Ülkelerden Uygulama Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, AÜ Sosyal Bilimler Enstitütüsü, Eskişehir.

Demircioğlu A., Centel T. (2007). İş Hukuku, Beta Yayınevi, İstanbul.

Güvel, Ş.T., Oral, E.L. (2017), Şantiyelerdeki İş Güvenliği Denetim Sıklığının Çalışanların KKD Kullanımına Etkileri, *Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi,* 35-46.

Lin S.H., Tang W.J., Miao J.Y., Wang Z.M., Wang P.X. (2008). Safety Climate Measurement at Workplace in China: A Validity and Reliability Assessment, *Safety Science*, 47(3), 1037-1046.

Lu J., Yang N., Ye J., Wu H. (2014). The Influence Paths of Emotion on the Occupational Safety of Rescuers Involved in Environmental Emergencies- Systematic, *Iran J Public Health* 43(11), 1478-1485.

Neal A., Grinb M.A., Hart P.M. (2000). The Impact of Organizational Climate on Safety Climate and Individual Behavior, *Safety Science*, 34(1), 99-109.

Osvaldova L.M., Petho M. (2015). Occupational Safety and Health During Rescue Activities. *Procedia Manufacturing* 3, 287- 4293.

Özkan T., Lajunen T. (2003). Güvenlik Kültürü ve İklimi. *Pivolka*, 2(10), 3-4.

Pollack K. M., Poplin G. S., Griffin S. Peate, Nash V., Nied E., Burgess J. L. (2017). Implementing risk management to reduce injuries in the US fire service. *Journal of Safety Research*, 60, 21-27.

Reichard A.A., Jackson L.L., 2010. Occupational Injuries Among Emergency Responders. *American Journal of Industrial Medicine* 53, 1–11.

Szubert, Z., Sobala, W. (2002). Work-related injuries among firefighters: sites and circumstances of their occurrence. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 15(1), 49-55.

Tekin H. (1993), Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. *Yargı Yayınları,* Ankara.

GÜRÜLTÜ SEVİYESİ VE KİŞİSEL MARUZİYET SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTALARI: MAKİNE İMALAT ATÖLYESİ İÇİN BİR UYGULAMA

Ali Riza MOTORCU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, TÜRKİYE, armotorcu@comu.edu.tr

Serkan GÜRSOY
Merkez M. A. Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Çanakkale, TÜRKİYE
serkan_gursoy@hotmail.com

Özet
Sanayileşme ile birlikte makineleşen endüstri endüstriyel gürültüyü de beraberinde getirmiştir. İşitme kaybı işletmelerde en sık rastlanan meslek hastalıklarından biridir. Gürültü haritalarının hazırlanmasıyla gürültünün kaynağı ve dağılımı daha net tespit edilebilmekte ve daha etkin çözümler üretilebilmektedir. Bu amaçla, bu çalışmada gürültü seviyesinin en yüksek olduğu bilinen makine imalat atölyesinin çalışma alanı ızgaralara bölünerek her kesişim noktasında TS ISO 1996-2 standardına göre gürültü değerleri ölçülmüştür. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programı ile çizilen atölye yerleşim planı üzerine A-frekans ağırlıklı eşdeğer gürültü seviyesi (LA_{eq}) ve C-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının tepe değerleri (LC_{Peak}) işlenerek gürültü haritaları hazırlanmıştır. Haritalardan yararlanılarak atölyede yüksek ses seviyelerine ait alanlar tespit edilmiştir. 28 noktada yapılan ölçümlerde LA_{eq} değerleri 70,9 dB(A) ile 88 dB(A) arasında değişmiştir. En yüksek LA_{eq} değerleri sırasıyla 40kW gücündeki abkant tezgâhında 88 dB(A), lazerle kesme tezgâhında 86,8 dB(A) ve makasta 86,2 dB(A) olarak ölçülmüştür. Aynı noktalarda ölçülen LC_{Peak} değerleri ise 102,7 dB(C) ile 128,4 dB(C) arasında değişmiştir. 128,4 dB(C) ve 123,4 dB(C) ile en yüksek LC_{Peak} değerleri sırasıyla abkant tezgâhı ve makas üzerinde ölçülmüştür. Bu atölyede, farklı model ve işleve sahip makine ve tezgâhlar (plazma, abkant, makas, silindir ve testere) başında sürekli aynı görevi yapan 5 operatörden alınan görev tabanlı kişisel maruziyet ($L_{EX,\ 8saat}$) değerleri 87,1-95,7 dB(A) aralığında ölçülmüş olup maruziyet 87 dB(A) maruziyet sınır değerlerinin üzerinde çıkmıştır. Çalışmada ayrıca, gürültüyü kaynağında yok etmeye yönelik çözüm ve tedbirler de sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makine imalat atölyesi, Endüstriyel gürültü, Gürültü haritası oluşturma, Gürültü kontrolü, İş Güvenliği

INDUSTRIAL NOISE MAPS FOR ASSESSMENT OF NOISE LEVEL AND PERSONAL EXPOSURE LEVELS: AN APPLICATION FOR MACHINE MANUFACTURING WORKSHOP

Abstract
The industry, which became mechanized with industrialization, brought industrial noise with it. Hearing loss is one of the most common occupational diseases in businesses. By preparing noise maps, the source and distribution of the noise can be determined more clearly and more effective solutions can be produced. For this purpose, in this study, the working area of the machine manufacturing workshop, which is known to have the highest noise level, is divided into grids and noise values are measured at each intersection point according to TS ISO 1996-2 standard. Noise maps were prepared by processing A-frequency-weighted equivalent noise level (LA_{eq}) and C-frequency-weighted instantaneous noise pressure peak (LC_{Peak}) on the workshop layout drawn by Computer Aided Design (CAD) program. Using the maps, areas of high sound levels were determined in the workshop. In the measurements made at 28 points, LA_{eq} values ranged from 70,9 dB(A) to 88 dB(A). The highest LA_{eq} values were measured as 88 dB(A) at the 40kW press brake machine, 86,8 dB(A) at the laser cutting table and 86,2 dB(A) at the scissors. LC_{Peak} values measured at the same points ranged from 102,7 dB(C) to 128,4 dB(C). The highest LC_{peak} values with 128,4 dB(C) and 123,4 dB(C) were measured on the press brake and scissors, respectively. In this workshop, task-based personal exposure values ($L_{EX,\ 8hours}$) taken from 5 operators who perform the same task at the beginning of machines and

benches (plasma, press brake, scissors, roller and saw) with different models and functions were measured in the range of 87,1-95,7 dB(A). exposure was above 87 dB(A) exposure limit values. In the study, solutions and measures to eliminate noise at its source are also presented.

Keywords: Machine manufacturing workshop, Industrial noise, Noise map creation, Noise control, Occupational Safety

1. GİRİŞ

Sektörlere bağlı olarak çalışanların maruz kaldığı tehlikeler değişkenlik göstermekle birlikte, küçük ve büyük işletme fark etmeksizin birçok alanda fiziksel risk etmeni olan endüstriyel gürültü, çalışan sağlığı ve güvenliği açısından ciddi problemler oluşturmaktadır (Gürsoy, 2020). Gürültü; yüksekliğinden, cinsinden ve değişkenliğinden dolayı rahatsız edici unsur olarak nitelendirilirken özellikle endüstriyel gürültü kişileri rahatsız etmekten öteye geçerek sağlık zararlısı olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle, gürültü kontrolü son derecede önem arz etmektedir (Özgüven, 2008). Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği'ne göre gürültünün meslek hastalığı sayılması için gürültülü işlerde en az 2 yıl çalışılması gerekirken 85 dB üstünde olan işlerde ise bu süre 30 gün olup gürültünün ne kadar da önemli bir sorun olduğu gözler önüne serilmektedir. Gürültü kontrolü, gürültüyü kaynağında yok etme, yayılım yolunda yok etme ve gürültünün algılandığı noktada ya da çalışanda yok etme olarak üç aşamada ilerleyen bir süreçtir. Gürültünün azaltılması ya da tamamıyla yok edilmesi için bilimsel, Ar-Ge, sanayi uygulamaları vd. birçok alanda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Forouharmajd ve Shabab (2015) çalışmalarında bir çelik fabrikasında ortam ölçümleri yapmışlar ve Surfer program ile çalışma ortamının gürültü seviye haritasını çıkarmışlardır. En yüksek gürültü seviyeleri elektrikli ark ocağı, pota fırını, döküm tekneleri, soğutma yatakları civarında ölçülmüş ve bu bölümlerdeki gürültü seviyelerinin tehlike sınır değerlerinin üzerinde olduğu görülmüştür.

Ateş ve Arabacıoğlu (2018) çivi imalatı yapan bir işletmede 27 noktada yaptığı ölçümler sonucunda gürültü maruziyet değerlerinin 86.1-101.6 dB(A) aralığında olduğunu tespit etmişler ve gürültü maruziyet değerlerinin düşürülmesi için önerilerde bulunmuşlardır. Majidi ve Rezai (2016) tarafından yapılan çalışma Ghazvin sanayi bölgesinde gürültülü bir paketleme ünitesinde GIS tekniği ile gürültü seviyelerini değerlendirmek için yapılmıştır. Her bir istasyondaki ses basıncı seviyesi ölçülmüş ve sonra gürültü haritasını çizmek için ölçüm değerleri Arc GIS yazılımına aktarılmıştır. Yavuz vd (2019) tarafından yapılan çalışmada bir imalat firmasında üretim tezgâhlarının çalışmaları anında elde edilen gürültüler ölçülmüştür. Sonuçlardan görülen makinelerin tek çalışmalarına nazaran birlikte çalışmalarında daha büyük gürültü değerleri elde edilmiştir. Zare vd. (2018) tarafından yapılan çalışma, 2017 yılında İran güvenlik ayakkabıları üretim fabrikasında Surfer V.13 kullanarak çevresel ses basıncı seviyesini ve ses haritalamasını araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bireylerin maruziyetini değerlendirmek için yapılan araştırmanın sonuçları, kesme, dikiş ve doldurma ünitesindeki işçilerin gürültüye aşırı maruz kaldıklarını göstermiştir.

Dziechciowski ve Czerwiński (2016) tarafından yapılan çalışmada, bobin kesme makinesinin gürültü ölçümlerini özetlemektedir. Makinenin çalışma bölgesi için ses basınç seviyelerini gösteren gürültü haritaları çizilmiş ve makine operatörleri için çalışma koşullarını iyileştirmek amacıyla hesaplamalar yapılmıştır. Engin vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, doğal taş atölyesinde 110 düzenli noktadan elde edilen eşdeğer gürültü verileri kullanılarak gürültü seviyesi haritaları hazırlanmıştır. Riskli alanlar gürültü yayılım haritaları ve ayrıca günlük gürültü maruziyeti sınır değerleri ve çalışma süresi kullanılarak belirlenmiştir. Yüksek düzeyde gürültünün tespit edildiği riskli alanlar için öneriler sunulmuştur. Hassanvand vd. (2019) tarafından yapılan çalışmanın amacı Surfer V.14 ve Noise At Work araçları kullanarak İran'da bir lastik üretim kompleksinin kişisel ve çevresel gürültü seviyesini değerlendirmek ve ses haritasını oluşturmaktır.

Araştırma sonucunda sertleştirme bölgesinin % 75'inden fazlasının ses basıncı seviyesinin 85 dB(A)'dan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Risvianni vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, küçük bir susturucu endüstrisinde susturucu üretim prosesinde oluşan gürültü seviyesi haritalaması üretim

sürecinde farklı metal işleme görev yerlerinde 5 noktada gerçekleştirilmiştir. Araştırmada genel olarak, tüm örnekleme noktalarında ölçülen standart gürültü seviyesinin üzerinde tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarından da görüleceği üzere endüstriyel gürültünün azaltılması ve önlenmesi için yapılan araştırmalar önemini korumakta olup farklı sektörler için gürültü haritalarının oluşturulması, haritaların irdelenmesi ve değerlendirilmesi sonucu farklı birçok çözüm önerilerinin sunulması ise en etkin yöntemlerden birisidir. Hidrolik, mekanik ve pnömatik presler kullanılarak imalatların yapıldığı atölyeler de endüstriyel gürültüye maruziyetin en yüksek olduğu üretim ortamlarıdır (Gürsoy, 2020). Bu nedenle bu çalışmada, bir makine imalat atölyesinde ortam ölçümleri alınarak gürültü haritaları hazırlanmıştır. Çalışmada ayrıca, çalışan operatörler üzerine takılan dozimetrelerle görev tabanlı kişisel maruziyet değerleri de ölçülmüştür. Gürültü ölçüm sonuçları ve pres atölyesi için oluşturulan gürültü haritaları değerlendirilerek gürültüyü önlemeye yönelik öneriler sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği işletme özel araç üstü ekipmanları üretmektedir. Gürültü ölçümlerinin yapıldığı üretim atölyesinin genel görünümü Şekil 1'de, atölyede bulunan makine ve ekipmanların teknik özellikleri ise Tablo 1'de sunulmuştur (Gürsoy, 2020).



Şekil 1. Gürültü ölçümlerinin yapıldığı üretim atölyesinin genel görünümü (Gürsoy, 2020).

Tablo 1. Makine imalat atölyesinde bulunan tezgâhlar ve teknik özellikleri (Gürsoy, 2020).

Kodu	Marka	Model Yılı	Tezgâh Sayısı (Adet)	Motor Gücü (kW)		Kodu	Marka	Model Yılı	Tezgâh Sayısı (Adet)	Motor Gücü (kW)
A	Plazma Tezgâhı	2006	1	22		K	Torna Tezgâhı	2001	1	17
B	Makas	2001	1	37		L	Torna Tezgâhı	2002	1	11
C	Makas	2013	1	37		M	Torna Tezgâhı	2008	1	7,7
D	Abkant Pres	2001	1	15		N	Diş Açma Tezgâhı	2015	1	3
E	Abkant Pres	2013	1	40		O	CNC Tezgâh	2012	1	20
F	Silindir	2001	1	40		Ö	Şerit Testere Tezgâhı	2001	1	1,5
G	Silindir	2015	1	22		P	Daire Testere Tezgâhı	2018	1	4,3
H	Punch	2010	1	7,5		R	Profil Lama Makinesi	2012	1	2,5
İ	Radyal Matkap Tezgâhı	2006	1	4		S	Şerit Testere Tezgâhı	2018	1	1,3
J	Freze Tezgâhı	2004	1	3		T	Tavan Vinç	2015	1	4

2.1. Gürültü Ölçümleri, Kullanılan Cihazlar ve Kalibrasyon

Kapalı ortam gürültü ölçümleri, uluslararası değerlendirmeye sahip IEC 61672-1:2002 (2017)'ye uygun, Tip-1 sınıfında, çevresel ve endüstriyel gürültü ölçümlerinin izlenmesi için tasarlanmış Svantek Svan 957 marka ve model gürültü ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 2.a). Bu çalışmada oluşturulan gürültü haritalarından çıkacak bulgularla paralel bir şekilde değerlendirme yapmak için

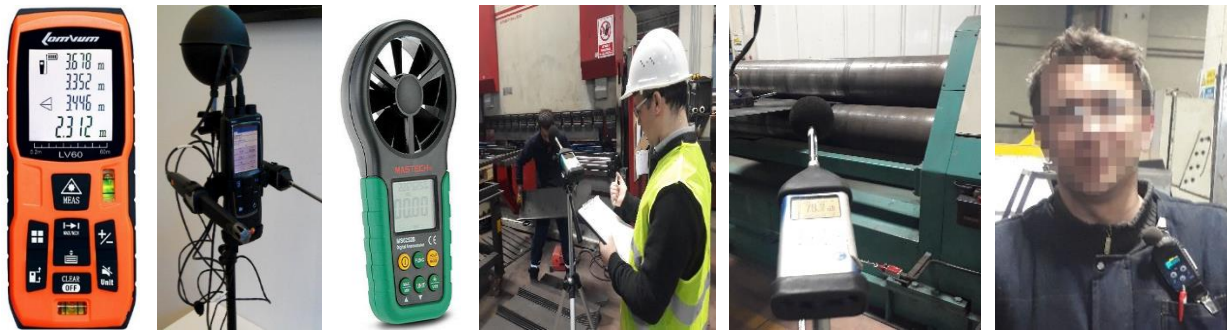
kişisel maruziyet ölçümleri de yapılmış olup bu bağlamda görev tabanlı ölçümler için IEC 61252 (2017) ve ANSI S1.25-1991 standartlarında, Tip-2, IEC 61652'ye (2017) uygun Svantek SV104 marka ve model akustik dozimetre kullanılmıştır (Şekil 2.b). Çalışmada kullanılan gürültü ölçüm cihazlarının her ölçüm öncesi ve sonrasında kalibrasyonu için, TÜRKAK tarafından kendisi de kalibre edilmiş olan IEC 60942 (2019) Sınıf 1 standardına uygun ND9 akustik kalibratör kullanılmıştır (Şekil 2.c ve d.) (Gürsoy, 2020).



a) b) c) d)

Şekil 2. Gürültü ölçüm cihazları ve kalibrasyon. a)Ses seviyesi ölçme ve analiz cihazı, b)Akustik dozimetre, c)Akustik kalibratör, d)Kalibrasyon işlemi (Gürsoy, 2020).

Ortam ölçümleri sırasında alınacak ölçüm sonuçlarına bağlı olarak oluşturulacak gürültü haritaları için çalışma ortamının eşit yatay ve dikey gridlere (ızgaralara) bölünmesi için Lomvum LV40 marka ve model lazer metre kullanılmıştır (Şekil 3.a). Gürültü ölçümleri ile birlikte ölçüm yapılan ortamının fiziki şartlarının da belirlenmesi açısından sıcaklık, nem, basınç ölçümleri ve rüzgâr gücü ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Ortam konfor ölümleri için Şekil 3.b'de resmi verilen Testo 480 marka ve model sıcaklık, nem ve basınçölçer kullanılmıştır. Gürültü ölçümleri rüzgâr hızının 5m/sn'den düşük olduğu (Şekil 3.c'de verilen anemometre ile ölçülmüştür) yağmursuz geçen bahar dönemi seçilmiştir (Gürsoy, 2020). Bu ölçümler süresince iş güvenliği kapsamında kulaklık veya kulak tıkacı ve çelik burunlu iş ayakkabısından oluşan kişisel koruyucular (KKD) kullanılmıştır (Şekil 3.d). İş yerlerinde atölye ortamlarında yapılan ölçümlerde iş güvenliği prensiplerince mümkün oldukça gürültü kaynaklarına yaklaşılmaya çalışılmış, rüzgârı karşıya almadan, gürültü kaynağına doğru ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.e). Atölyede bulunan farklı makinelerde çalışan operatörler üzerine takılan dozimetreler ile TS 2607 ISO 1999 (2005) ve TS EN ISO 9612 (2009) standardına göre gürültü kişisel maruziyet değerleri de ölçülmüştür (Şekil 3.f) (Gürsoy, 2020).



a) b) c) d) e) f)

Şekil 3. Fiziki ortam şartları ölçme araçları, ortam gürültü ölçümleri ve kişisel maruziyet ölçümleri a)Lazer metre, b)Dijital sıcaklık nem basınçölçer, c)Anenometre, d)Ölçüm aşamasında KKD kullanımı e)Ortam gürültü ölçümü f)Gürültü kişisel maruziyet ölçümü (Gürsoy, 2020).

2.2. Ölçüm Yöntemi

Bu çalışmada öncelikle ön inceleme çerçevesinde genel bir kroki için makine parkının yerleşimi alanı, duvar, stok alanı ve tezgâhların birbirine olan uzaklıkları kayıt altına alınmıştır. Bu veriler çerçevesinde atölye yerleşim planı Bilgisayar Destekli Çizim (CAD) programı olan Autocad 2019

programında çizilerek üzerinde ölçüm nokta sayısı ve konumları belirlenmiştir. Ortam ölçümlerine katkı sağlaması için yapılacak kişisel maruziyet ölçümleri için görev tabanlı ölçümler çerçevesinde ilgili personellerin belirlenmesinin ardından ölçüm yapılacak tarih ve saatler belirlenmiştir. Anma gününde ölçüm alınacak noktalar işaretlenmiş, cihazların ölçüm öncesi kalibrasyon testleri yapılarak ve anlık ses basınç seviyesi (Sound Pressure Level-SPL) değerleri kaydedilmiştir.

Şekil 3'teki ölçüm aletleriyle ortamın sıcaklık, bağıl nem, basınç ve rüzgâr hız değerleri sırasıyla 19 °C, %57,4, 1006,3mbar ve 0,48m/sn olarak ölçülmüştür (Gürsoy, 2020). Kapalı ortam gürültü ölçümleri 48m x 60m kapalı çalışma alanının makine yerleşimi göz önünde bulundurularak ızgaralara bölünmüş ve elde edilen 28 ölçüm noktasının her birinde TS ISO 1996-2 (2009) standardı endüstriyel tesisler başlığı altındaki kriterler doğrultusunda her bir noktada üçayak (tripot) yardımı ile zeminden 1,55m (±0,075m) yükseklikte gürültü kaynağına doğru ve en uygun konumda 5 dakika boyunca LA_{eq}, LA_{max}, LA_{min} ve LC_{Peak} değerleri zaman genişliği hızlı (fast, 125 msn) olacak şekilde ölçülmüştür. Kişisel maruziyet değerleri ölçülecek personele, öğleden önceki yoğun 2 saatlik süre içerisinde, SV104 dozimetre cihazları operatörün kulağının dış kanal girişinden 0.1-0.3 m uzaklıkta olacak şekilde yakalarına bağlanarak, farklı aralıklarla 10 dakikadan az olmamak üzere üç tekerrürlü görev tabanlı LC_{Peak} ve $L_{EX,8saat}$ değerleri kayıt altına alınmıştır. Ortam ve kişisel maruziyet ölçümleri sonunda tekrardan SPL değerleri alınmış olup 0,5 dB(A)'dan yüksek olmadığı gözlenmiş ölçümler sonlandırılmıştır. Cihazlara ait SvanPc++ ve Supervisor programları ile ölçüm verileri cihazlardan alınmıştır. NoiseAtWork programı içerisine AutoCad 2019 programı ile çizilen atölye ve makine yerleşim planı çağırılarak, ölçüm noktaları işaretlenip her bir noktaya ayrı ayrı LA_{eq} ve LC_{Peak} değerleri girilmiştir. Böylece atölyenin iki adet gürültü haritası elde edilmiş olup değerler görsel olarak gözlenebilmiş ve çözüm önerileri daha net sunulabilmiştir (Gürsoy, 2020).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Oluşturulan Gürültü Haritalarının Değerlendirilmesi

AUTOCAD 2019 CAD yazılımı ile çizilen makine atölyesi yerleşim planı çiziminin "dwg" uzantılı dosyası NoiseAtwork programında açılarak çizim üzerinde çalışma alanı işaretlenerek belirlenmiştir. Her bir ölçüm noktası "dwg" uzantılı dosyadaki çizim üzerinde tek tek işaretlenerek bu ölçüm noktalarına Tablo 2'deki A-frekans ağırlıklı eşdeğer gürültü seviyesi (LA_{eq}) değerleri veri olarak girilmiştir (Gürsoy, 2020). Tablo 2'den görüleceği üzere, makine imalat atölyesinde 28 noktada, 5'er dakikalık yapılan ortam ölçümlerinde LA_{eq} değerleri 70,9 dB(A) ile 88 dB(A) arasında değişmiştir (Tablo 2). 16 nolu ölçüm noktasındaki E kodlu abkanta (40 kW) yakın noktada 88 dB(A), 21 nolu ölçüm noktasındaki lazerle kesme tezgâhına yakın noktada 86,8 dB(A) ve 23 nolu ölçüm noktasındaki makasta 86,2 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu üç nokta dışındaki tüm gürültü değerleri Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik'te belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan ve 8 saat boyunca maruz kalınması durumunda risk oluşturan 85 dB(A)'nın altında çıkmıştır (Gürsoy, 2020).

Tablo 2. Makine imalat atölyesi LA_{eq} ölçüm değerleri (Gürsoy, 2020).

Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)
1	80,0	5	79,8	9	70,9	13	79,9	17	82,1	21	86,8	25	74,3
2	78,9	6	80,6	10	82,1	14	80,2	18	80,2	22	82,0	26	77,9
3	77,2	7	80,6	11	79,6	15	83,0	19	80,9	23	86,2	27	81,7
4	81,0	8	78,3	12	81,4	16	88,0	20	77,3	24	82,4	28	82,0

Tablo 3'te C-Ağırlıklı tepe ses basınç düzeyi (LC_{Peak}) değerleri verilmiş olup görüldüğü üzere, 28 noktada alınan LC_{Peak} değerleri 102,7 ile 128,4 dB(C) arasında değişmektedir. 128,4 dB(C) ve 123,4 dB(C) ile en yüksek LC_{Peak} değerleri 16 ve 23 nolu ölçüm noktalarında bulunan abkant (CNC kontrollü sac metal büküm tezgâhı) ve makas üzerinde ölçülmüştür (Gürsoy, 2020).

Tablo 3. Makine imalat atölyesi LC_{Peak} ölçüm değerleri (Gürsoy, 2020).

Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)
1	102,7	5	103,7	9	103,5	13	112,8	17	110,0	21	110,1	25	105,3
2	104,8	6	108,6	10	109,1	14	104,9	18	113,5	22	105,4	26	104,9
3	103,6	7	116,5	11	107,0	15	112,3	19	103,7	23	123,4	27	112,7
4	105,5	8	103,7	12	115,6	16	128,4	20	108,0	24	112,4	28	109,7

T.C. Aile ve Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü'nün (İSGÜM) koordinatörlüğünde sürdürülen endüstriyel gürültü ölçümlerinde TS EN ISO 9612 (2009) standardında özellikle ölçülerek değerlendirilmesi istenen LA_{eq} ve LC_{Peak} değerlerine ait gürültü haritaları (Şekil 4 a ve b) oluşturulmuştur. Şekil 4.a'daki LA_{eq} gürültü haritası incelendiğinde;

- En yüksek değerler; 16, 21 ve 23 ölçüm noktalarında, sırasıyla 88 dB(A) (abkant 40 KW), 86,8 dB(A) (Plazma) ve 86,2 dB(A) (makas) olarak ölçülmüştür. Bu ölçüm değerleri "Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik"te belirtilen 8 saat boyunca maruz kalındığında risk oluşturacak olan en yüksek maruziyet eylem (85 dB(A)) ve maruziyet sınır değerlerinin (87 dB(A)) üzerinde çıkmıştır (Gürsoy, 2020).
- Diğer ölçüm noktalarında ise 70,9 dB(A) - 82,4 dB(A) arasında LA_{eq} değerleri ölçülmüş olup bu değerler en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 dB(A)'nın altındadır (Gürsoy, 2020).

Gerçekleştirilen kapalı ortam endüstriyel gürültü ölçümleri ile örtüşmesi ve yapılan ölçümlerin tutarlılığı açısından atölyesinde çalışan operatörler üzerine takılan dozimetreler ile TS 2607 ISO 1999 (2005) ve TS EN ISO 9612 (2009) standardına göre görev tabanlı ölçüm metodu çerçevesinde 10'ar dakikadan 3 tekrarlı gürültü kişisel maruziyet değerleri de ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde günlük gürültü maruziyet düzeyi ($L_{EX,\ 8saat}$) değerleri, yüksekten düşüğe doğru sırasıyla 16 nolu ölçüm noktasındaki abkant (40 kW) makine operatöründe 95,7 dB(A), 23 nolu ölçüm noktasındaki aktif kullanılan makasın operatöründe 95,5 dB(A), 7 nolu ölçüm noktası yakınındaki testere operatöründe 91,4 dB(A), 11 nolu ölçüm noktasındaki silindir operatöründe 87,8 dB(A) ve son olarak 21 nolu ölçüm noktasındaki plazma operatöründe ise 87,1 dB(A) olarak tespit edilmiştir.

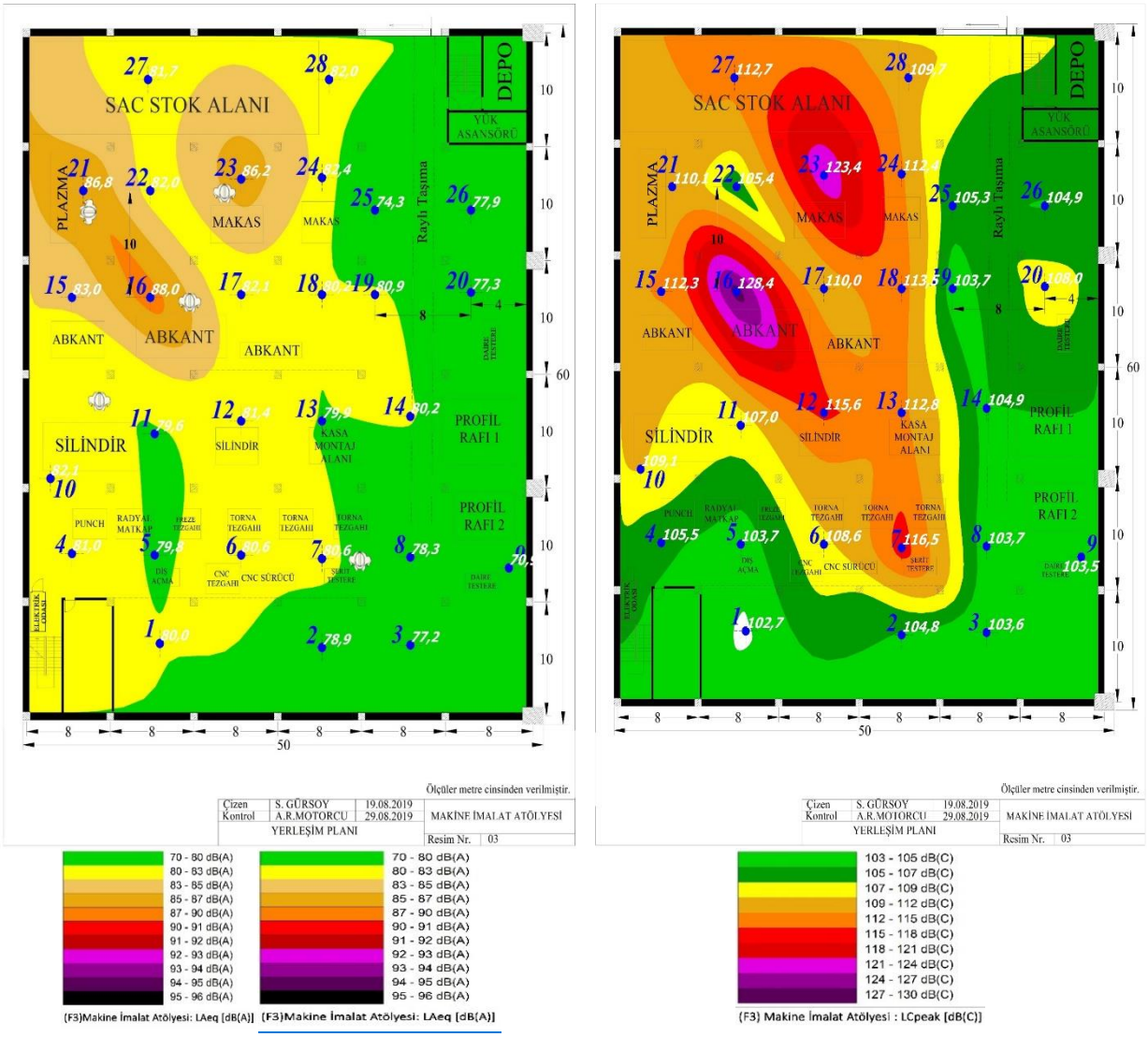
Bu operatörlerin konumları da Şekil 4'te sunulan LA_{eq} gürültü haritası üzerinde gösterilmiştir. En önemlisi de atölyede bu makinelerin konumlandığı bölümde çalışan operatörlerin maruz kaldığı günlük gürültü maruziyet düzeyi Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik'te belirtilen en yüksek maruziyet eylem değerinin (85 dB(A)) üzerinde çıkmıştır (Gürsoy, 2020).

C bandı A bandına oranla daha doğrusal eğriye sahip olup ve yüksek frekanslara olan duyarlılığı daha yüksek bir bant olup Şekil 4.b'deki LC_{Peak} gürültü haritası incelendiğinde;

- 4-6 nolu ölçüm noktlarında bulunan torna, freze, CNC, punch, şerit testere ve radyal matkabın bulunduğu bölgede 103,7 dB(C) ile 108,6 dB(C) arasında değişen LC_{Peak} değerleri ölçülmüştür (Gürsoy, 2020).
- 7 nolu ölçüm noktasında bulunan şerit testere yakınında 116,5 dB(C) ile ortamın en yüksek üçüncü LC_{Peak} değeri ölçülmüştür (Gürsoy, 2020).
- Silindirlerin bulunduğu 10-12 nolu ölçüm noktalarında sırasıyla 107 dB(C) ve 115,6 dB(C) değerleri ölçülmüştür (Gürsoy, 2020).
- 1-3, 8, 9 ve 14 nolu ölçüm noktalarında 100,5 – 104,9 dB(C) değerleri ölçülmüştür. Bu bölgelerde nadiren kullanılan daire testere ve aktif olmayan robot bulunmakta olup montaj ve profil saklama alanlarıdır. Mevcut profillerin uzun olması dolayısıyla iş güvenliği açısıdan tehlike oluşturmaması ve gürültüye mahal vermemek adına ikişer işçi ile özenle istiflenmekte olduğu görülmüştür (Gürsoy, 2020).
- 15-18 nolu ölçüm noktalarında gürültü seviyesi 110 dB(C) ile 128,8 dB(C) arasında olup en yüksek LC_{Peak} değeri 16 nolu ölçüm noktasında çalışan abkant (40 kW) önünde 128,4 dB(C) olarak ölçülmüştür (Gürsoy, 2020).

- 21-24 nolu ölçüm noklarında 105,4 dB(C) ile 123,4 dB(C) arasında değişen LC_{Peak} değerleri ölçülmüş olup 23 nolu ölçüm noktasında bulunan makas önünde 123,4 dB(C) değeri ile en yüksek ikinci tepe LC_{Peak} değeri ölçülmüştür (Gürsoy, 2020).
- 27-28 nolu ölçüm noktaları stok olanlar olup bu noktalarda 112,7 ve 109,7 dB(C) değerleri ölçülmüştür. Ayrıca, 19- 25 ve 26 nolu ölçüm noktalarında 103,7 dB(C) ile 105,3 dB(C) aralığında değişen değerler ölçülmüş olup bu alanlar forklift, atölye ray transfer arabası (15 ton) ve transpaletler ile malzeme taşıma ve nakliye için kullanılan alandır (Gürsoy, 2020).
- Makine imalat atölyesinde çalışma ortamında LA_{eq} değerleri incelendiğinde en yüksek gürültüye sebep olan makinaların abkant, plazma ve makas olduğu görülürken, LC_{Peak} değerleri açısından ise abkant, makas ve şerit testereye oranla plazmanın çok fazla etkisinin olmadığı görülmüştür (Gürsoy, 2020).

Makine imalat atölyesinde ölçülen LC_{Peak} ve LA_{eq} değerleri ve oluşturulan haritalar incelendiğinde düşük güce sahip abkant (15 kW) daha yüksek güce sahip abkanta (40 kW) oranla daha sessiz çalışmaktadır (Gürsoy, 2020).



a) b)

Şekil 4. Makine imalat atölyesi için oluşturulan gürültü haritaları a) LA_{eq} gürültü haritası, b) LC_{peak} gürültü haritası (Gürsoy, 2020).

Makine imalat atölyesi için oluşturulan gürültü haritaları ve gürültü kişisel maruziyet ölçümlerinden sonra atölyenin ve tesislerin tasarımı ve işletilmesinden sorumlu olan mühendis, tekniker, teknisyen,

ustabaşı vd. teknik personel gürültüyü önleme ya da azaltma amacıyla şu yöntemleri uygulamalılar veya göz önünde bulundurmalıdırlar (Gürsoy, 2020):

- Yapılan işten kaynaklı gürültü ile çalışan makine veya ekipmanın gürültüsü birbirine karıştırılmamalıdır. Çözüm aranırken her ikisine ayrı yaklaşımlarda bulunulmalıdır (Gürsoy, 2020).
- Makine imalat atölyesinde makine değişimine gidilmesi durumunda daha sessiz çalışan makineler tercih edilmelidir (Esen, 2010; Brereton ve Patel, 2016).
- Kullanılmayan makinalar durdurulmalı, gerekmiyorsa boşta dahi çalıştırılmamalı gerektiğinde hazır hale getirilmelidir.
- Her makine ve tezgâhın işleyeceği ürününe uygun çalışma modları seçilmelidir. Yüksek devirde çalışan makinelerinin varsa sessiz modunun aktif edilmesi ya da üretim süreci ve planlaması açısından sorun teşkil etmeyecekse daha düşük devirlerde çalıştırılması gerekir.
- Zemine monte edilmiş makinelerde, titreşimden kaynaklı zemin gürültü iletiminin engellenmesi için gevşeyen sökülebilir bağlantı elemanları sağlamlaştırılmalı, titreşim emici levhalar, kauçuk takozlar, yaylar, amortisörler veya makinaya özel yalıtıcılar kullanılmalıdır.
- Tüm makine ve tezgâhlarının günlük, aylık ve yıllık bakımları periyodik olarak yapılmalıdır. Makinelerin hareket eden kısımlarını kapatan kapaklar ile eskiyen, yıpranan veya özelliğini yitirmiş ses yalıtım malzemeleri yenilenmeli, ses yalıtımı olmayan bölümler ise uygun malzemeler seçilerek yalıtılmalıdır (Forouharmajd ve Shabab, 2015).
- Radičević ve diğerlerinin (2012) çalışmalarında belirttiği üzere, üzerlerini örtmek mümkün olmayan makine ve ekipmanlar ses emici bariyer ve duvar kaplamaları ile kendi grubundan ve diğer gruptaki makinelerden tecrit edilmelidirler.
- Atölye içerisinde açık olması gereken bölgelere hareketli, portatif kapak ya da muhafazalar yapılması uygun olacaktır.
- Akustik tavan panelleri montajı yapılmalıdır. Tavanda asılı halde kullanılmak üzere akustik küp ve toplar kullanılmalıdır. Atölye duvarlarının tamamı ya da bir kısmı sesin yansımasını önleyecek, ses geçirmeyen, sesi emen malzemeler ile kaplanmalıdır (Forouharmajd ve Shabab, 2015). Atölyenin çatı ya da tavan altına ses emici kaplama yerleştirilmeli ya da ısı yalıtımı için kullanılan malzemeler ses yalıtımı da yapabilen modeller ile değiştirilmelidir.
- Atölyede oluşan gürültünün hava ile kolay yayılımına imkân verecek uygun havalandırma ve hava akım yolları tasarlanmalıdır.
- Atölyede yüksek gürültüye maruz kalan çalışanlar düzenli bir iş bölümü ile daha sessiz ortamlarda dönüşümlü çalıştırılmalıdır. Çalışan operatörlere periyodik aralıklarla molalar verilmelidir.
- Gürültüyü alıcıda kontrol yöntemlerinden biri olan kulaklık tıkaç gibi KKD'lerin kullanımına özen gösterilmelidir (Erdoğan, 2017). Çalışanların odyometrik ölçümleri düzenli olarak takip edilmelidir.

4. SONUÇLAR

Özel araç üstü ekipmanlarının üretildiği bir işletmenin kapalı ortam makine imalat atölyesinde yapılan gürültü ölçümleri ile gürültü haritalarının oluşturulduğu bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar şunlardır:

1. Yapılan gürültü ölçümlerinde LA_{eq} değerleri (maksimum 88 dB(A)) ve LC_{Peak} değerleri (maksimum 128,4 dB(C)) ilgili yönetmelikte belirtilen maruziyet değerlerinden yüksek çıkmıştır.
2. Ölçülen LA_{eq} ve LC_{Peak} değerlerine göre atölyede en yüksek gürültüye sebep olan makinalar abkant, plazma ve makas tespit edilmiş iken plazmanın gürültü üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı görülmüştür.
3. Makine imalat atölyesinde çalışan operatörlerin maruz kaldığı günlük gürültü maruziyet düzeyinin Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği'nde belirtilen 85 dB(A) maruziyet eylem değerinin üzerinde tespit edilmiştir.
4. Makine imalat atölyesinde ölçülen LC_{Peak} ve LA_{eq} değerleri ve oluşturulan haritalardan düşük güce sahip makinelerin daha yüksek güce sahip makinelere oranla daha sessiz çalışmakta olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda, yapılacak ölçümlerin kullanılmasıyla oluşturulacak gürültü haritaları ile hem proaktif hem de reaktif bir yaklaşım sergilenebileceği görülmüştür. Gürültü haritaları ile endüstriyel

gürültü kaynaklarının kök nedenleri, endüstriyel gürültünün seviyesi, gürültülü bölge ya da alanlar, gürültünün ölçüm yapılan alan içerisindeki dağılımı vd. durumlar tespit edilebilmekte ve bu haritaların değerlendirilmesiyle de aksiyon planları ve önleme/azaltma/yok etme tedbirleri efektif bir şekilde uygulanabileceği anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Ateş E., Arabacıoğlu, E. (2018). Çivi İmalatı Yapan Bir İşletmede Gürültü Analizi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 5 (1): 99-111.

Brereton P., Patel J., (2016). Buy Quiet as a Means of Reducing Workplace Noise. Acoustics Australia. 44 (1): 55-65.

Cahyadi, B., Timang, G. A. (2019). Mapping of noise levels made by drilling machines on project x using contour zone method. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 528 (1), 1-8.

Dziechciowski, Z., Czerwiński, A. (2016). Noise analysis of the longitudinal paper cutting machine in the context of declaration of compliance of the machinery. Czasopismo Techniczne, Mechanica, 97-111.

Engin, I. C., Ozkan, E., Cetin, S. (2019). Determination of Risky Areas at the Marble Workshops in Terms of Noise. Acoustics Australia, 47(1), 79-90.

Erdoğan Y., (2017). Üretim Sahasında Gürültü Kontrolü. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Esen M., (2010). Üretim Sahasında Gürültü ve Gürültü Kontrol Uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Forouharmajd F., Shabab M., (2015). Noise Pollution Status in a Metal Melting Industry and the Map of Its Isosonic Curve. Jundishapur Journal of Health Sciences, 7 (4): 46-50.

Forouharmajd, F., Shabab, M. (2015). Noise Pollution Status in a Metal Melting Industry and the Map of Its Isosonic Curve. Jundishapur Journal of Health Sciences, 7(4), 46-50.

Gürsoy, S. (2020). Farklı Endüstriyel Sektörlerdeki Kapalı Çalışma Ortamları İçin Gürültü Haritalarının Hazırlanması, Analizi Ve Gürültü Kontrol Önerileri. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Hassanvand, D., Zare, S., Ghotbi-Ravandi, M. R. (2019). Noise assessment and sound map projection using Surfer and Noise At Work tools in a tire manufacturing complex in Iran, 2018. Journal of Occupational Health and Epidemiology, 8(2), 109-117.

IEC 60942, (2019). Electroacoustics-Sound Calibrators.

IEC 61252, (2017). Amendment 2-Electroacoustics-Specifications For Personal Sound Exposure Meters.

Lim, M. H., Lee, Y. L., Lee, F. W., Heng, G. C. (2018). Strategic Noise Mapping Prediction for a Rubber Manufacturing Factory in Malaysia. ICCEE 2018, E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 65, 1-9.

Majidi F., Rezai N., (2016). Study of Noise Map and its Features in an Indoor Work Environment through GIS-Based Software. Human, Environ. Heal. Promot, 1 (3): 138-142.

Özgüven H.N., (2008). Gürültü Kontrolü-Endüstriyel ve Çevresel Gürültü. Türk Akustik Derneği. İstanbul.

Radičević B., Petrović Z., Todosijević S., Petrović Z., (2012). Design of Noise Protection of Industrial Plants-Case Study of a Plywood Factory. 23rd National Conference and 4th International Conference Noise and Vibration, Nis. 17-19.

Risvianni, A., Krisnawati, M., Imran, R. A. (2019). Noise investigation in a small muffler industry in Purbalingga, Indonesia. Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, 1367 (1), 012042, 1-7.

TS 2607 ISO 1999, (2005). Türk Standardı, Akustik-İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini.

TS EN ISO 9612, (2009). Türk Standardı, Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler.

TS ISO 1996-2, (2009). Türk Standardı, Akustik-Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi - Bölüm 2: Çevre Gürültü Seviyelerinin Tayini.

Yavuz, L., Ateş, E., Bulduk, İ. (2019). Bir İmalat Firmasında Gürültü Değerlendirilmesi. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi (MSG), 18(67); 30-36.

Zare, S., Hasheminejad, N., Elahi Shirvan, H., Hasanvand, D., Hemmatjo, R., Ahmadi, S. (2018). Assessing individual and environmental sound pressure level and sound mapping in Iranian safety shoes factory. RJAV, 15(1), 20-25.

BİR MOBİLYA ÜRETİM ATELYESİNİN GÜRÜLTÜ VE KİŞİSEL MARUZİYET SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN GÜRÜLTÜ HARİTALARININ HAZIRLANMASI

Serkan GÜRSOY
Merkez M. A. Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Çanakkale, TÜRKİYE
serkan_gursoy@hotmail.com

Ali Riza MOTORCU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, TÜRKİYE,
armotorcu@comu.edu.tr

Özet
Endüstriyel gürültü, kapalı üretim ortamlarında ve atölyelerde çalışan işçi ve operatörler için önemli birer fiziksel, somatik ve psikolojik risk etmenidir. Gürültü haritalaması, gürültünün kaynağında ve kaynakla alıcı arasında yok edilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada akrilik, laminant kapak ve kapı vd. üretimi yapan bir işletmenin mobilya imalat atölyesinde gürültü ölçümü ve haritalaması yapılmıştır. Atölyenin çalışma alanı ızgaralara bölünerek her kesişim noktasında gürültü değerleri alınmıştır. Bir Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programı ile çizilen atölye yerleşim planı üzerine A-frekans ağırlıklı eşdeğer gürültü seviyesi (LA_{eq}) ve C-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının tepe değerleri (LC_{Peak}) işlenmek suretiyle gürültü haritaları oluşturulmuştur. Hazırlanan gürültü haritaları ile renk dağılımlarına bağlı olarak ortamda yüksek ses seviyelerine ait alanlar tespit edilmiştir. Mobilya imalat atölyesinde 33 noktada yapılan ölçümlerde LA_{eq} değerleri 74 dB(A) ile 90,6 dB(A) arasında değişmekte olup, 90,6 dB(A) LA_{eq} değeri kenar bantlama makinesi yakın bölgesinde ölçülmüştür. Genel itibariyle diğer ölçüm değerleri sınır değeri olan 90 dB(A)'nın altındadır. Ölçülen LC_{Peak} değerleri ise 97,7 dB(C) ile 115,8 dB(C) arasında değişmiştir. 115,8 dB(C) en yüksek LC_{Peak} değeri ebatlama makineleri ve istif alanın bölgesinde ölçülmüştür. Çalışmada ayrıca, atölyede çalışan operatörler üzerine takılan dozimetreler ile gürültü kişisel maruziyet değerleri de ölçülmüştür. Günlük gürültü maruziyet düzeyi ($L_{EX,\ 8saat}$) değerleri, ebatlama makinası operatöründe 93,9 dB(A), kenar bantlama makinası operatöründe 92,8 dB(A), CNC tezgâhı operatöründe 84,6 dB(A) olarak tespit edilmiştir. Atölyede bu makinelerin konumlandığı bölümde çalışan operatörlerin maruz kaldığı günlük gürültü maruziyet düzeyi Yönetmelik'te belirtilen en yüksek maruziyet eylem değerinin (85 dB(A)) üzerinde çıkmıştır. Bu çalışmanın sonucunda hazırlanan gürültü haritaları göz önünde bulundurularak, gürültüyü kaynağında yok etmeye yönelik etkin çözüm ve tedbir önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gürültü ölçümü, Mobilya atölyesi, Gürültü haritalama, Gürültü kontrolü, İş güvenliği

PREPARATION OF NOISE MAPS FOR ASSESSMENT OF NOISE AND PERSONAL EXPOSURE LEVELS OF A FURNITURE PRODUCTION WORKSHOP

Abstract
Industrial noise is an important physical, somatic and psychological risk factor for workers and operators working in closed production environments and workshops. Noise mapping contributes significantly to the source of noise and its elimination between the source and the receiver. In this study, noise measurement and mapping was performed in the furniture manufacturing workshop of an enterprise that produces acrylic, laminate doors and doors, etc. The work area of the workshop was divided into grids and noise values were taken at each intersection. Noise maps were created by processing A-frequency weighted equivalent noise level (LA_{eq}) and C-frequency weighted instantaneous noise pressure peak values (LC_{Peak}) on a workshop layout drawn by a Computer Aided Design (CAD) program. Depending on the color distributions, the areas belonging to high sound levels were determined in the environment. In the measurements made at 33 points in the furniture manufacturing workshop, LA_{eq} values ranged from 74 dB(A) to 90,6 dB(A), and 90,6 dB(A) LA_{eq} was measured in the area near the edge banding machine. Generally, other measurement values are below

the limit value of 90 dB(A). The measured LC_{Peak} values ranged from 97,7 dB(C) to 115,8 dB(C). The highest LC_{Peak} value of 115,8 dB(C) was measured in the area of sizing machines and the stacking area. In the study, noise personal exposure values were measured via dosimeters installed on operators working in the workshop. Daily noise exposure level ($L_{EX,\ 8\ hours}$) values were determined as 93,9 dB(A) in sizing machine operator, 92,8 dB(A) in edge banding machine operator, 84,6 dB(A) in CNC machine operator. Daily noise exposure level values exceeded the highest exposure action value (85 dB(A)) specified in the Regulation.

Keywords: Noise measurement, Furniture workshop, Noise mapping, Noise control, Occupational safety

1. GİRİŞ

Farklı sektörlerde artan makine kullanımı sonucu makinelerin çalışması ve kullanımı esnasında ortaya çıkan endüstriyel gürültü aynı ortamda çalışan işçi ve operatörler için önemli bir fiziksel risk etmeni olmaktadır. Endüstriyel gürültüden korunmak için genellikle pratik ve ekonomik görünen Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD) kullanılmaktadır (Gürsoy, 2020). KKD'ler çalışanları endüstriyel gürültünün etkilerinden koruyabilmekte iken gürültünün kaynağında yok edilmesine ya da azaltılmasına katkı sağlayamamaktadır. Atölye ve imalat ortamları kurulurken ya da revize edilirken kullanılacak gürültü haritaları ile İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) açısından riskli bölgeler çok daha kolay tespit edilecek ve gerekli parametrelerinin analizi sonucu gürültünün çalışanlar için etkisiz hale getirilmesi sağlanarak proaktif bir yaklaşım sergilenmiş olunacaktır (Gürsoy, 2020). Gürültü, insanları rahatsız eden, iletişimlerini güçleştiren, dinleme ve anlama olanaklarını kısıtlayan, sinir sistemlerini olumsuz etkileyen, çalışma verimi ve konsantrasyonunu düşüren ve fiziksel işitme sorunları yaşatan olumsuz bir etkendir (Kır ve Güler, 2004). Mobilya imalatı kategorisinde dünyadaki üretimin ¼'ünü gerçekleştiren Çin sektör lideri iken, onu %15, %8 ve %7 oranlarıyla Amerika Birleşik Devletleri (ABD), İtalya ve Almanya izlemektedir. Bu sektör, gelir ve refah artışına bağlı olarak artış gösteren, yıpranma, moda ve estetik kaygılar sebebiyle mobilya değişikliğine gidilen hareketli bir sektördür. MÜSİAD 2010 yılı Dayanıklı Tüketim ve Mobilya Sektör Raporu'na göre Dünyada yan ve yardımcı sanayisi ile birlikte yıllık 376 milyar dolarlık bir değer üretmektedir (MÜSİADDTMSR, 2013). İstanbul, Ankara, İzmir Bursa ve Kayseri başta olmak üzere ülke genelinde 260.000 kişilik istihdam ile mobilya sektörü ayrı bir yere sahiptir. Yan sanayi da eklenince yaklaşık 2 milyon kişilik bir kitleye iş olanağı sağladığı görülmektedir. Mobilya sektörü tehlikeleri; ekipman ve makineler, toz, gürültü, titreşim, kimyasallar, elle kaldırma ve taşıma, işletme içi trafik, yangın, özensiz ve dikkatsiz sık tekrarlı hareketler olarak sayılabilir (MSİSGR, 2020). SGK iş kazası ve meslek hastalıkları istatistiklerine göre; ülkemizde 2015 yılında mobilya imalatı sektöründe 2.392'u kadın olmak üzere toplam 5.068 çalışan iş kazası geçirmiş ve 2 erkek çalışana ise meslek hastalığı teşhisi konulmuştur (SGK, 2015).

Mobilya sektöründe meydana gelen iş kazası ve meslek hastalıklarının azaltılması, çalışanların İş Güvenliği bilincinin araştırılması ve arttırılması için gerek sektörel gerekse akademik anlamda çalışmalar yapılmaktadır. Çakır (2010) tarafından yapılan çalışmada Ankara'da mobilya imalatı yapan 7 adet fabrikada gürültü seviyesi ve gürültüye bağlı işitme kayıplarını değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu fabrikalarda toplam 872 çalışanın bulunduğu alanların gürültü düzeyleri ölçülmüş ve her bir çalışana odyometrik ölçüm yapılmıştır. Fabrikalarda çalışan 724 kişinin (%83) çalıştığı alanlarındaki gürültü seviyesi 80 dB(A)'nın üzerinde ölçülmüş ve gürültüye bağlı işitme kaybı sıklığı %6,45 olarak saptanmıştır. Kurban (2015) masif mobilya üretimi yapılan işletmelerde kullanılan ağaç işleme makinelerinde çalışan işçilerin maruz kaldığı fiziki çevre faktörlerinden gürültü, titreşim ve odun tozunu araştırmıştır. Bartın'da faaliyet gösteren üç küçük ve orta ölçekli işletmelerde farklı makinelerde çalışan işçiler üzerinde gerçekleştirilen ölçümlerde daire testere makinesinde, planya makinesinde, zımpara makinesinde ve freze makinesinde sırasıyla 91,70 dB(A), 95 dB(A), 91,20 dB(A) ve 96 dB(A) gürültü ölçülmüş ve bu ölçüm sonuçları tehlike sınırının üzerindedir. Serin vd. (2013) Kahramanmaraş'taki 450 değişik küçük ölçekli mobilya endüstrisi işletmesinde gürültü düzeyi ölçümü yapmışlardır. Ölçümler sonucunda, makineler dolu durumda çalışır iken ortalama en yüksek değer 95,17 dB(A) ile planya makinesinde, boşta çalışırken ise bu değer CNC tezgâhında 80,9 dB(A)

olarak ölçülmüştür. Araştırmada gürültü düzeyinin makina başında çalışanın sağlığını tehlikeye atacak boyutlara ulaşmakta olduğu belirtilmiştir.

Noweir vd. (2014) endüstriyel gürültüye maruz kalmanın büyüklüğünü değerlendirmek için Cidde Sanayi Bölgesi'ndeki metal işleme ve ahşap işleri endüstrisinde rastgele seçilen 28 fabrika ve atölyede günün farklı saatlerinde gürültü ölçümleri yapmışlardır. Metal fabrikalarındaki ortalama gürültü seviyesi ahşap fabrikalarındaki seviyelere göre daha yüksek tespit edilmiştir. Çalışılan tüm metal fabrikalarındaki ve çalışılan ahşap endüstrisinin %50'sindeki tüm ortalama gürültü seviyeleri standart 85 dB(A) seviyesinden daha yüksek çıkmıştır. Erdoğan (2017) üç farklı fabrikayı gürültü açısından incelemiş, gürültü kaynaklarını belirlemiş, ortam ve kişisel maruziyet ölçümlerini yapmış ve yine gürültüden korunmak için çeşitli uygulamalar gerçekleştirmiştir. Risk değerlendirmesi, üretim sahası yerleşimi, maruziyetin önlenmesi için KKD olarak kulak koruyucular, sessiz makine seçimi, işitme kaybı ve sağlık muayeneleri gibi hususların gürültü kontrolü için önem teşkil ettiğini saptamıştır. Indrianti vd. (2016) Endonazya'da mobilya imalatı yapan bir şirketin gürültü sorununu incelemişlerdir. Çalışmada ortam gürültü ölçümleri yapılmış, gürültü haritası oluşturulmuş ve araştırma sonucunda fabrika montaj alanındaki boyama ve püskürtme işlemlerinde kullanılan hava kompresörünün 106,28 dB(A)'lık gürültü seviyesi ile eşik değerini geçen önemli bir gürültü kaynağı olduğu görülmüştür. Radičević vd. (2012) tarafından yapılan çalışma kâğıt, kontrplak fabrika tesisleri tarafından yayılan gürültünün azaltılması ile ilgilidir. Çalışmada fabrikada limitlerin üzerinde gürültü seviyesine neden olan baskın gürültü kaynakları tespit edilmiştir. Orijinal yazılım paketi tarafından gerçekleştirilen akustik alanların hesaplanmasına dayanarak, tehlike altındaki alanın gürültü haritası oluşturulmuş ve bir gürültü koruma sistemi tasarlanmıştır. Gelişmiş ülkelerde endüstriyel gürültü haritalama çalışmaları önemini korumakta iken ülkemizde yeterli sayıda araştırmanın olmadığı görülmektedir. Özellikle tehlikeli sınıfta yer alan mobilya üretim sektörünün kapalı alanlarında ve atölyelerinde makinelerin neden olduğu gürültü önemli bir fiziksel risk etmenidir. Gürültünün maruziyetlerinden korunmak için genellikle gürültüyü alıcıda yok etme yöntemlerinden KKD kullanımı tercih edilmekte olup KKD kullanımına gerekli özenin gösterilmemesi bu yöntemin başarısının yetersiz olmasına neden olmaktadır. Kapalı ortam ve atölyeler için gürültü haritalarının hazırlanması gürültüyü kaynağında ve kaynakla alıcı arasında yok etmede daha etkili olabilmektedir (Gürsoy, 2020). Bu nedenle bu *çalışmada* bir mobilya imalat atölyesinde üretim aşamasında ortam ölçümleri alınarak gürültü haritaları hazırlanmıştır. Çalışmada ayrıca, çalışan operatörler üzerine takılan dozimetrelerle görev tabanlı kişisel maruziyet değerleri de ölçülmüştür. Gürültü ölçüm sonuçları ve pres atölyesi için oluşturulan gürültü haritaları değerlendirilerek gürültüyü önlemeye yönelik öneriler sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada gürültü ölçümlerinin yapıldığı mobilya imalat atölyesi membran, laminant, lake kapı, kapak ve büro mobilyaları üretimi yapmaktadır. Fabrika duvarları perde beton olup, çatı çelik konstrüksiyon ve zemin beton kaplamadır. İşletme ISO 9001:2008 belgesine sahip olup, İSG hizmeti alan ve risk değerlendirmeleri yapan, işçilerinin KKD kullanımını takip eden bir firmadır. Şekil 1'de ölçümlerin gerçekleştirildiği mobilya atölyesinin genel görünümü, Tablo 1'de ise bu atölyede bulunan mobilya imalat makine ve tezgahlarına ait bazı teknik özellikler sunulmuştur (Gürsoy, 2020).



Şekil 1. Gürültü ölçümlerinin yapıldığı mobilya imalat atölyesinin genel görünümü (Gürsoy, 2020).

Tablo 1. Mobilya imalat atölyesinde bulunan makine ve tezgâhlar ve teknik özellikleri (Gürsoy, 2020).

Kodu	Marka	Model Yılı	Tezgâh Sayısı	Devir Sayısı (Dev/dk)	Tezgâh Gücü (kW)
A	Ebatlama Makinesi	2012	1 Adet	150 m/dk	9,0
B	CNC Tezgâhı	2006	2 Adet	Vakum Pompası 100 m^3/h	6,6
C	CNC Tezgâhı	2007	2 Adet	20000	11,0
D	Profil Açma Makinesi	2007	1 Adet	-	-
E	Ebatlama Makinesi	-	1 Adet	-	-
F	Ebatlama Makinesi	-	1 Adet	-	-
G	Delik Açma Makinesi	-	1 Adet	-	-
H	Toz Emme Kompresör	-	1 Adet	-	-
İ	PVC Kenar Bantlama Makinesi	-	1 Adet	-	9,0

4.1. Gürültü Ölçümleri, Kullanılan Cihazlar ve Kalibrasyon

Bu çalışmada kapalı ortam gürültü ölçümleri, uluslararası değerlendirmeye sahip IEC 61672-1:2002'ye uygun, Tip-1 sınıfında, çevresel ve endüstriyel gürültü ölçümlerinin izlenmesi için tasarlanmış, Svantek Svan 957 marka ve model akredite edilmiş gürültü ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 2.a). Gürültü kişisel maruziyet değerlerini belirlemek üzere görev tabanlı ölçümler için IEC 61252 (2017) ve ANSI S1.25-1991 standartlarında, Tip-2, IEC 61672'e (2017) uygun Svantek SV104 marka ve model akustik dozimetre kullanılmıştır (Şekil 2.b). Çalışmada kullanılan gürültü ölçüm cihazlarının her ölçüm öncesi ve sonrasında kalibrasyonu için, TÜRKAK tarafından kendisi de kalibre edilmiş olan IEC 60942 (2019) Sınıf 1 standardına uygun ND9 akustik kalibratör kullanılmıştır (Şekil 2.c ve d).



a) b) c) d)

Şekil 2. Gürültü ölçüm cihazları ve kalibrasyon. a)Ses seviyesi ölçme ve analiz cihazı, b)Akustik dozimetre, c)Akustik kalibratör, d)Kalibrasyon işlemi (Gürsoy, 2020).

Hazırlanacak gürültü haritaları için çalışma ortamının eşit yatay ve dikey gridlere (ızgaralara) bölünmesi için Lomvum LV40 marka ve model lazer metre kullanılmıştır (Şekil 3.a). Gürültü ölçümleri ile birlikte ölçüm yapılan ortamının fiziki şartlarının da belirlenmesi açısından sıcaklık, nem, basınç ölçümleri ve rüzgâr gücü ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Ortam konfor ölümleri için Şekil 3.b'de resmi verilen Testo 480 marka ve model sıcaklık, nem ve basınçölçer kullanılmıştır. Gürültü ölçümleri rüzgâr hızının 5m/sn'den düşük olduğu (Şekil 3.c'de verilen anemometre ile ölçülmüştür) yağmursuz geçen bahar dönemi seçilmiştir. Bu ölçümler süresince İG kapsamında kulaklık veya kulak tıkacı ve çelik burunlu iş ayakkabısından oluşan kişisel koruyucular (KKD) kullanılmıştır (Şekil 3.d). Atölyede yapılan ölçümlerde iş güvenliği prensiplerince mümkün oldukça gürültü kaynaklarına yaklaşılmaya çalışılmış, rüzgârı karşıya almadan, gürültü kaynağına doğru ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.e). Atölyede farklı makinelerde çalışan operatörler üzerine takılan dozimetreler ile TS 2607 ISO

1999 (2005) ve TS EN ISO 9612 (2009) standardına göre gürültü kişisel maruziyet değerleri de ölçülmüştür (Şekil 3.f).



a) b) c) d) e) f)

Şekil 3. Fiziki ortam şartları ölçme araçları, ortam gürültü ölçümleri ve kişisel maruziyet ölçümleri a)Lazer metre, b)Dijital sıcaklık nem basınçölçer, c)Anenometre, d)Ölçüm aşamasında KKD kullanımı e)Ortam gürültü ölçümü f)Gürültü kişisel maruziyet ölçümü (Gürsoy, 2020).

2.2. Ölçüm Yöntemi

Mobilya üretimi yapan bu firma ile ön görüşme yapılmış, çalışma izninin alınması ve onaylarının ardından ön inceleme çerçevesinde genel bir kroki için makine parkının yerleşimi alanı, duvar, stok alanı ve tezgâhların birbirine olan uzaklıkları kayıt altına alınmıştır. Bu veriler çerçevesinde atölye yerleşim planı Bilgisayar Destekli Çizim (CAD) programı olan Autocad 2019 programında çizilerek üzerinde ölçüm nokta sayısı ve konumları belirlenmiştir. Ortam ölçümlerine katkı sağlaması için yapılacak kişisel maruziyet ölçümleri için görev tabanlı ölçümler çerçevesinde ilgili personellerin belirlenmesinin ardından ölçüm yapılacak tarih ve saatler belirlenmiştir. Anma gününde ölçüm alınacak noktalar işaretlenmiş, cihazların ölçüm öncesi kalibrasyon testleri yapılarak ve anlık ses basınç seviyesi (Sound Pressure Level-SPL) değerleri kaydedilmiştir. Şekil 3'teki ölçüm aletleriyle ortamın sıcaklık, bağıl nem, basınç ve rüzgâr hız değerleri sırasıyla 18°C, %59,5 1006,3 mbar ve 0,48 m/sn olarak ölçülmüştür (Gürsoy, 2020).

Kapalı ortam gürültü ölçümleri 96,5m x 16 m kapalı çalışma alanının makine yerleşimi göz önünde bulundurularak ızgaralara bölünmüş ve elde edilen 33 ölçüm noktasının her birinde TS ISO 1996-2 (2009) standardı endüstriyel tesisler başlığı altındaki kriterler doğrultusunda her bir noktada üçayak (tripot) yardımı ile zeminden 1,55m (±0,075m) yükseklikte gürültü kaynağına doğru ve en uygun konumda 5 dakika boyunca LA_{eq}, LA_{max}, LA_{min} ve LC_{Peak} değerleri zaman genişliği hızlı (fast, 125 msn) olacak şekilde ölçülmüştür. Kişisel maruziyet değerleri ölçülecek personele, öğleden önceki yoğun 2 saatlik süre içerisinde, SV104 dozimetre cihazları operatörün kulağının dış kanal girişinden 0,1-0,3 m uzaklıkta olacak şekilde yakalarına bağlanarak, farklı aralıklarla 10 dakikadan az olmamak üzere üç tekerrürlü görev tabanlı LC_{Peak} ve $L_{EX,8saat}$ değerleri kayıt altına alınmıştır. Ortam ve kişisel maruziyet ölçümleri sonunda tekrardan SPL değerleri alınmış olup 0,5 dBA'dan yüksek olmadığı gözlenmiş ölçümler sonlandırılmıştır. Cihazlara ait SvanPc++ ve Supervisor programları ile ölçüm verileri cihazlardan alınmıştır. NoiseAtWork programı içerisine AutoCad 2019 programı ile çizilen atölye ve makine yerleşim planı çağırılarak, ölçüm noktaları işaretlenip her bir noktaya ayrı ayrı LA_{eq} ve LC_{Peak} değerleri girilmiştir. Böylece atölyenin iki adet gürültü haritası elde edilmiş olup değerler görsel olarak gözlenebilmiş ve çözüm önerileri daha net sunulabilmiştir (Gürsoy, 2020).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Oluşturulan Gürültü Haritalarının Değerlendirilmesi

Mobilya imalat atölyesinin belirlenen ölçüm noktalarında ölçülen A-frekans ağırlıklı eşdeğer gürültü seviyesi (LA_{eq}) Tablo 2'de verilmiştir (Gürsoy, 2020). Tablo 2'den görüleceği üzere, 33 noktada, 5'er dakikalık yapılan ölçümlerde LA_{eq} değerleri 74 dB(A) ile 90,6 dB(A) arasında değişmektedir. Genel itibariyle bu değerler 2005 tarihinde yürürlükten kaldırılan Gürültü Kontrol Yönetmeliği ve Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı'nın (OSHO) belirlediği sınır değeri olan 90 dB(A)'nın altındadır. 18 nolu

ölçüm noktasında LA_{eq} değeri 90,6 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu ölçüm noktasının en yakınında kenar bantlama makinası bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Mobilya imalat atölyesi LA_{eq} ölçüm değerleri (Gürsoy, 2020).

Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)	Ölçüm Noktası	LA_{eq} dB(A)
1	76,9	7	81,2	13	81,2	19	83,0	25	77,4	31	78,5
2	76,2	8	80,4	14	80,5	20	79,1	26	79,9	32	78,8
3	76,0	9	85,0	15	80,0	21	77,4	27	77,8	33	79,0
4	77,9	10	82,2	16	78,7	22	76,6	28	79,0		
5	80,1	11	81,9	17	74,0	23	74,7	29	83,9		
6	80,3	12	81,2	18	90,6	24	77,3	30	81,4		

Tablo 3'te C-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının tepe değerleri (LC_{Peak}) değerleri verilmiştir. Bu çizelgeden görüldüğü üzere, yine 33 noktada alınan LC_{Peak} değerleri 97,7 - 115,8 dB(C) arasında değişmektedir. 115,8 dB(C) en yüksek tepe değer 24 nolu ölçüm noktasında ölçülmüştür.

Tablo 3. Mobilya imalat atölyesi LC_{Peak} ölçüm değerleri (Gürsoy, 2020).

Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)	Ölçüm Noktası	LC_{Peak} dB(C)
1	104,8	7	102,7	13	108,6	19	101,4	25	106,4	31	100,5
2	101,5	8	109,1	14	108,8	20	97,7	26	103,6	32	101,7
3	102,1	9	109,3	15	100,5	21	105,1	27	103,9	33	104,3
4	102,9	10	104,5	16	103,4	22	101,4	28	108,5		
5	104,6	11	102,8	17	99,1	23	98,6	29	113,6		
6	115,5	12	103,5	18	105,4	24	115,8	30	110,0		

T.C. Aile ve Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü'nün (İSGÜM) koordinatörlüğünde sürdürülen endüstriyel gürültü ölçümlerinde TS EN ISO 9612 (2009) standardına bağlı olarak özellikle ölçülerek değerlendirilmesi istenen LA_{eq} ve LC_{Peak} değerlerine ait gürültü haritaları (Şekil 4.a ve b) oluşturulmuştur. Şekil 4.a'daki LA_{eq} gürültü haritası incelendiğinde; 1-5 nolu ölçüm noktaları giriş ve depolama alanı olup LA_{eq} değerleri 76 dB(A) - 80,1 dB(A) aralığında ölçülmüştür. On ölçüm noktasında (6-8,10-14, 29, 30 ölçüm noktaları) LA_{eq} değeri 80 dB(A)'yı geçmiştir. 85 dB(A)-87dB(A) aralığında LA_{eq} değeri sadece 9 nolu ölçüm noktasında alınmıştır. LA_{eq}=90 dB(A) değerini aşan tek nokta kenar bantlama makinasının önündeki 18 nolu ölçüm noktasıdır. B kodlu CNC tezgahına en yakın 9 nolu ölçüm noktasında ise 85 dB(A) ölçülmüştür. 18 nolu ölçüm noktasında, PVC kenar bantlama makinasının önünde 90,6 dB(A) olan ortamın en yüksek LA_{eq} değeri olçülmüştür. Giriş-çıkış, ara geçiş bölümlerinde ve istif alanlarında ise genel olarak LA_{eq} değerlerinin 80 dB(A)'nın altında olduğu görülmüştür. 6 nolu ölçüm noktasında giriş ebatlama makinası önünde 80,3 dB(A) ölçülmüştür. 83,9 dB(A) ile ortamın en yüksek ikinci LA_{eq} değeri 29 nolu ölçüm noktasında bulunan ebatlama makinası önünde ölçülmüştür. 22 ve 25 nolu ölçüm noktaları arasında kalan ebatlama makinası arızası sebebiyle çalışmamaktadır. Bu alandaki gürültü seviyesi 75 dB(A) civarında olup beklenen değerin ve 8 saat maruziyet sonunda risk oluşrurabilecek 80 dB(A)'nın altındadır (Gürsoy, 2020).

Bu çalışmada gerçekleştirilen kapalı ortam endüstriyel gürültü ölçümleri ile örtüşmesi ve yapılan ölçümlerin tutarlılığı açısından bu mobilya imalat atölyesindeki çalışan operatörler üzerine takılan dozimetreler ile TS 2607 ISO 1999 (2005) ve TS EN ISO 9612 (2009) standardına göre görev tabanlı 5'er dakikadan 3 tekrarlı gürültü kişisel maruziyet değerleri de ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde günlük gürültü maruziyet düzeyi ($L_{EX,\ 8saat}$) değerleri, yüksekten düşüğe doğru sırasıyla 6 nolu ölçüm noktasındaki ebatlama makinası operatöründe 93,9 dB(A), kenar bantlama makinası operatöründe 92,8 dB(A), 29 nolu ebatlama makinası operatöründe 85,6 dB(A), 11 nolu ölçüm noktasındaki CNC tezgâhı operatöründe 84,6 dB(A) ve son olarak 12 nolu ölçüm noktasındaki CNC tezgâhı operatöründe ise

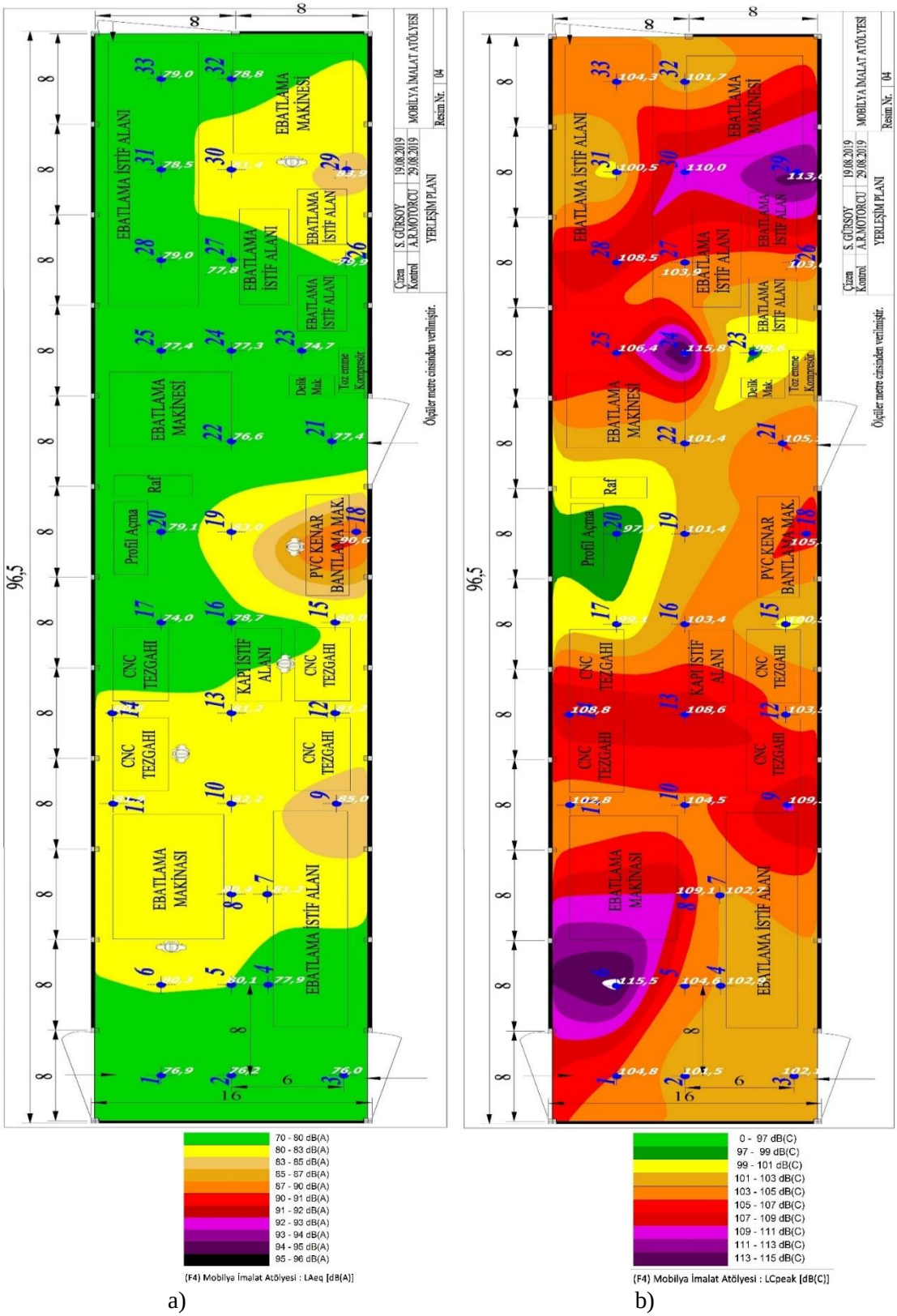
84,0 dB(A) olarak tespit edilmiştir. Bu operatörlerin konumları da Şekil 4'de sunulan LA_{eq} gürültü haritası üzerinde gösterilmiştir. Ölçülen bu $L_{EX,8saat}$ değerlerinden; makinelerinin daha fazla gürültü oluşturduğu ve dolayısıyla bu makinelerde çalışan ya da bu makinelerin bulunduğu alandan geçen operatörlerin daha yüksek endüstriyel gürültü kirliliğine maruz kaldığı görülmektedir. En önemlisi de atölyede bu makinelerin konumlandığı bölümde çalışan operatörlerin maruz kaldığı günlük gürültü maruziyet düzeyi (12 nolu ölçüm noktasındaki CNC operatörü dışında) 28721 sayılı Yönetmelikte belirtilen en yüksek maruziyet eylem değerinin (85 dB(A)) üzerinde çıkmıştır (Gürsoy, 2020).

- C bandı A bandına oranla daha doğrusal ve yüksek frekanslara duyarlılığı daha yüksek bir banttır. Şekil 4.b'deki LC_{Peak} gürültü haritası incelendiğinde, en yüksek LC_{Peak} değerlerinin 115,8 dB(C) ile 24 ve 115,5 dB(C) ile 6 nolu ölçüm noktalarındaki ebatlama makinası çalışma alanında olup yine en yüksek üçüncü değer ise 29 nolu ölçüm noktasındaki ebatlama makinası önünde 113,6 dB(C) olarak ölçülmüştür. Mobilya imalat atölyesinde yüksek devirde çalışan makinelerinin en yüksek gürültü seviyelerine sahip olduğu ve makinelerin devirlerinin azaldıkça bulunduğu ortamdaki gürültü değerlerinin de düştüğü tespit edilmiştir (Gürsoy, 2020).

Mobilya imalat atölyesi için oluşturulan gürültü haritaları ve gürültü kişisel maruziyet ölçümlerinden sonra atölyenin ve tesislerin tasarımı ve işletilmesinden sorumlu olan mühendis, tekniker, teknisyen, ustabaşı vd. teknik personeller gürültüyü önleme ya da azaltma amacıyla şu yöntemleri göz önünde uygulamalılar ve göz önünde bulundurmalıdırlar:

- Yapılan işten kaynaklı gürültü ile çalışan makine veya ekipmanın gürültüsü birbirine karıştırılmamalıdır. Çözüm aranırken her ikisine ayrı yaklaşımlarda bulunulmalıdır.
- Mobilya imalat atölyesinde herhangi bir sebepten dolayı makine değişimine gidilmesi durumunda daha sessiz çalışan makineler tercih edilmelidir. Kullanılmayan makinalar durdurulmalı gerekmiyorsa boşta dahi çalıştırılmamalı, gerektiğinde hazır hale getirilmelidir.
- Atölye ortamında stok alanları içerisinde aşırı yükseklikteki malzeme yığınları yükleme ve indirme aşamalarında tehlike arz etse de sesin dağılımını engelleyen bir bariyer vazifesi görmektedir (Şekil 6). Yüksek devirde çalışan mobilya tezgâhlarının varsa sessiz modunun aktif edilmesi ya da üretim süreci ve planlaması açısından sorun teşkil etmeyecekse daha düşük devirlerde çalıştırılması gerekir. Her mobilya imalatına uygun çalışma modları seçilmelidir.
- Zemine monte edilmiş mobilya imalat tezgâhlarında titreşim kaynaklı zeminden gürültü iletiminin engellenmesi için gevşeyen sökülebilir bağlantı elemanları sağlamlaştırılmalıdır. Bunun için, titreşim emici levhalar, kauçuk takozlar, yaylar, amortisörler veya makinaya özel yalıtıcılar kullanılmalıdır.
- Tezgâh ve makinelerin periyodik bakımları önemsenmelidir. Makinelerinin kapalı olan bölümlerinde eskiyen, yıpranan veya özelliğini yitirmiş ses yalıtım malzemeleri yenilenmeli, ses yalıtımı olmayan bölümler ise uygun malzeme kaplamaları ile yalıtılmalıdır.
- Atölyede makineler faal olarak çalıştığı için üzerlerini örtmek mümkün olmadığından makinelerin gürültü seviyesini azaltmak için ses perdeleri ile birbirinden tecrit edilmelidirler.
- Açık olması gereken bölgelere gürültü seviyesini azaltmak üzere hareketli, portatif kapak ya da muhafazalar yapılması uygun olacaktır.
- Atölyede makinelerin çalıştığı bölgelere göre daha az gürültülü olan depolama gölgesinde yürütülen üretime yönelik faaliyetler farklı alanlarda yürütülmelidir.
- Atölyenin çatı ya da tavan altına ses emici kaplama yerleştirilmeli ya da ısı yalıtımı için kullanılan malzemeler ses yalıtımı da yapabilen modeller ile değiştirilmelidir. Atölye duvarlarının tamamı ya da özellikle yüksek devirlere sahip makinelere daha yakın olan duvarlar oluşan sesin yansımasını önleyecek ses geçirmeyen, sesi emen malzemeler ile kaplanmalıdır. Atölyede oluşan gürültünün hava ile kolay yayılımına imkân verecek uygun havalandırma ve hava akım yolları tasarlanmalıdır.
- Atölyede yüksek gürültüye maruz kalan çalışanlar düzenli bir iş bölümü ile daha sessiz ortamlarda dönüşümlü çalıştırılmalı, çalışan operatörlere periyodik aralıklarla molalar verilmelidir. Çalışanların odyometrik ölçümleri düzenli olarak takip edilmelidir. Gürültüyü alıcıda kontrol yöntemlerinden biri olan kulaklık tıkaç gibi KKD'lerin kullanımına özen gösterilmelidir.
- Kompresör, jeneratör, toz emme gibi ekipmanların Indrianti (2016)'nin de önerisi göz önünde bulundurulacak olursa, bu makinelerin çalışma ortamında çalıştırılmaması, çalışma ortamının dışında bina yanında yalıtılmış kabin ya da odalarda bulundurulması gerekmektedir. Bu işletmede toz emici

sistem atölye dışarısında olup toz emici sistemin yakınında yapılan ölçüm neticesinde LA_{eq} değeri 76,5 dB(A), LC_{Peak} değeri ise 106,7 dB(C) olarak tespit edilmiştir (Şekil 7).



a) b)

Şekil 4. Mobilya imalat atölyesi için oluşturulan gürültü haritaları a) LA_{eq} gürültü haritası, b) LC_{Peak} gürültü haritası (Gürsoy, 2020).



Şekil 5. Yüksek malzeme yığınları (Gürsoy, 2020).



Şekil 6. Mobilya imalat atölyesinin toz emme sistemi (Gürsoy, 2020).

4. SONUÇLAR

Membran, laminant, lake kapı, kapak ve büro mobilyaları üretimi yapmakta olan bir işletmenin mobilya imalat atölyesinde yapılan gürültü ölçümleri ile gürültü haritalarının oluşturulduğu bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar şunlardır:

1. Mobilya imalat atölyesinde yapılan gürültü ölçümlerinde LA_{eq} değerleri 74-90,6 dB(A) arasında ölçülürken LC_{Peak} değerleri 97,7-115,8 dB(C) arasında ölçülmüştür. Gürültü değerleri ilgili yönetmelikte belirtilen maruziyet değerlerinden yüksek çıkmıştır.
2. Mobilya imalat atölyesinde yüksek devirde çalışan makinelerinin en yüksek gürültü seviyelerine sahip olduğu ve makinelerin devirlerinin azaldıkça bulunduğu ortamdaki gürültü değerlerinin de düştüğü tespit edilmiştir.
3. Günlük gürültü maruziyet değerleri 84,0-93,9 dB(A) arasında ölçülmüştür. Bu ölçülen değerlerden kişisel gürültü maruziyet sınırının aşıldığı ve kapalı ortam ölçümleri ile kişisel gürültü maruziyet ölçümlerinin birbirini destekleyici yönde benzerlik gösterdiği gözlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda, kapalı ortamlar ve atölyeler için hazırlanacak gürültü haritaları ile endüstriyel gürültünün önlenmesi ve azaltılması için hem proaktif hem de reaktif bir yaklaşım sergilenebileceği görülmüştür. Gürültü haritaları ile endüstriyel gürültü kaynaklarının kök nedenlerinin, endüstriyel gürültünün seviyesinin, gürültülü bölge ya da alanların, gürültünün ölçüm yapılan alan içerisindeki dağılımların tespit edilebileceği ve bu haritaların değerlendirilmesiyle de aksiyon planları ve önleme/azaltma/yok etme tedbirlerinin efektif bir şekilde uygulanabileceği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

Çakır A., (2010). Ankara'da Mobilya İmalatı Yapan 7 Fabrikada Gürültü Düzeylerinin 104 Saptanması ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Erdoğan Y., (2017). Üretim Sahasında Gürültü Kontrolü. (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Gürsoy, S. (2020). Farklı Endüstriyel Sektörlerdeki Kapalı Çalışma Ortamları İçin Gürültü Haritalarının Hazırlanması, Analizi Ve Gürültü Kontrol Önerileri. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

IEC 60942, (2019). Electroacoustics-Sound Calibrators.

IEC 61252, (2017). Amendment 2-Electroacoustics-Specifications For Personal Sound Exposure Meters.

Indrianti N., Biru N.B., Wibawa T., (2016). The Development of Compressor Noise Barrier in The Assembly Area (Case Study of PT Jawa Furni Lestari). *Procedia CIRP*, 40: 705-710.

Kır T., Güler Ç., (2004). Sağlık Boyutuyla Ergonomi. Palme Yayıncılık. Ankara.

Kurban H., (2015). Mobilya Üretimi Yapılan İşletmelerde Gürültü, Titreşim Ve Odun Tozunun Ergonomik Etkilerinin İşçi Sağlığı Açısından İncelenmesi (Bartın Örneği). (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

MSİSGR, (2020). ÇSGB İSGGM Mobilya Sektöründe İş Sağlığı Gözetimi Rehberi. Erişim Adresi:http://www.isgip.gov.tr/wp-content/uploads/2018/06/MOBİLYA-SEKTÖRÜ-İSGYS-REHBERİ.pdf)

MÜSİADDTMSR, (2013). MÜSİAD: Dayanıklı Tüketim ve Mobilya Sektör Raporu. Erişim Adresi:www.musiad.org.tr/F/Root/burcu2014/Araştırmalar%20Yayın/Pdf/Sektör%20Kurulları/Mobilya_Sektor_Raporu_2013.pdf

Noweir M.H., Bafail A.O., Jomoah I.M., (2014). Noise Pollution in Metalwork and Woodwork Industries in the Kingdom of Saudi Arabia. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 20 (4): 661-670.

Radičević B., Petrović Z., Todosijević S., Petrović Z., (2012). Design of Noise Protection of Industrial Plants-Case Study of a Plywood Factory. 23rd National Conference and 4th International Conference Noise and Vibration, Nis. 17-19.

Serin H., Şahin Y., Durgun M., (2013). Küçük Ölçekli Mobilya İşletmelerinde Gürültü Analizi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 9 (2): 1-8.

SGK, (2015). SGK İstatistik Yıllıkları. Erişim Adresi: www.sgk.gov.tr/wps/wcm/connect/6a6a7857-2126-4a9d-9227-04e2cb22b389/sgk_2015.rar?MOD=AJPERES&CACHEID=6a6a7857-2126-4a9d-9227-04e2cb22b389

TS 2607 ISO 1999, (2005). Türk Standardı, Akustik-İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini.

TS EN ISO 9612, (2009). Türk Standardı, Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler.

TS ISO 1996-2, (2009). Türk Standardı, Akustik-Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Çevre Gürültü Seviyelerinin Tayini.

YÜKSEK HIZLI TRENDEN KAYNAKLI ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazal KATMIŞ
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
hazalkatmis@gmail.com

Hakan PEKEY
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
hpekey@kocaeli.edu.tr

Ercan ARPAZ
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
earpaz@kocaeli.edu.tr

Özet
Gürültü kirliliği, sesin insan sağlığını psikolojik ve fiziksel yönden olumsuz etkileyecek seviyeye ulaşması olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde şehir hayatında öne çıkan gürültü kaynakları; trafik, şantiyeler, endüstri tesisleri, eğlence yerleri, havalimanları ve demiryolu sistemleridir. Hızlı nüfus artışı, göç, plansız kentleşme gibi faktörler beraberinde ulaşım sorunlarını doğurmaktadır. Bu noktada insanlara zaman ve konfor açısından kolaylık sağlamak amacıyla ortaya çıkan yeni ulaşım kaynağı yüksek hızlı tren sistemleri (YHT) yaygın olarak tercih edilmektedir. Ancak yüksek hızlı tren sistemleri özellikle konutların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde çevresel gürültüye sebep olabilmektedir. Bu çalışmada; İstanbul İli Pendik İlçesi Güzelyalı Mahallesi ve Kocaeli İli Darıca İlçesi Sırasöğütler Mahallesinde YHT'nin neden olduğu çevresel gürültü ölçülerek, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği çerçevesinde değerlendirilmiştir. YHT' nin gürültü yönünden etkilerinin incelenmesi, hat yakınında yaşayan insanlar ve alınacak tedbirlerin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek hızlı tren, gürültü kirliliği, demiryolu gürültüsü.

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL NOISE FROM HIGH SPEED TRAIN

Abstract
Noise pollution is defined as the sound reaching the level that will negatively affect human health psychologically and physically. The noise sources that stand out in city life today; traffic, construction sites, industrial facilities, entertainment places, airports and railway systems. Factors such as rapid population growth, migration and unplanned urbanization cause transportation problems. At this point, the new transportation source high speed train systems (HST), which emerged in order to provide convenience in terms of time and comfort, are widely preferred. However, high-speed train systems can cause environmental noise, especially in densely populated areas. In this study; Environmental noise caused by HST was measured in Pendik District in Güzelyalı Neighborhood of İstanbul Province and Sırasöğütler Neighborhood in Darıca District of Kocaeli Province, and evaluated within the framework of Environmental Noise Assessment and Management Regulation. Examining the effects of HST in terms of noise is important for determining the people living near the line and the measures to be taken.

Keywords: High speed train, noise pollution, railway noise.

1. GİRİŞ
Günümüzde artan nüfus, göç, sanayileşme ve plansız kentleşme gibi faktörler beraberinde ulaşım sorunlarını doğurmuştur (Pampal ve ark. ,2002). Şehir hayatında mevcut ulaşım kaynakları içerisinde zaman tasarrufu, güvenlik ve çevre kirliliği yönünden demiryolu sistemleri öne çıkmaktadır. 2009 senesinde faaliyete geçen Ankara-Eskişehir YHT hattı ile ülkemiz, kendine ait bir altyapı üzerinde 250 km/sa hız ile yüksek hızda ulaşım imkanı sağlayan YHT'ler ile tanışmıştır (Selin ve ark., 2015). 2014

yılında ise Ankara-İstanbul ve İstanbul-Konya YHT hatları tamamlanarak faaliyete girmiştir. 2019 yılı itibari ile ülkemizdeki toplam YHT hat uzunluğu 1.213 km'dir (URL-1).

Dünyada hızlı tren ilk kez 1964 yılında saatte 210 km azami çalışma hızı ile Japonya'daki Tokaido Shinkansen hızlı trenidir. Avrupa'da ise ilk kez Fransa 1981 yılında Train a Grande Vitesse (TGV) hızlı trenleri ile yolcu taşımacılığına başlamıştır. İtalya,Almanya,İspanya,Belçika ,Hollanda ve İsviçre YHT hattına sahip Avrupa ülkelerindendir (Selin ve ark., 2015). Mevcut ulaşım kaynaklarına karşın yaygın olarak tercih edilen YHT'ler konutların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde çevresel gürültü yaratabilmektedir (Toprak ve Aktürk, 2001).

Bu çalışmada, YHT'nin çevresel gürültüsünün ölçülerek Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirlenen sınır değerler çerçevesinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.Ölçüm sahası olarak YHT'nin geçiş güzergahı olan İstanbul İli Pendik İlçesi ve Kocaeli İli Darıca İlçesi belirlenmiştir. Ölçüm noktaları olarak Pendik-Gebze istasyonları arasında çok hassas kullanım alanlarının yoğun bulunduğu Güzelyalı Mahallesi ve Sırasöğütler Mahallesi seçilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Alanı

Pendik; doğuda Tuzla, batıda Kartal, kuzeyde Sultanbeyli ve güneyde Marmara Denizi ile çevrili yaklaşık olarak 190 km² yüzölçümlü ve 7,5 km sahil şeridine sahip bir ilçedir. İçerisinde yer alan uluslararası havalimanı, deniz yolu terminali, Yüksek Hızlı Tren İstasyonu, Marmaray ve Metro hatları ile hava, kara, deniz ve demiryolu ulaşımına aynı anda imkân sağlayan nadir ilçelerdendir. Güzelyalı Mahallesi, 1 milyon 662 bin m^2 alanda 33 bin 112 nüfusu ile 36 mahalleye sahip Pendik İlçesinin en kalabalık 6. mahallesidir. D-100 Karayolu mahalleyi ikiye bölmektedir (URL-2). Darıca; İzmit ilçesinin batısında, Kocaeli yarımadasının Güney kıyı şeridi üzerinde, Gebze ilçesinin güney batısında 114 km^2 alana sahip sanayinin geliştiği bir ilçedir (URL-3). Sırasöğütler Mahallesi ise 40.789646 enlem ve 29.391811 boylamda yer alan Darıca ilçesine bağlı bir mahalledir (URL-4).

2.2. Gürültü Ölçüm Cihazı

Ölçümlerde 1/1 ve 1/3 oktav bantlarında ayrıntılı frekans analizleri yapabilen Brüel & Kjær 2250-S ve 2250-Light Tip 1 gürültü ölçüm cihazları kullanılmıştır. Her ölçüm öncesinde ve sonrasında cihazlar ses düzeyi kalibratörü ile kalibre edilmiştir. Ölçüm verileri USB arayüzü ile bilgisayara aktarılmıştır (URL-5).



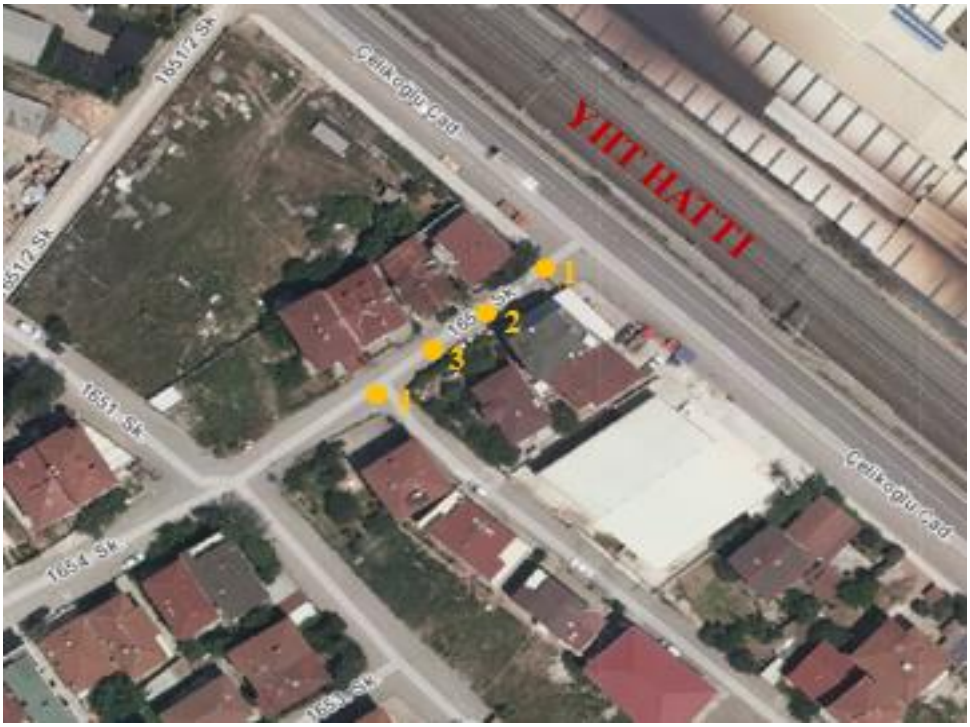
Şekil 1. Gürültü ölçüm cihazı ve ses düzeyi kalibratörü

2.3. Gürültü Ölçümleri

Ölçümlerden önce ses ölçüm cihazları kalibre edilmiştir.Ölçüm esnasında, ölçüm cihazı yer ile 30-45° açı olacak şekilde tutulmuş ve tripot 120-150 cm yükseklikte konumlandırılmıştır.Ölçüm noktalarında yansıtıcı yüzeylerin ya da engellerin bulunmamasına dikkat edilmiştir. Rüzgar ve sıcaklık ölçülerek kaydedilmiştir. Ölçümler trenin geçiş süresi boyunca tren yoluna paralel şekilde, konutlar baz alınarak belli mesafelerde gündüz,akşam ve gece zaman dilimlerinde yapılmıştır.



Şekil 2. Güzelyalı Mahallesi ölçüm noktaları



Şekil 3. Sırasöğütler Mahallesi ölçüm noktaları

3. BULGULAR

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nin 19. Maddesinde belirtilen raylı ulaşım sistemlerinden kaynaklanan gürültü seviyesi sınır değerleri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Raylı Ulaşım Sistemlerinde Çevresel Gürültü Sınır Değerleri (ÇGDYY, 2010)

Lgündüz (07:00-19:00)	65 dBA
Lakşam (19:00-23:00)	60 dBA
Lgece (23:00-07:00)	55 dBA

Tablo 2. Güzelyalı Mahallesi Ölçüm Noktaları ve Değerleri

Ölçüm Noktası	Kaynaktan Uzaklığı	Lgündüz	Lakşam	Lgece
1.nokta	18 m	62,59	62,23	64,22
2.nokta	38 m	59,42	57,95	58,61
3.nokta	53 m	64,95	61,93	61,62
4.nokta	71 m	63,91	63,14	62

Güzelyalı Mahallesinde tüm noktalarda gündüz zaman diliminde yapılan ölçümlerde Lgündüz 65 dBA sınır değeri aşılmamaktadır. Demiryolu hattında yapılan ses bariyerlerinin hatta yakın noktalarda etkili olduğu düşünülebilir. 3. ve 4. noktalarda yapılan gündüz ölçümlerinde sınır değerlere çok yaklaşıldığı, akşam ve gece ölçümlerinde ise Lakşam 60 dBA ve Lgece 55 dBA sınır değerlerinin aşıldığı gözlemlenmektedir. Bu noktada; D-100 Karayolunun 3. ve 4. Noktalara yakın olması sebebi ile arka plan gürültü seviyesinde artışa sebep olarak ölçüm değerlerini arttırdığı düşünülebilir.

Tablo 3. Sırasöğütler Mahallesi Ölçüm Noktaları ve Değerleri

Ölçüm Noktası	Kaynaktan Uzaklığı	Lgündüz	Lakşam	Lgece
1.nokta	18 m	71,63	72,58	70,11
2.nokta	40 m	63,19	63,32	62,77
3.nokta	61 m	70,18	61,24	60,23
4.nokta	90 m	75,43	59,77	55,78

Sırasöğütler Mahallesinde 2. nokta dışında tüm noktalarda Lgündüz 65 dBA sınır değeri aşılmıştır. 2.noktanın çevresindeki binalar gürültüyü perdeleyerek tren yolu gürültüsünü engellemiş ve farklı zaman dilimlerinde yakın ölçüm değerlerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. İlk konut alanı olması sebebi ile seçilen 1.noktada, tren yolunun yakın olması ve herhangi bir ses bariyerinin olmamasından dolayı Lgündüz, Lakşam ve Lgece sınır değerlerinin aşıldığı gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ

YHT hattında çok hassas kullanım alanı olan konutlar baz alınarak yapılan çevresel gürültü ölçümlerinde birçok noktada Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen Lgündüz 65 dBA, Lakşam 60 dBA ve Lgece 55 dBA sınır değerleri aşılmıştır. Ölçüm sahası olarak seçilen hatta nüfus artışı ve artan trafik sorununa çözüm bulmak amacı ile ilerleyen zamanlarda sefer sayısının artırılmasını takiben bölgede çevresel gürültüden etkilenen insan sayısında artış olabileceği tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

Pampal S., Kayranlı B., Karakuş D., 2002. Raylı Ulaşım Sistemlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültünün İncelenmesi. *Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi*, 180-189, Ankara.

Selin E., Uçev E., Mahdum N., 2015. Dünyada ve Türkiye'de Yüksek Hızlı Tren İşletmeciliği. *T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı Çalışma Raporları*,1-17, Ankara.

Toprak R., Aktürk N., 2001. Raylı Ulaşım Sistemlerinin Neden Olduğu Gürültünün Çevresel Etkileri, *Türkiye Mühendislik Haberleri*

RG, 2010. *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği*, 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazete.

URL-1 UAB- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2019). *Ulaşan ve Erişen Türkiye 2019*. 28 Haziran 2020 tarihinde https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/ulasan-ve-erisen-turkiye-2019.pdf adresinden alındı.
URL-2 27 Haziran 2020 tarihinde https://www.pendik.bel.tr adresinden alındı.
URL-3 27 Haziran 2020 tarihinde https://www.darica.bel.tr/darica/2 adresinden alındı.
URL-4 27 Haziran 2020 tarihinde https://www.haritamap.com/yer/sirasogutler-mahallesi-darica adresinden alındı.
URL-5 27 Haziran 2020 tarihinde http://www.proplan.com.tr/adresinden alındı.

KENTSEL ULAŞIMDA ENERJİ VERİMLİ TAŞIMACILIK UYGULAMA ÖRNEĞİ: AKÇARAY

Serhat TAŞER
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye
serhat.taser@kocaeli.edu.tr

Selman ÇAĞMAN
Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Kocaeli, Türkiye,
selman.cagman@kocaeli.edu.tr

Özet
Hafif Raylı Sistemler sürdürülebilir, enerji tüketimi açısından tasarruflu ve çevre dostu olup artan trafik yoğunluğuna çözüm sunabilen iyi bir toplu taşımacılık alternatifidir. 2017 yılında Ulaşımpark A.Ş. tarafından Kocaeli'nde toplu taşımacılık adına bir ilk olan Akçaray Hafif Raylı Sistem (HRS) hayata geçirilmiştir. Bu çalışmada, performans analizi için öncelikle Akçaray'a ait 12 adet tramvay (1.opsiyon) ve Akçaray güzergâhıyla etkileşim içerisinde olan 4 adet otobüs hattı (2.opsiyon) operasyonel etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Her iki opsiyon için enerji/taşıma maliyetleri detaylı bir şekilde ayrı olarak hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Akçaray sayesinde 2 milyon TL/yıl tasarruf sağlandığı dolayısıyla 1,3 milyon Sm^3 CNG daha az tüketildiği hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kentsel ulaşım, Enerji Tasarrufu, Hafif Raylı Sistemler

ENERGY SAVING ANALYSIS OF URBAN TRANSPORTATION: THE CASE OF AKCARAY

Abstract
Light rail systems are sustainable, energy-efficient, and eco-friendly alternatives to public transport systems that can offer solutions to increasing traffic density. As a solution to that traffic congestion, Akcaray, the first public transportation light rail system in Kocaeli, was launched by Ulasımpark in Kocaeli in 2017. In this study, operational efficiency and service level performance of 12 trams belonging to Akcaray (1st option), and 4 bus lines (2nd option) that interact with Akcaray route are compared. Because Akcaray offers less energy consumption per passenger, it is calculated that 2 million TL/year can be saved, thus as a result, Akcaray consumes 1,3 million Sm^3 compressed natural gas less while performing public transportation.

Keywords: Public Transport, Energy Saving, Light Rail System

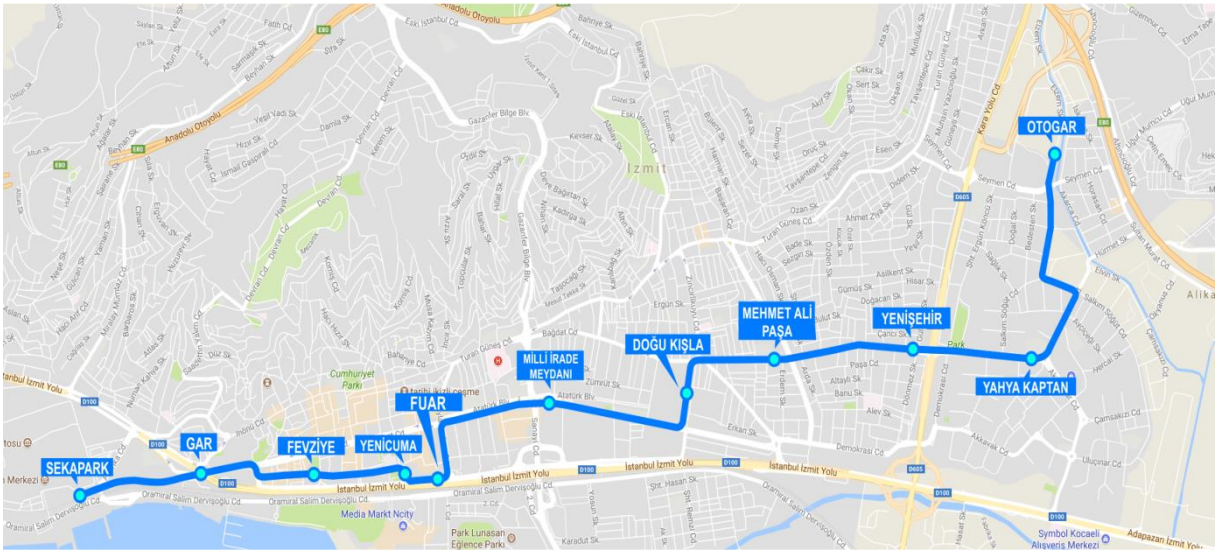
GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kocaeli, kara, demir ve deniz yolu ulaşımları ile Türkiye'nin en önemli geçiş lokasyonunda kurulmuştur. Kent nüfusundaki ve trafikteki araç sayısındaki artış nedeniyle mevcut ulaşım ağları ihtiyacı karşılamak için yeterli olamamaktadır. Kentin doğal coğrafi durumunun mevcut ulaşım yollarının genişlemesine izin verememesi de buna eklenince artan trafik hacmi karşısında toplu taşıma ön plana çıkmıştır. Toplu taşımacılık için bir çözüm önerisi aranırken; yolculuk süresi, maliyeti, kaza riski, araç konforu, ilk yapım, işletme ve bakım maliyeti, çevresel etki, kent ile mimari ve mühendislik açıdan uyum, artan talebe cevap verebilme özelliği (genişleme), sürdürülebilirlik gibi kriterlere dikkat etmek gerekmektedir. Bu sebeple Kocaeli Büyükşehir Belediyesi ve onun iştiraki olan Ulaşımpark Ulaştırma Hizmetleri Tic. A.Ş. tarafından Akçaray Hafif Raylı Sistem (HRS) şehir için ideal çözüm olarak sunulmuştur. Zira raylı sistemler, şehir içi ulaşımında kullanılan ve artan trafik yoğunluğuna alternatif sürdürülebilir ulaşım metodu olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler hızlı, güvenli, temiz ve çevreci olması, kaza riskini azaltması, yolculuk süresinden kazanç sağlaması, enerji tüketiminden tasarruf sağlaması, diğer toplu taşıma sistemleri ile uyumu, düşük işletme maliyetleri, gürültü kirliliğinin azalması ve kentsel arazi kullanımına olan olumlu etkilerinden dolayı tercih edilmektedir. (1,2)

Akçaray, ilk yolcu taşımacılığına Haziran 2017'de başlamıştır. Toplam 12 adet alçak tabanlı çift yönlü tramvay (Şekil 1) ile 9,1 km'lik Sekapark-Otogar mevkileri arasında taşıma yapmakta olup Şekil 2' de hattın güzergahı gösterilmiştir (3).



Şekil 1. Akçaray tramway vagonları



Şekil 2. Akçaray Tramvay hattı güzergâhı

Raylı Sistemler, şehir içi ulaşımında kullanılan ve artan trafik yoğunluğuna alternatif sürdürülebilir ulaşıma uygun bir metottur. Bu sistemler çoğu zaman mevcutta taşımacılık yapılan otobüslerle (dizel yada CNG yakıtlı) mukayese edilmektedirler. Literatüre bakıldığında işletme/taşımacılık maliyeti açısından otobüs ile gerçekleştirilen toplu taşımacılıktaki birim yakıt/enerji tüketimi miktarı 0,81 €/km (0,45 lt/km, 1,8 €/lt olmak üzere) iken, hafif raylı sistem ile bu değer 0,525 €/km (3,5 kWh/km, 0,15 €/kWh olmak üzere) (4), bir diğer çalışmada ise HRS için yolcu başı 0,12-0,15 Dolar/km olduğu ifade edilmiştir (5). Otobüs için işletme maliyeti ise 1,75 €/km.araç olarak verilmiştir (6).

Enerji tüketimi açısından ise hafif raylı sistemli taşımacılıkta 0,08 kWh/koltuk.km (0,28 MJ/koltuk.km) olarak ifade edilmiştir (7). Enerji tüketimi açısından kişi başına düşen kWh tüketim değeri vagondaki yolcu sayısında göre vagonda 300 yolcu olması halinde 1,11 kWh/yolcu iken 1.200 yolcu olması halinde ise 0,34 kWh/yolcu vagondaki yolcu sayısı arttıkça yolcu başına düşen enerji tüketim değerinin azaldığı görülmektedir (8,9).

Türkiye'de birçok ilde (Adana, Ankara, Antalya, Bursa, Eskişehir, Gaziantep, Samsun, Kayseri, Konya vd.) raylı sistemle taşımacılık yapılmaktadır. Ancak mevcut raylı sistemlerin performansları üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olduğu gibi (2) iki yıldır faaliyette olan Akçaray ile ilgili performans

analizi yada değerlendirmesi üzerine bir çalışma henüz yapılmamıştır. Dolayısıyla, bu çalışma kapsamında Akçaray'ın performansı, enerji tüketim değerlendirmesi yapılmıştır.

YÖNTEM (METHODOLOGY)

Enerji tüketim etkinlik ölçümü yapabilmek için 12 adet tramvay ve 4 adet otobüs hattı için ilgili verilerin toplanması, hesaplamaların yapılarak sonuçların irdelenmesi, ilk aşamayı oluşturmaktadır. İkinci aşamada ise eldeki veriler ışığında her iki taşıma seçeneği için karşılaştırma yapılmıştır.

3. BULGULAR (RESULTS)

Yolcu Başına Enerji/Taşıma Maliyeti

Ulaşımpark AŞ'den alınan veriler uyarınca 12 adet Akçaray tramvayı ile taşımacılık yapılması durumunda 9.477 TL/gün'lük yakıt masrafına karşılık 30.805 yolcu taşınabilmektedir. Bu durumda yolcu başına gerçekleşen taşıma maliyeti 0,308 TL/yolcu olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan aynı güzergâhta 4 otobüs hattı ile taşımacılık yapılması durumunda 1.599 TL/gün'lük yakıt masrafına karşılık 4.020 yolcu/gün taşınabilmektedir. Otobüs için taşıma maliyeti ise 0,388 TL/yolcu'dur (Tablo 9).

Tablo 9. Akçaray ile otobüs taşımacılığı arasındaki fark

Özellik	Birim	Otobüs	Akçaray	Fark
Yolcu Başına Enerji/Taşıma Maliyeti	TL/yolcu	0,388	0,308	0,080
Yolcu Sayısı	Yolcu/gün	4.020	30.805	26.785
Yolcu Sayısı	Yolcu/yıl	1.467.300	11.243.756	9.776.456

Akçaray faaliyete girmemiş, bahsi geçen hat üzerindeki taşımacılık faaliyeti mevcut otobüs hatlarıyla ile yapılmaya devam edilseydi ancak 1,5 milyon yolcu/yıl taşınabilirdi. Ancak şu an Akçaray sayesinde 11 milyon yolcu/yıl taşınabilmektedir.

Otobüs yerine Akçaray ile taşımacılık yapılması sebebiyle 9.776.456 adet yolcu, 0,080 TL daha ucuza taşınabildiği için 783 bin TL/yıl taşıma maliyeti açısından tasarruf sağlanmıştır.

Sadece taşıma maliyeti dikkate alındığında Akçaray'ın toplu taşımacılık açısından doğru bir yatırım olduğu ifade edilebilir. Ancak daha gerçekçi bir analiz için toplu taşımacılık sektöründe yolcu başına harcanan enerji miktarı (taşıma maliyeti), bakım maliyeti, konfor ve güvenlik, çevresel etki miktarı (gürültü/emisyon vb.) gibi bazı diğer maliyet parametreler de göz önünde bulundurulmalıdır (10).

Diğer Maliyetler (Bakım, Kaza ve Çevresel Maliyet)

Karayolu ile taşımacılıkta yakıt maliyetinin yanında bakım maliyeti, kullanılan karayollarının bakım/onarım maliyeti, trafik kazalarından kaynaklanan ek maliyet ve çevresel kirlilik kaynaklı maliyetleri de taşımacılık maliyetlerini belirlerken ilave etmek gerekmektedir.

Otobüs Bakım Maliyeti

CNG yakıtlı otobüs taşımacılığı için bakım maliyeti (Ulaşımpark AŞ verileri, 2019);

$$\text{Sefer başı otobüs bakım maliyeti} = \text{Birim km başına bakım maliyeti} \times \text{günlük yol miktarı}$$

$$0{,}25 \text{ TL/km} \times 9{,}1 \text{ km/sefer} = 2{,}275 \text{ TL/sefer}$$

$$\text{Yolcu başı otobüs bakım maliyeti} = \frac{\text{Sefer başı otobüs bakım maliyeti}}{\text{Sefer başı ort. taşınan yolcu adeti}}$$

$$\frac{2{,}275 \text{ TL/sefer}}{68 \text{ yolcu/sefer}} = 0{,}033 \text{ TL/yolcu}$$

Akçaray Bakım Maliyeti

Bakım gideri olarak 0,016 TL/yolcu alınabilir (Ulaşımpark AŞ verileri, 2019).

Karayolu/Hafif Raylı Sistem Bakım/Onarım Gideri

Karayolu bakım/onarım gideri olarak 1,92 TL/km.araç (11) alınmıştır.

Sefer başı karayolu bakım maliyeti=
Birim km başına bakım maliyeti x günlük yol miktarı
1,92 TL/km x 9,1 km/sefer =17,47 TL/sefer

$$\text{Yolcu başı karayolu bakım maliyeti} = \frac{\text{Sefer başı karayolu bakım maliyeti}}{\text{Sefer başı ort. taşınan yolcu adeti}}$$

$$\frac{17{,}47\ \text{TL/sefer}}{68\ \text{yolcu/sefer}} = 0{,}26\ \text{TL/yolcu}$$

olarak hesaplanmıştır.
Yani otobüs ile taşımacılıkta 0,26 TL/yolcu.sefer karayolu bakım maliyeti olacaktır.
Raylı sistemde hat bakımı maliyeti için 1,07 TL/km.vagon alınabilir (12).

Hat bakım maliyeti=
Birim km başına bakım maliyeti x günlük yol miktarı
1,07 TL/km x 9,1 km/sefer =9,73 TL/sefer

$$\text{Yolcu başı hat bakım maliyeti} = \frac{\text{Sefer başı hat bakım maliyeti}}{\text{Sefer başı ort. taşınan yolcu adeti}}$$

$$\frac{9{,}73\ \text{TL/sefer}}{131\ \text{yolcu/sefer}} = 0{,}074\ \text{TL/yolcu}$$

Kaza Maliyeti
Trafik kazaları, yoldaki anlık trafik hacmine, kullanılan araç tipine, yolun durumuna, hava durumuna ve sürücüye bağlı olarak gerçekleşebilir. Kaza nedeniyle gelen maliyete bakıldığında otobüs için 0,67 TL/taşıt.km, HRS için 2,67 TL/taşıt.km alınmıştır (13). Bu değerlere göre otobüs ve Akçaray için hesap edilen kaza maliyet değerleri Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Kaza maliyet değerleri

Özellik	Birim	Otobüs	Akçaray
Kaza Maliyeti	TL/taşıt.km	0,67	2,67
Mesafe	km	9,1	9,1
Güzergâhtaki kaza maliyeti	TL/taşıt	6,10	24,30
Sefer Başı Ortalama Yolcu Sayısı	yolcu/sefer	68	131
Kaza Maliyeti	TL/yolcu	0,09	0,19

Çevresel Maliyet
2007 yılında İngiltere'de yayınlanan Sera Gazları Çevirim Rehberi'ne göre bir otobüsün CO_2 emisyonu km'de ortalama 0,089 kg iken, hafif raylı sistemlerin emisyonu 0,065 kg'dır. CO_2 emisyonlarını temizlemenin maliyeti ise 247 €/ton (1.531 TL/ton) olarak kabul edilmiştir (14,15).

Sefer başı çevresel otobüs emisyon maliyeti=
Birim km başına bakım maliyeti x günlük yol miktarı x birim bertaraf maliyeti =

$$0{,}089\frac{kg}{km}\ x\ 9{,}1\frac{km}{sefer}\ x\ 1.531\frac{TL}{ton}\ x\ 0{,}001\frac{ton}{kg}\text{=1,24 TL/sefer}$$

$$\text{Yolcu başı çevresel emisyon maliyeti} = \frac{\text{Sefer başı maliyet}}{\text{Sefer başı ort. taşınan yolcu adeti}}$$

$$\frac{1{,}24\,\frac{\text{TL}}{\text{sefer}}}{68\ \text{yolcu/sefer}} = 0{,}018\,\frac{\text{TL}}{\text{yolcu}}$$

Akçaray Çevresel Maliyet
Akçaray için çevresel maliyet ise;

Sefer başı çevresel emisyon maliyeti=
Birim km başına bakım maliyeti x günlük yol miktarı x birim bertaraf maliyeti x1*1.000=

$$0{,}065\frac{kg}{km}\ x\ 9{,}1\frac{km}{sefer}\ x\ 1.531\frac{TL}{ton}\ x\ 0{,}001\frac{ton}{kg}\text{=0,91 tl/sefer}$$

$$\text{Yolcu başı çevresel emisyon maliyeti} = \frac{\text{Sefer başı maliyet}}{\text{Sefer başı ort. taşınan yolcu adeti}}$$

$$\frac{\frac{0{,}91\text{TL}}{\text{sefer}}}{131\ \text{yolcu/sefer}} = 0{,}007\ \frac{\text{TL}}{\text{yolcu}}$$

Yakıt maliyeti, bakım maliyeti, kullanılan karayolu/hafif raylı sistemin bakım/onarım maliyeti, trafik kazalarından kaynaklanan ek maliyet ve çevresel emisyon açısından maliyetlerin birlikte değerlendirildiği bir karşılaştırma Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Otobüs ile HRS maliyet kalemleri karşılaştırması

Maliyet Çeşitleri	Otobüs (TL/yolcu)	Akçaray (TL/yolcu)
Sadece Yolcu Başına Enerji/Taşıma Maliyeti	0,388	0,308
Otobüs/Vagon bakım	0,033	0,016
Karayolu/HRS bakım	0,26	0,074
Karayolu/HRS kaza	0,09	0,19
Çevresel	0,018	0,007
Toplam	0,789	0,595

Taşımacılıkla ilgili diğer maliyet parametrelerinin de dâhil edildiği karşılaştırma sonucu Akçaray ve otobüsle taşımacılık yapılması arasındaki fark Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Otobüs ile HRS detaylı taşımacılık maliyet karşılaştırması

Özellik	Birim	Otobüs	Akçaray
Detaylı Maliyetler ile Birlikte Yolcu Başına Enerji/Taşıma Maliyeti	TL/yolcu	0,789	0,595
Taşıma Maliyeti Farkı	TL/yolcu	0,19	
Yolcu Sayısı	Yolcu/gün	4.020	30.805
Yolcu Farkı	Yolcu/yıl	9.776.456	
Toplam Tasarruf Miktarı	TL/Yıl	1.897.974	

Sadece yolcu başına enerji/taşıma maliyeti dikkate alındığında Akçaray ile elde edilen tasarruf miktarı 780 bin TL/yıl iken, araç bakım maliyeti, karayolu/HRS bakım maliyeti, kaza maliyeti ve çevresel maliyet gibi diğer taşımacılık unsurları da birlikte değerlendirildiğinde bu tasarruf miktarı 1,9 milyon TL/yıl olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla Akçaray Kocaeli'ne ve ülke ekonomisine pozitif bir katkı sunmaktadır. CNG birim fiyatı 1,53 TL/Sm^3 alınırsa, elde edilen tasarruf miktarı ile 1,288 milyon Sm^3 CNG toplu taşımacılık amacıyla daha az tüketilmiştir (16). Böylelikle Akçaray sayesinde 55.249,95 milyon Sm^3 doğal gaz ithal edilen Türkiye'de %0,0022'lik doğalgaz ithalatı azaltılmıştır.

SONUÇ

Toplu taşımacılık faaliyetleri için harcanan enerji miktarını azaltmak adına tasarruflu taşımacılık türlerinden HRS seçimi özellikle Kocaeli gibi fiziksel kısıtları göreceli olarak çok olan iller için geçerli bir yöntemdir. Bu çalışmada aynı güzergâhta taşımacılık yapan, her bir tramvay ve otobüs hattının enerji tüketim etkinliği analiz edilmiştir. Ayrıca yolcu başına enerji/taşıma maliyeti de ampirik olarak hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Taşımacılık maliyetleri de incelendiğinde;

- Otobüs ile taşımacılık yapılırsa 1,5 milyon yolcu/yıl taşınabilirken, Akçaray ile gerçekleşen toplu taşımacılık faaliyeti neticesinde 11 milyon yolcu/yıl taşınabilmektedir. Her iki ulaşım aracı arasındaki fark ise 9,8 milyon adet yolcu/yıl'dır. Yolcu başına enerji/taşıma maliyetleri arasındaki 0,08 TL/yolcu'luk farktan ötürü yıllık olarak 783 bin TL'lik tasarruf sağlanmıştır.

- Yakıt maliyeti yanında diğer maliyetlerin de göz önünde bulundurulduğu bir karşılaştırma yapıldığında ise otobüs ile taşımacılık yapmanın maliyeti 0,789 TL/yolcu.sefer iken bu maliyet Akçaray için 0,595 TL/yolcu.sefer olarak hesaplanmıştır.
- Sadece yolcu başına enerji/taşıma maliyeti dikkate alındığında Akçaray ile elde edilen tasarruf miktarı 780 bin TL/yıl iken, araç bakım maliyeti, karayolu/HRS bakım maliyeti, kaza maliyeti ve çevresel maliyet gibi diğer taşımacılık unsurları da birlikte değerlendirildiğinde bu tasarruf miktarı yaklaşık 2 milyon TL/yıl olarak değişmektedir.
- Yolcu başına enerji/taşıma maliyeti, araç bakım maliyeti, karayolu/HRS bakım maliyeti, kaza maliyeti ve çevresel maliyet gibi unsurlar da birlikte değerlendirildiğinde Akçaray ile gerçekleştirilen tasarruf miktarı yaklaşık 2 milyon TL/yıl'dır. Dolayısıyla 1,3 milyon Sm^3 CNG daha az tüketilmiş olup Türkiye'de %0,0022'lik doğalgaz ithalatı Akçaray sayesinde azaltılmıştır.
- Akçaray'ın ortalama kapasitesinin artış göstermesi, mevcut tramvay hatlarına yeni hatların ilave edilecek olması sebebiyle bu tasarruf miktarının artış göstereceği ifade edilebilir.
- Ayrıca teknolojik, ekonomik ve çevresel özellikler bakımından ulaşımda harcanan zaman ve enerji kaybının düşürülmesi, CNG'li olmasına rağmen otobüse göre daha fazla yolcu taşıması, toplu taşımacılık alanında özellikle enerji verimliliği perspektifi ile bakıldığında Akçaray ön plana çıkmaktadır.
- Diğer taraftan Akçaray vagonlarının da detaylı incelenerek harcanan enerjide tasarruf yapılması muhtemelen alanlar tespit edilebilir. Akçaray ait bazı ekipman, parça ve sistemlerin yerlileştirilmesi de farklı tasarruf imkanlarını ortaya çıkarabilir. Bunların da yine Akçaray'ın sağlamış olduğu tasarruf miktarını daha da artıracaktır. Bu konularla ilgili de çalışma yapılabilir.

REFERANSLAR

1. Asa S., Özcan Ş., 2015, Raylı Sistem Araçlarında Kaynak Uygulamaları, Kaynak Kongresi IX. Ulusal Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı
2. Richard D. Knowles, R., D., Ferbrache F., 2016, Evaluation of wider economic impacts of light rail investment on cities, Journal of Transport Geography 54 (2016) 430–439
3. Kazanbaş M., 2018, Kocaeli Kent İçi Raylı Ulaşım Sisteminde Gelirin Arttırılmasına Yönelik Sefer Sıklık Analizi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı Projesi
4. Cirit F., 2014, Sürdürülebilir Kentiçi Ulaşım Politikaları ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Kalkınma Bankalığı Planlama Uzmanlık Tezi
5. Şenlik İ.,2016, Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemleri, Elektrik Müh. Dergisi Yayını, 2016 Eylül Sayı-458, 37-39
6. Kołoś A., Taczanowski J., 2016, The feasibility of introducing light rail systems inmedium-sized towns in Central Europe, Journal of Transport Geography 54 (2016) 400–413
7. IEA, 2019, Web Sayfası, https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/T10_Public_Transport_v3_final_gs06062011.pdf
8. Yıldız A. & Arıkan O. (2019). DC Elektrikli Raylı Sistemler İçin Teknik ve Ekonomik Açıdan Verimlilik Analizi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (16), 729-739.
9. Masoumi M. ve Öcalır-Akünal E.V., 2018, Türkiye'deki kent içi raylı ulaşım sistemlerinin performanslarının Veri Zarflama Analizi ile karşılaştırılması, Politeknik Dergisi, DOI: 10.2339/politeknik.391798
10. Lao, Y. ve Liu, L., 2009, Performance Evaluation of Bus Lines with Data Envelopment Analysis and Geographic Information Systems, Computers, Environment and Urban Systems, Cilt 33 s. 247–255
11. Sanchez, I.M.G., 2009, Technical and Scale Efficiency in Spanish Urban Transport: Estimating with Data Envelopment Analysis, Advances in Operations Research, vol. 2009, Article ID 721279, 15 pages, 2009. doi:10.1155/2009/721279
12. Gürsoy M., 2019, Çağış Yerleşkesi İle Balıkesir İl Merkezi Arasında Hafif Raylı Sistemlerin Araştırılması Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
13. Topal O., and Nakir İ., 2018, Total Cost of Ownership Based Economic Analysis of Diesel, CNG and Electric Bus Concepts for the Public Transport in Istanbul City, Energies 2018, 11,2369; doi:10.3390/en11092369
14. Ayhan S., 2007, Kentsel Raylı Sistemlerde İşletme Maliyetleri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

15. Lindberg G., 1999, Calculating Transport Accident Costs, Final Report of The Expert Advisors To The High Level Group On Infrastructure Charging (Working Group 3), Borlänge, Sweden
16. BOTAŞ, 2019, Web Sayfası, https://www.botas.gov.tr/Sayfa/2019-yili-ekim-ayi-dogal-gaz-toptan-satis-fiyat-tarifesi/463

YANGIN SÖNDÜRME KÖPÜĞÜNDE YÜZEY AKTİVİTENİN ÖNEMİ

Cihan Aktaş
Kolagom Kimyasallar San. Tic. Ltd. Şti., Laboratuvar Deney Sorumlusu
cihan@kolagom.com

Necmi C. Özdemir
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr

Özet
Sulu çözeltilerde veya susuz ortamlarda çözündüklerinde yüzey gerilimini azaltan maddelere yüzey aktif madde (YAM) denir. Bunlar ingilizce adının kısaltması olan surfactant (**Surf**ace **Act**ive **Agent**) olarak da bilinirler. Yüzey aktif maddeler, tekstil, boya, inşaat, temizlik vs birçok sektörde kullanım alanı bulmaktadır. Bu uygulama alanlarından biriside yangın söndürme köpük konsantrelerinin üretimleridir. Yangın söndürme köpükleri, köpük konsantresi, su ve havanın bileşimi ile oluşan kabarcıklar bütünüdür. Bu kabarcıkların oluşmasındaki ana etken yangın söndürme köpük konsantresidir. Yangın söndürme köpüklerini oluşturan ana bileşen ise yüzey aktif maddelerdir. Yangın söndürme köpüklerini oluşturan yüzey aktif maddeler, istenilen köpük türünün özellikleri göz önünde bulundurularak seçilir. Yangın söndürme köpükleri oluşturdukları kabarcıkların misel büyüklüklerine göre, düşük genleşmeli, orta genleşmeli ve yüksek genleşmeli olarak sınıflandırılırlar. Genleşmenin türüne göre yüzey aktif madde kullanım miktarı ve türü değişiklik göstermektedir. Yüksek genleşme istendiği durumlarda büyük misel aralıkları olan yüzey aktif maddeler kullanılırken, düşük genleşme istendiği durumlarda küçük misel aralıklı yüzey aktif maddeler kullanılması daha uygun olacaktır. Bu çalışmada, standart bir yangın söndürme köpüğü formülasyonu kullanıldı. Bu formülasyonda, sadece yüzey aktif maddeler de değişiklik yapılarak, formülasyonun çeşitli değerleri ölçüldü. Bu değerler, yüzey gerilimi, genleşme (köpürme) ve drenaj süreleri (köpük çözeltisinim suyu bırakma süresi) gibi değerlerdir. Bu değerler kıyaslanarak, köpük türüne uygun olan yüzey aktif maddeler belirlenmeye çalışılmış ve konu ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüzey aktif madde, Yangın söndürme köpüklerinde yüzey aktif madde kullanımı.

THE IMPORTANCE OF SURFACE ACTIVITY IN FIRE FIGHTING FOAM

Abstract
Substances that reduce surface tension when dissolved in aqueous solutions or in anhydrous environments are called surfactants (YAM). These are also known as surfactants (Surface Active Agents), which are abbreviations of the English name. Surfactants find use in many sectors such as textile, paint, construction, cleaning etc. One of these application areas is the production of fire fighting foam concentrates. Fire extinguishing foams, foam concentrate, is a collection of bubbles formed by the combination of water and air. The main factor in the formation of these bubbles is fire fighting foam concentrate. The main component of the fire extinguishing foams are surfactants. Surfactants forming the fire fighting foams are selected taking into account the properties of the desired foam type. Fire extinguishing foams are classified as low expansion, medium expansion and high expansion according to the micelle sizes of the bubbles they form. The amount and type of surfactant use varies according to the type of expansion. In cases where high expansion is desired, surfactants with large micelle spacing are used, whereas in cases where low expansion is desired, it will be more appropriate to use surfactants with small micelle spacing. In this study, a standard fire fighting foam formulation was used. In this formulation, only the surfactants were changed and various values of the formulation were measured. These values are such as surface tension, expansion (foaming) and drainage times (foam solution water release time). By comparing these values, it was tried to determine the surfactants suitable for the type of foam and evaluations were made on the subject.
Keywords: Surfactant, Use of surfactant in fire extinguishing foams.

1.GİRİŞ

Yangın söndürme köpükleri, köpük konsantresi, su ve havanın bileşimi ile oluşan kabarcıklar bütünüdür. Bu kabarcıkların oluşmasındaki ana bileşen yangın söndürme köpük konsantresidir. Yangın söndürme köpük konsantrelerini oluşturan ana bileşen ise, yüzey aktif maddelerdir.

Yangın söndürme köpükleri; genleşmelerine göre, düşük genleşmeli (low expansion), orta genleşmeli (medium expansion) ve yüksek genleşmeli (high expansion) olarak sınıflandırılırken; film oluşturucu özelliklerine göre ise film oluşturanlar ve oluşturmayanlar diye ikiye ayrılırlar. Bu durumda çalışılan formülasyonda, yangın söndürme köpüğünün istenen özelliğine göre ürün çalışılmalıdır.

Yangın söndürme köpüklerinde bahsedilen film oluşumu, yangın türüne göre, teknik olarak iki farklı şekilde gerçekleşmektedir. Bunlar florokarbonlu yüzey aktifler sayesinde oluşan filmler ve polimer film oluşturucu hammaddeler kullanılarak oluşturulan filmlerdir. Film oluşturan ve oluşturmayan yangın söndürme köpüklerindeki fark ise bahsedilen hammaddelerin kullanılıp kullanılmaması ile ilgilidir.

Genleşme ve film oluşumu durumlarının her ikisi de yüzey aktif kimyasalların kullanımı ve oranı ile doğrudan ilgilidir. Yüzey aktif maddelerin kullanım miktarı ve türü yangın söndürme köpüğünde istenen özelliğin sağlanmasında oldukça önemlidir.

2.Tanımlar ve Bilgilendirme

2.1 Yangın Söndürme Köpüğü Nedir?

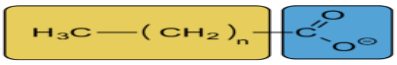
Yanma olayının gerçekleşmesi için üç temel bileşen gereklidir. Bunlar, yakıt, oksijen ve ısı kaynağıdır. Yangın söndürme köpükleri; yanma olayını gerçekleştiren üç temel bileşenden birini ya da bir kaçını ortadan kaldırarak yanma olayına son veren kimyasal karışımlardır. Yangın söndürme köpükleri yangını soğutarak ve üzerini kapatıp oksijenle temasını keserek etki gösterir.

Yangın söndürme köpükleri formüllerindeki yüzey aktif kimyasallar sayesinde köpürürler. Bu yüzey aktif kimyasallar, yangın söndürme köpüğünün kullanım amacına göre formülasyonlarda, tercih edilmektedirler. Yangın söndürme köpüklerinin genleşme oranları bu tercihte belirleyici unsur olmaktadır.

Yangın söndürme köpüklerinin yüzey gerilimlerinin düşük olması ise, film oluşturma özelliğinin bir göstergesidir. Bu ise, yangın söndürme köpüğünün yangının üzerinde oluşturacağı örtünün (film tabakası) kararlılığını gösterir.

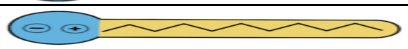
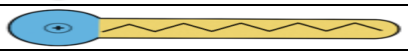
2.2.Yüzey Aktif Madde Nedir?

Sulu çözeltilerde veya susuz ortamlarda çözündüklerinde yüzey gerilimini azaltan maddelere yüzey aktif madde denir. Bunlar ingilizce adının kısaltması olan surfactant (**Surf**ace**Act**ive **Agent**) olarak da bilinirler. Yüzey aktif maddeler, tekstil, boya, inşaat, temizlik vs birçok sektörde kullanım alanı bulmaktadır. Bu uygulama alanlarından biriside yangın söndürme köpük konsantrelerinin üretimleridir.



Sarı kutucuk = Hidrofobik kısım, **Mavi kutucuk** = Hidrofilik kısım

Yüzey aktif maddelerde kendi aralarında birkaç türe ayrılırlar.

Yüzeyi Aktif Maddelerin Çeşitleri		
Yüzey Aktif Madde Grubu	Suyu Seven Kısmın Yük Durumu	Şematik Çizimi
Noniyonik	Yüksüz	
Anyonik	Eksi	
Amfoterik	Artı ve eksi	
Katyonik	Artı	

2.3. Yangın Söndürme Köpüklerinin Yapısı Nasıldır?

Genel olarak yangın söndürme köpüklerinin formülasyonları şu hammaddeleri içerir; yüzey aktifler, çözücü solventler, polimer film oluşturucu hammaddeler, film oluşturucu florokarbonlu yüzey aktifler (film oluşturmasını istediğimiz ürünlerin formülasyonunda kullanılır.) ve su. Genel olarak formülasyon, yaklaşık olarak bu şekilde olmak ile beraber, istenen ekstra özelliklere göre formülasyonlarda çeşitli değişikler olabilir. Donma dayanımı, köpük stabilitesi vs gibi.

Yangın söndürme köpükleri, formülasyon bakımından yangının türüne (hidrokarbon, solvent, katı madde vs) ve etki gösterdiği alana (kapalı alan, açık alan vs) göre gelişim gösterir. Yangın söndürme köpükleri yangını soğutarak ve oksijen ile temasını engelleyerek etki gösterirler. Tüm yangın söndürme köpüklerinin yangını soğutma etkisi olduğu gibi, oksijen ile teması kesme konusunda çalışma şekilleri farklılık gösterebilir. İşte; yüksek genleşme, orta genleşme, düşük genleşme, film oluşumu vs gibi terimler bu noktada anlam kazanmaktadır. Yangın eğer kapalı ve ulaşımı zor bir alanda ise (bodrum katlar vs gibi) yüksek genleşmeli köpükler ile yangının oksijenle temasını kesmek daha kolay olacaktır. Çünkü yüksek genleşmeli köpükler kendisinin bin katı hacmine kadar genleşebilirler. Dolayısı ile ortamdaki oksijeni azaltarak yangının sönmesini sağlarlar. Açık alanlardaki yangınlarda ise (akaryakıt yangınlar vs gibi), yangın üzerinde kolayca bozulmayan bir film tabakası oluşturarak oksijen ile temasını kesen yangın söndürme köpüklerini kullanmak daha doğru olacaktır.

2.4.Yangın Söndürme Köpüğü Çeşitleri Nelerdir?

Türkiye'de Türk Standartları Enstitüsünün kabul ettiği ve uygulamaya koyduğu, TS EN 1568 standartlarında köpük konsantreleri sınıfları şu şekilde belirtilmiştir;

a) Protein köpük konsantreleri (P)
b) Floroprotein köpük konsantreleri (FP)
c) Yapay köpük konsantreleri (S)
d) Alkole dirençli köpük konsantreleri (AR)
e) Sulu film oluşturucu köpük konsantreleri (AFFF)
f) Film oluşturucu floroprotein köpük konsantreleri (FFFP)
g) Florsuz köpük konsantreleri (F3)

3.0.Yangın Söndürme Köpüğü Formülasyonlarına Yüzey Aktif Maddelerin Etkileri

3.1.Çalışmalar

Biz bu çalışmamızda, (Yapay köpük konsantreleri) S ve (Sulu film oluşturucu köpük konsantreleri) AFFF köpük konsantreleri formülasyonları üzerinde durduk. Çalışmalarda standart bir yangın söndürme köpük konsantresi formülasyonu kullanıldı. Bu formülde yüzey aktif madde, çözücü bir glikol ve su kullanıldı. Formülasyon yüzey aktif maddeler arasındaki fark daha net anlaşılsın diye en basit hali ile yazıldı. Bu formülasyonda, sadece yüzey aktif maddeler de değişiklik yapılarak, formülasyonun çeşitli değerleri ölçüldü. Bu değerler, pH, yüzey gerilimi, genleşme (köpürme) ve drenaj süreleri (köpük çözeltisinin suyu bırakma süresi) gibi değerlerdir. Bu değerler kıyaslanarak, köpük türüne uygun olan yüzey aktif maddeler belirlenmeye çalışılmış ve konu ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

3.1.1. Yapay köpük konsantreleri (S) Köpük Konsantreleri Çalışmaları

Çalışmanın ilk bölümü, (Yapay köpük konsantreleri) S köpük konsantrelerinin seçiminin yapılmasına daha uygun olacaktır. pH değeri asit yada baz eklenerek ayarlanabilmektedir. Bu sebeple değerlendirme yapılırken dikkate alınmayacaktır. Ayrıca yüzey gerilimi de film oluşturucu köpüklerde aranan bir özelliktir. Bundan dolayı, bu kısımda konsantrenin genleşmesi ve drenajı daha önemli olacaktır. Numunelerin birbiri ile kıyaslanması, genleşme miktarları ve drenaj sürelerine göre olacaktır. Yangın söndürme köpük konsantresi için belirlenen formül şu şekildedir; Yüzey Aktif Madde %8, Butil Diglikol %2 ve Su %90. Bu formül ışığında, sadece yüzey aktiflerde değişiklikler yapılarak numuneler hazırlanmıştır. Her numune köpük konsantresi %3 konsantrasyonda (3 ml konsantre + 97 ml Su) olacak şekilde test edilmiştir. Testin yapıldığı cihazlar hakkında bilgi sonuç tablolarının altında verilmiştir. Bazı cihazların bazıları yüzey aktifler arasındaki fark daha doğru anlaşılsın diye standart dışı olarak kullanılmıştır. Kullanılan yüzey aktiflerin bazılarının isimleri çok uzun olduğundan EC ve CAS numaraları tablolarda yazılmıştır.

Tablo 1. Yapay Köpük Konsantreleri (S) Çalışmaları.

(CAS. VEYA EC. NO VEYA ÜRÜN İSİMLERİ)	FORMÜLASYONDA KULLANILAN MİKTARLAR																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
160901-27-9	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68439-57-6	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61789-40-0	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC No: 932-051-8	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
577-11-7	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32612-48-9	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84501-49-5	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142-87-0	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
126-92-1	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85586-07-8	-	-	-	-	-	-				8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LaurylAmineOxide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MiristilAmin Oksit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
4292-10-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	8	-	-	-	-	-	-	-
68649-29-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				8	-	-	-	-	-	-
142-31-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
68515-73-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
85711-69-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
68650-39-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
61788-90-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
68891-38-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
111-76-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SU	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Tablodaki formüllere göre, çıkan sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Yapay Köpük Konsantreleri (S) Test Sonuçları.

	ÖLÇÜLEN ÖZELLİK				
	pH	Genleşme	Drenaj %25	Drenaj %50	Yüzey Gerilimi
1	7,00	21 KAT (16s)	4 dk	8 dk	32,25
2	6,91	19 KAT (27s)	4,5 dk	12 dk	29,00
3	5,60	18,5 KAT (32s)	5,5 dk	11,5 dk	36,00
4	7,90	21 KAT (15s)	4 dk	9 dk	29,00
5	5,06	18 KAT (25s)	4,5 dk	8 dk	27,25
6	6,63	15 KAT (21s)	3 dk 45 s	9 dk	34,25
7	7,93	14 KAT (28s)	1 dk 40 s	2 dk 15 s	32,00
8	7,90	17 KAT (31s.)	1 dk 20 s	2 dk 10 s	28,00
9	9,68	2 KAT	-	-	43,00
10	7,23	19 KAT (24s)	5 dk	9 dk	30,25
11	7,31	15 KAT (39s)	1 dk 45 s	3 dk	31,25
12	6,96	17,5 KAT	2 dk	4,5 dk	31,00
13	5,92	18 KAT (35s)	4 dk	8,5 dk	36,25
14	1,25	7,5 KAT	1 dk 45 s	5 dk	37,00
15	9,35	4 KAT	15s	40 s	46,00
16	8,04	15 KAT (40s)	4 dk	9,5 dk	29,00
17	7,48	14 KAT (40s)	2,5dk	5,5 dk	30,00
18	8,63	3 KAT	2 dk	4 dk	29,50
19	8,81	17,5 KAT (26s)	2,5 dk	5 dk 15 s	30,25
20	7,82	20,5 KAT (23s)	6 dk	10 dk	31,75
Not	OHAUS ST300 Marka cihaz ile ölçüm yapılmıştır.	Derecelendirilmiş mikser ile köpürtme işlemi yapılmıştır. 100 ml çözelti kullanılmıştır.	Mikserde köpürtülmüş 100 ml köpüğün suyunun %25 ini bıraktığı süre ölçülmüştür.	Mikserde köpürtülmüş 100 ml köpüğün suyunun %50 ini bıraktığı süre ölçülmüştür.	Krüss marka yüzey gerilimi ölçüm cihazı ile, halka kopma metoduna göre ölçülmüştür.

Değerlendirme;

- Bu sonuçlara göre, Genleşme Sırası; 4 > 1 > 20, Drenaj Sırası; 20 > 4 > 1
- Bu numuneler yüksek genleşmeli köpük üretiminde tek tek veya birlikte kullanılabilirler.
- Genleşme miktarları ve drenaj süreleri açısından değerlendirdiğimizde 14., 15. ve 18. numuneler en düşük sonuçları elde ettiğimiz numunelerdir. Genleşme Sırası; 14 > 15 > 18, Drenaj Sırası; 14 > 18 > 15
- Bu numuneler düşük genleşmeli köpük üretiminde tek tek veya birlikte kullanılabilirler.

3.1.2. Sulu film oluşturucu köpük konsantreleri AFFF Köpük Konsantreleri Çalışmaları

Çalışmanın ikinci bölümü, AFFF (Sulu film oluşturucu köpük konsantreleri) köpük konsantrelerinin seçiminin yapılmasına daha uygun olacaktır. Numunelerin birbiri ile kıyaslanması, yüzey gerilimi, genleşme miktarları ve drenaj sürelerine göre olacaktır. Çalışmanın ikinci bölümünde 1. tabloda kullanılan formül üzerine %1 oranında floro karbonlu yüzey aktif madde ilave edilmiştir. Yangın söndürme köpük konsantresi için belirlenen formül şu şekildedir; Yüzey Aktif Madde %8, Butil Diglikol %2, Florokarbonlu Yüzey Aktif %1 ve Su %89. Bu formül ışığında, sadece yüzey aktiflerde

değişiklikler yapılarak numuneler hazırlanmıştır. Her numune köpük konsantresi %3 konsantrasyonda (3 ml konsantre + 97 ml Su) olacak şekilde test edilmiştir. Testin yapıldığı cihazlar hakkında bilgi sonuç tablolarının altında verilmiştir. Bazı cihazlar yüzey aktifler arasındaki fark daha doğru anlaşılsın diye standart dışı olarak kullanılmıştır. Kullanılan yüzey aktiflerin bazılarının isimleri çok uzun olduğundan EC ve CAS numaraları tablolarda yazılmıştır.

Tablo 3. Sulu film oluşturucu köpük konsantreleri (AFFF) Çalışmaları.

(CAS. VEYA EC. NO VEYA ÜRÜN İSİMLERİ)	FORMÜLASYONDA KULLANILAN MİKTARLAR																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
160901-27-9	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68439-57-6	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61789-40-0	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC No: 932-051-8	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
577-11-7	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32612-48-9	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84501-49-5	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142-87-0	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
126-92-1	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85586-07-8	-	-	-	-	-	-				8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LaurylAmineOxide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MiristilAmin Oksit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
4292-10-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	8	-	-	-	-	-	-	-
68649-29-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				8	-	-	-	-	-	-
142-31-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
68515-73-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
85711-69-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
68650-39-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
61788-90-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
68891-38-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
111-76-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fluorosurfactant	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SU	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89

Tablo 4. Sulu film oluşturucu köpük konsantreleri (AFFF) Test Sonuçları.

	ÖLÇÜLEN ÖZELLİK				
	pH	Genleşme	Drenaj %25	Drenaj %50	Yüzey Gerilimi
1	7,31	17 KAT (28s)	3,5 dk	7 dk	20,50
2	7,53	18 KAT (33s)	4 dk	9 dk 15 s	24,50
3	5,68	17 KAT (30s)	4 dk 15 s	8 dk 20 s	20,75
4	8,08	21 KAT (14s)	5,5 dk	11 dk	25,50
5	4,83	11,5 KAT (38s)	1,5 dk	5 dk	25,25
6	7,35	11,5 KAT (39s)	2 dk	5,5 dk	25,00
7	7,64	9 KAT (40s)	2 dk	5,5 dk	19,25
8	7,82	11 KAT (29s)	2 dk	5,5 dk	20,25
9	9,45	4 KAT (55s)	30 s	1,5 dk	17,75
10	10,25	11 KAT (39s)	2,5 dk	6 dk	26,00
11	7,77	11 KAT (42s)	1,5 dk	5,5 dk	22,50
12	7,22	9 KAT (44s)	1,5 dk	5 dk	25,50
13	5,92	18 KAT (35s)	4 dk	8,5 dk	36,25
14	1,25	7,5 KAT	1 dk 45 s	5 dk	37,00
15	9,35	4 KAT	15 s	40 s	46,00
16	8,04	15 KAT (40s)	4 dk	9,5 dk	29,00
17	7,48	14 KAT (40s)	2,5 dk	5,5 dk	30,00
18	8,63	3 KAT	2 dk	4 dk	29,50
19	8,81	17,5 KAT (26s)	2,5 dk	5 dk 15 s	30,25
20	7,63	20,5 KAT (18s)	5 dk 20 s	10 dk	26,00
Not	OHAUS ST300 Marka cihaz ile ölçüm yapılmıştır.	Derecelendirilmiş mutfak mikseri ile köpürtme işlemi yapılmıştır. 100 ml çözelti kullanılmıştır.	Mikserde köpürtülmüş 100 ml köpüğün suyunun %25 ini bıraktığı süre ölçülmüştür.	Mikserde köpürtülmüş 100 ml köpüğün suyunun %50 ini bıraktığı süre ölçülmüştür.	Krüss marka yüzey gerilimi ölçüm cihazı ile, halka kopma metoduna göre ölçülmüştür.

Değerlendirme;

- Bu sonuçlara göre, Yüzey gerilimi sırası; 9 >7 > 8
- Bu numuneler düşük genleşmeli sulu film oluşturucu AFFF köpük üretiminde tek tek veya birlikte kullanılabilirler.
- Yüzey gerilimi açısından değerlendirdiğimizde 1., 3. ve 11. numuneler 9., 7. ve 8. numunelerden sonra en düşük sonuçları elde ettiğimiz numunelerdir. Yüzey gerilimi sırası; 1 > 3 > 11. Bu numuneler düşük genleşmeli sulu film oluşturucu AFFF köpük üretiminde, 9., 7. ve 8. numuneleri stabilite anlamında desteklemek amacıyla kullanılabilirler.

4. Sonuçlar

20 farklı yüzey aktif ile yapılan çalışmada, yüzey aktif maddelerde uzun ve dallanmış karbon zincirleri genleşme ve drenaj bakımından daha uygun köpük oluşturmaktadır. Uzun ve dallanmış karbon zincirine sahip yüzey aktif maddelere floro karbonlu yüzey aktif madde eklendiğinde ise yüzey

aktiviteleri istenilen miktarda azalmamaktadır. Bu durumda bu tarz yüzey aktif maddeler yüksek ve orta genleşmeli köpük konsantreleri için uygundur denilebilir. Fakat AFFF köpük konsantreleri için uygun değillerdir.

Diğer taraftan düz yapılı ve düşük sayılı karbon zincirine sahip yüzey aktif maddelerde, genleşme miktarları ve drenaj sürelerinde düşme meydana gelmiştir. Ancak bu numunelere floro karbonlu yüzey aktif madde eklendiğinde yüzey aktivitelerin de istenilen miktarda azalma meydana gelmiştir. Bu durumda bu tarz yüzey aktif maddeler yüksek ve orta genleşmeli köpük konsantreleri için uygun olmamakla beraber, düşük genleşmeli ve sulu film oluşturucu AFFF köpük konsantreleri için uygundurlar denilebilir.

Teşekkür
Bu bildiri hazırlanırken doğrudan veya dolaylı yoldan emeği geçen tüm Kolagom çalışanlarına teşekkür ederiz. Ayrıca, FCEF başta olmak üzere bu yolda bizi yalnız bırakmayan tüm dostlarımıza da saygılar sunarız.

Kaynaklar

EKAP (Elektronik Kamu Alımları Platformu) www.ekap.kik.gov.tr
Galioğlu Atıcı, O. (2016) *Yüzey Aktif Maddeler Kimyası ve Endüstriyel Uygulamaları,* İstanbul: İTÜ Vakfı Yayınları.
International Maritime Organization (IMO)
Sarıkaya, Y. (2006) *Fizikokimya*, Ankara: Gazi Kitabevi.
Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-1 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Orta Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-2 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Yüksek Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-3 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Düşük Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-4 Suyla Karışabilen Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Düşük Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
Underwriters Laboratories (UL)

CONNECTOR POSITION DETECTION SIMULATION USING OTDR ANALYSIS

Erkam Gündüz
Ankara Yıldırım Beyazıt University Faculty of Engineering and Natural Sciences Department of Electrical & Electronics Engineering, Ankara, Turkey
egunduz@ybu.edu.tr

H. Haldun Göktaş
Ankara Yıldırım Beyazıt University Faculty of Engineering and Natural Sciences Department of Electrical & Electronics Engineering, Ankara, Turkey
goktas@ybu.edu.tr

Murat Yücel
Gazi University Faculty of Technical Engineering Department of Electrical & Electronics Engineering Ankara, Turkey
muyucel@gazi.edu.tr

Abstract
Distributed optical fiber sensors have become attractive and sought after in various applications owing to their low costs, longer durability, easier maintenance and simpler detection means compared to their classical counterparts. Among these sensors, the optical time domain reflectometer (OTDR) has been one of the most utilized especially in monitoring fiber network's structural integrity, namely, fault detection, attenuation detection, bending detection and break detection. In this work, a classical OTDR system based on Rayleigh backscattering is setup and simulated in Optisystem 16. In this design the fiber under test (FUT) is split into 10 equal length segments with only one connector attached in between. Then, using time domain analysis methods, the location of the connector is detected successfully.

Keywords: Rayleigh Backscattering, Optical Time Domain Reflectometer, Location Detection.

1. INTRODUCTION

The classical sensor systems are bulky, expensive and hard to maintain. Because of their electromagnetic interference immunity, low costs, easy deplorability and maintenance, optical fiber-based sensor systems provide a better and cheaper alternative (Qin, 2013). They are already widely used for data transmission and WDM systems. Fiber optic sensors have seen great improvements over the years and have been consistently used in physical, chemical, geological, military and civil sensing applications (Liu et al., 2003). In this paper, a classical Rayleigh OTDR system will be simulated using Optisystem 16. A disturbance, namely a connector with 3 dB loss will be put along a fiber under test and its location will be estimated using spatial analysis.

2. RAYLEIGH OTDR SIMULATION

In OTDR, backscattered signal's attenuation is measured. OTDR system listens for the back scattered light and plots its amplitude in time domain (Hetch, 2006). Main source for backscattering is Rayleigh backscattering. As the input pulse signal is travelling along the fiber, the fiber loss causes reflections to decay exponentially (Yu and Yin, 2012). Because of this, OTDR can be considered a linear backscattering system (Zeni, 2009).

The incident pulse light of certain pulse width is sent into FUT. Because of molecular collisions within the FUT Rayleigh backscattering happens and backscattered pulses are collected by the photodetector (PD) (Nettest, 2000). PD converts the scattered optical pulses into relevant electrical impulses. Since light travels the FUT twice before arriving into PD, the round-trip travel time is used for calculating the distance (Palmieri and Schenato, 2013). The spatial resolution, which specifies the minimum possible distance in between to sensing points, can be found using equation (1), where c: the speed of light, τ: pulse width and n: refractive index.

$$\Delta Z = \frac{c\tau}{2n} \quad (1)$$

A classical Rayleigh OTDR system is simulated with Optisytem 16. The simulation process is divided into 5 steps, namely, electrical pulse generation, optical pulse generation, Rayleigh backscattering simulation, Rayleigh backscattering simulation with time delay and finally connector position detection.

2.1 Electrical Pulse Generation

In order to create an electrical pulse, PRBS and Not Return Zero Pulse Generator (NRZ PG) is used. The PRBS creates a discrete output of electrical signal, utilizing overall system bit rate. PRBS parameters are given in figure 2. The operation mode has, Probability, Order, Alternate, Ones and Zeros modes. Probability mode uses a random number generator where the probability of ones is determined by Mark probability. In Order mode (Press et al., 1991) a 2k-1 period sequence is created using Order k. In Alternate mode the sequence alternates between ones and zeros. Ones and Zeros modes generate a PRBS signal with 1's or 0's in between leading and trailing zeros. Here Ones order is chosen to generate a discrete electrical pulse with 1's in 0% to 5% of the time window of simulation.

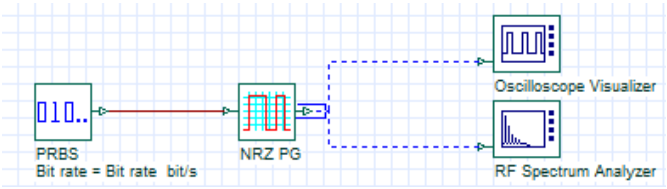


Figure 4. Electrical Pulse Generation in Optisystem

Disp	Name	Value	Units	Mode
☑	Bit rate	Bit rate	bit/s	Script
☐	Operation mode	Ones		Normal
☐	Order	log(Sequence length)/log(2		Script
☐	Mark probability	0.5		Normal
☐	Number of leading zeros	(Time window * 0 / 100) *		Script
☐	Number of trailing zeros	(Time window * 95/ 100) *		Script

Figure 2. Pseudo Random Bit Generator (PRBS) Parameters

Then the discrete pulse is sent to NRZ PG. NRZ PG takes a discrete set of 1's and 0's and creates a continuous pulse signal. Different from return zero (RZ), the NRZ PG does not return to 0 at 1's. Therefore 1's next to each other create a pulse signal. Parameters for NRZ PG is given in figure 3. Default parameter values are used.

Label: NRZ PG

Main | Simulation | Custom order

Disp	Name	Value	Units	Mode
☐	Rectangle shape	Exponential		Normal
☐	Format for pulse range	Min/Max		Normal
☐	Maximum	1	a.u.	Normal
☐	Minimum	0	a.u.	Normal
☐	Amplitude (wrt DC)	1	a.u.	Normal
☐	DC bias	0	a.u.	Normal
☐	Position	0	bit	Normal
☐	Rise time	0.05	bit	Normal
☐	Fall time	0.05	bit	Normal

Figure 3. NRZ PG Parameters

Finally, the output electrical pulse is achieved and given in figure 4.

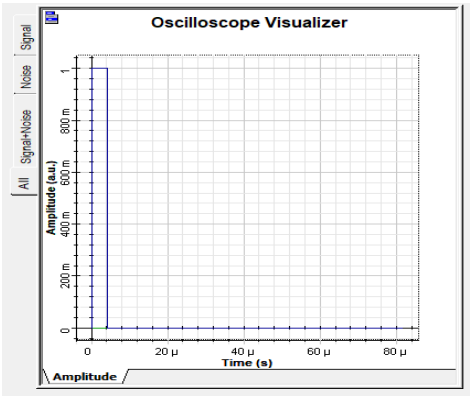


Figure 4. Electrical pulse signal 4us pulse width.

2.2 Optical Pulse Generation

Previously generated electrical pulse is used to generate optical pulse signal. The simulation setup is given in figure 5. In order to create an optical pulse, a continuous wave (CW) laser input is modulated with an electrical pulse signal. For modulation, a Mach-Zender modulator (MZM) is used.

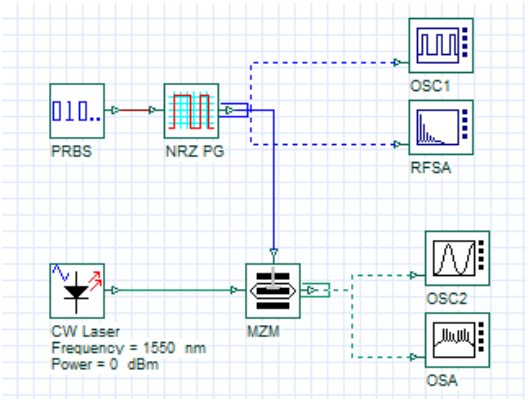
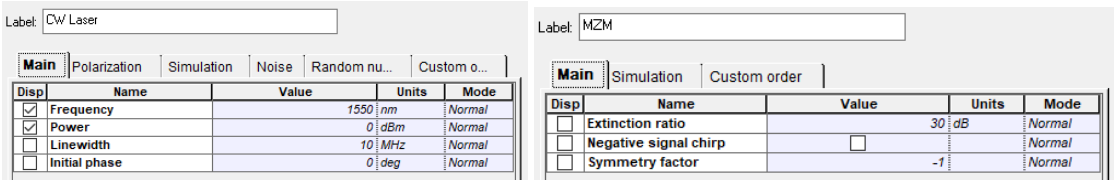


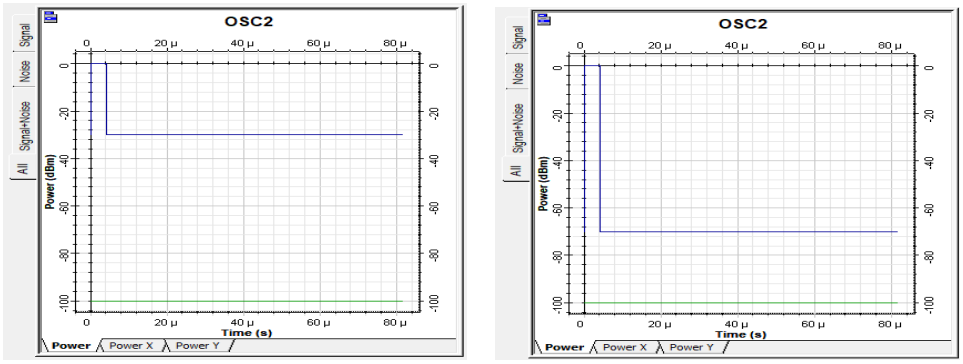
Figure 5. Optical Pulse Generation Simulation Setup



(a) **(b)**

Figure 6. (a) CW laser (b) MZM parameters

The generated optical pulse signal is given in figure 7 (a). Here the peak power of pulse is determined by CW laser power and the minimum power of the pulse is determined by the ER of the MZM. For figure 7 (a) MZM has 30dB Extinction Ratio (ER). Therefore, technically it is possible to lower minimum power by increasing the ER as in figure 7 (b).



(a) **(b)**

Figure 7. Optical Pulse with (a) 30dB (b) 70dB MZM ER

2.3 Rayleigh Backscattering Simulation

The simulation setup for observing Rayleigh backscattering over a 1 km optical fiber is given in figure 8. Here the further end of the optical fiber is attached to an Optical Null (ON) in order to enable bi-directional analysis.

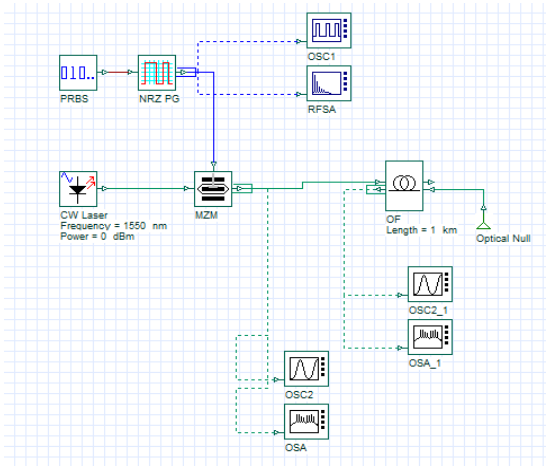


Figure 8. Rayleigh Backscattering Simulation Setup

For the optical fiber only the Rayleigh backscattering is enabled as enabling Brillouin and Raman backscattering will considerably increase the simulation time. The Rayleigh backscattering coefficient directly affect the amount of reflected back signal power. The propagation power equation is given in figure 9. The Rayleigh coefficient is directly applied to backward propagating power.

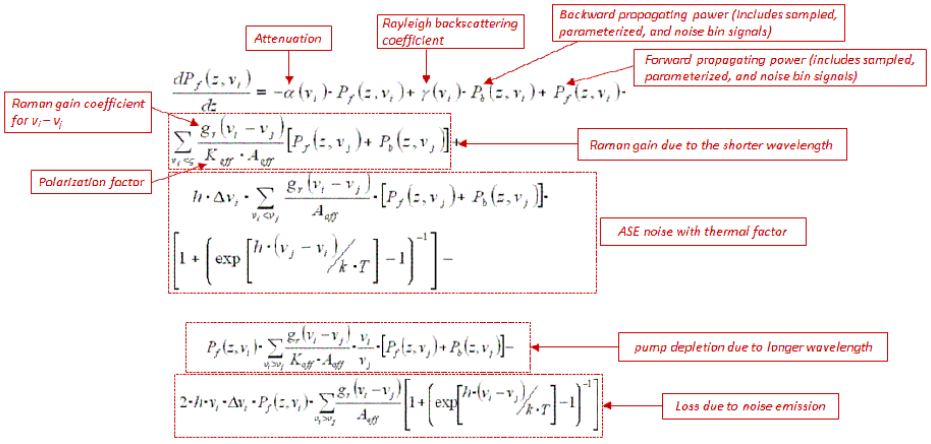
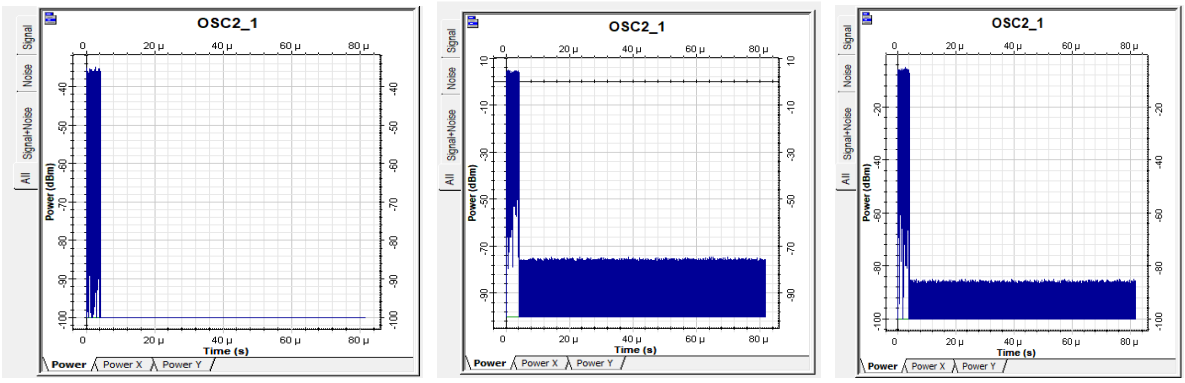


Figure 9. Fiber propagation power equations (Ko et al., 2003)

Then the Rayleigh backscattering coefficient is set to 50e-6, 0.5 and 0.05 to show this behavior directly. The resulting power spectrum is given in figure 10.



(a) **(b)** **(c)**

Figure 10. Rayleigh backscattered signal with (a) 50e-6 1/km (b) 0.5 1/km (c) 0.05 1/km Rayleigh coefficient

2.4 Rayleigh Backscattering Simulation with Time Delay

The Optisystem program does not normally allow direct time domain analysis over a single fiber segment. Also, the program parametrizes the power spectrum meaning it averages fiber response over time. Therefore, you will not be able to distinguish the time domain distribution of power. In order to work around this behavior, we can divide a 10 km FUT into 10 equal length 1km segments. Also, we can put time delays in forward and backward directions in between to simulate a more realistic time domain analysis. The suggested simulation setup is given in figure 11.

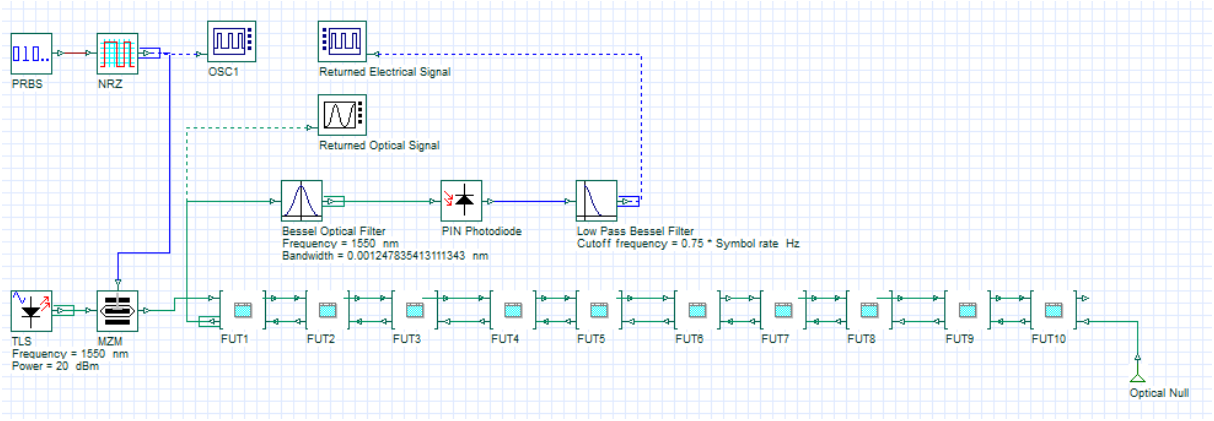


Figure 51. Rayleigh backscattering analysis with time delayed fiber segments

The returned signal is sent to a Bessel filter centered on laser wavelength 1550nm, in order to get rid of out band harmonics. Then the signal is sent to a pin photodiode receiver to get the electrical backscattered signal. Then finally a low pass Bessel filter is applied to further negate down out of band harmonics. The fiber segment with time delays is given in figure 12. The time delay is arranged so that the fiber segment length determines it. The time delay parameter is given in figure 13. Here time delay is equal to Segment Length/ ($3x10^5$/1.45). 1.45 is the fiber refractive index, $3x10^5$ km/s is the speed of light in a vacuum and segment length in km. In this simulation the fiber segment length is taken as 1 km, which in turn comes to a 4.83 us one-way delay. Therefore in between 2 fiber segments we have a 9.66 us delay.

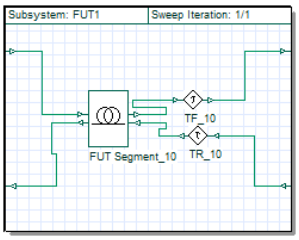


Figure 12. Rayleigh backscattering analysis with time delays over segmented fiber under tests

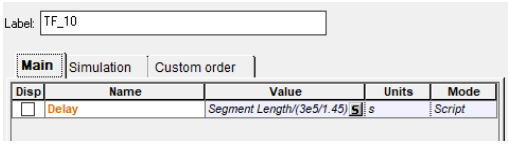


Figure 13. Time delay parameters

The simulation result is given in figure 14. The backscattered signal is achieved exactly as expected, with the ten peaks having around 9.66 us delay in between and ever slightly the returned signal peak is decreasing.

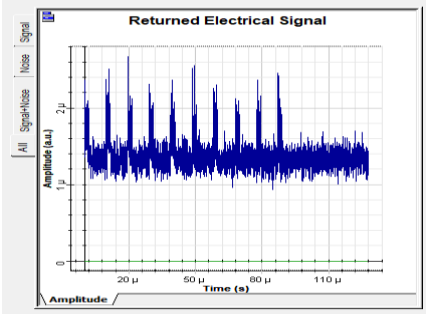
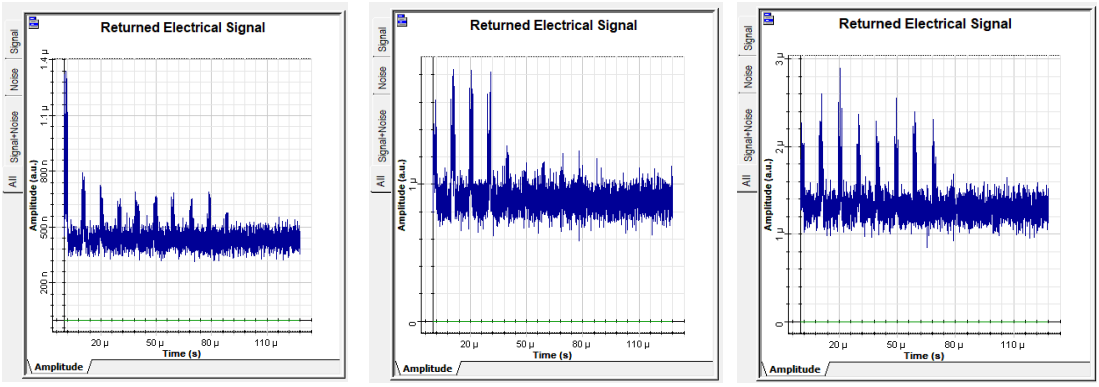


Figure 14. The returned backscattered electrical signal

2.5 Connector Position Detection

So far, a realistic model for observing OTDR response in Optisystem is developed using time delayed fiber segments. This behavior can be used for tracking sudden changes over a fiber segment. In order to simulate this sudden change a 3 dB connector is used. Since we can track the changes in backscattered power spectrum over time domain, we can detect where a connecter is placed. The connecter is placed in different positions and backscattered spectrum is observed. In figure 15 connector is in between (a) 1st and 2nd segments, (b) 4th and 5th segments and finally (c) 8th and 9th segments.



(a) **(b)** **(c)**

Figure 15. Backscattered signal for connecter in between (a) 1st and 2nd, (b) 4th and 5th, (c) 8th and 9th segments

3. RESULTS

It is clear just by observing the backscattered signal responses we can detect where the connecter is placed. Firstly, in figure 15 (a) there is substantial power drop in between 1st and 2nd peaks. The first peak is placed at 4.83 us and second peak is placed at 9.66 us. The 4.83 us time stamp denotes a 1 km distance and 9.66 us time stamp denotes a 2 km distance. So, the connector is placed after 1 km. Secondly in figure 15 (b) the substantial power drop is in between 4th and 5th peaks. The fourth peak is placed at 19.32 us and fifth peak is placed at 24.15 us. The 19.32 us time stamp denotes a 4 km distance and 19.32 us time stamp denotes a 5 km distance. So, the connector is placed after 4 km. Finally, in figure 15 (c) the substantial power drop is in between 8th and 9th peaks. The eighth peak is placed at 38.64 us and ninth peak is placed at 43.47 us. The 38.64 us time stamp denotes an 8 km distance and 43.47 us denotes a 9 km distance. So, the connector is placed after 9 km.

4. DISCUSSION

Using OTDR analysis time information is converted into spatial information and connector is located successfully.

5. CONCLUSION

The suggested system works very well in detecting the position of a sudden power drop over a length of fiber. However, the spatial resolution for detecting power drop is directly related to the number and length of fiber segments. For example, on above simulations the spatial resolution is 1 km over total of 10 km fiber length. If we wanted to improve upon the spatial resolution, we need to shorten the fiber segment length let say for example 100 m. This will now result in 100 fiber segments. Moreover, the total number of iterations needed is directly dependent on number of fiber segments. Now iterations will be 10 times more, around 400 where previously it was just 40. This will considerably increase the simulation run time and most probably will run out of memory, as there will be 400 iteration results. So, it seems this approach will not work for more sensitive power drop detection. However, this approach still proves promising as it is a novel idea of simulating OTDR with Optisystem 16.

REFERENCES

Hetch J. 2006. Understanding Fiber Optics. Prentice Hall, Fifth Edition. USA.

José E. Antonio-Lopez. 2011. Fiber-Optic Liquid Level Sensor. IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 23, No. 23, pp. 1826-1828.

Ko J., Kim S., Lee J., Won S., Kim Y. S., Jeong J. 2003. Estimation of performance degradation of bidirectional WDM transmission systems due to Rayleigh backscattering and ASE noises using numerical and analytical models. IEEE J. of Lightwave Technology, Vol.: 21, Issue: 4, April, pp. 938 - 946.

Liu Z., FelTier G., Bao X., Zeng X., Vu Q., and Kim AK. 2003. Brillouin scattering based distributed fiber optic temperature sensing for fire detection. Fire Safety Science, vol. 7, pp. 221-232.

Nettest GN. 2000. Understanding OTDRs. Part#33881. Rev. A. February.

Palmieri L., Schenato L. 2013. Distributed optical fiber sensing based on Rayleigh scattering. The Open Optics Journal, 7, (Suppl-1, M7), pp. 104-127.

Press, W. H., Flannery, B. P., Teukolsky, S. A., and Vetterling, W. T. 1991. Numerical Recipes in C. Cambridge University Press.

Qin, Z. 2013. Distributed Optical Fiber Vibration Sensor Based on Rayleigh Backscattering. Phd. Thesis, Ottawa University.

Rodriguez-Barrios, F. 2010. Distributed Brillouin Fiber Sensor Assisted by First-Order Raman Amplification. J. of Light wave Technology Vol. 28, No. 15, pp. 2162-2164.

Yu F.T.S, Yin S. 2012. Fiber Optic Sensors. Marcel Decker, Inc.

Zeni L. 2009. Optical fiber distributed sensors: a tool for in situ structural and environmental monitoring. Proceedings of the IWL 1st Italian Workshop on Landslides, Napoli, Italy, June.

SAGNAC-MICHELSON TABANLI DAĞITIK FİBER OPTİK AKUSTİK SENSÖR AĞI HARMONİK ANALİZİ

Cihad GÜLTEKİN
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektirk Elektronik Mühendisliği
cgultekin@havelsan.com.tr https://orcid.org/0000-0001-9437-3278

Asaf Behzat ŞAHİN
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektirk Elektronik Mühendisliği
absahin@ybu.edu.tr

Özet
Bu çalışmada sınır hattı, havalimanı, hapishane, gibi alanlarda izinsiz giriş ve çıkışların doğalgaz-petrol boru ve demiryolu hatlarında hırsızlık, sabotaj gibi durumların tespit ve teşhisine yönelik kullanılan dağıtık fiber optik sensör konfigürasyonlarından Sagnac-Michelson interferometresi sensörü üzerinden elde edilen verilerin analizi yapılmıştır. Laboratuvar ortamında on km referans, on km ölçüm hattı olmak üzere yirmi km'lik, haberleşmede kullanılan standart fiber haberleşme kablosu ile oluşturulan hat üzerinde, üç farklı noktada dört farklı frekans değerinde akustik etkiler uygulanmıştır. Optik sinyal, hattı dolanırken yukarıda bahsedilen etkiler uygulanmış kaynağa ulaşan ışın demodüle edilmiş ve elde edilen sinyaller işlenerek akustik etkiler gözlemlenmiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü harmonikler incelenilerek, uzaklığa bağlı olarak harmoniklerde orantılı bir değişim söz konusu olup olmadığı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fiber Sensör, Dağıtık Fiber Optik Akustik Sensör, Sagnac-Michelson İnterferometresi, Harmonik Analiz

BASED ON SAGNAC MICHELSON INTERFEROMETER DISTRIBUTED FIBER OPTIC ACOUSTIC SENSOR NETWORK HARMONIC ANALYSIS

Abstract
In this study, the data collected from the Sagnac-Michelson interferometer system distributed fiber optic sensor setups used to detect and diagnose illegal entry and exit for places such as borderline, airport, prison, etc. The acoustic effects of four different frequencies were applied in the laboratory environment at three different points on the line, which was formed with a standard fiber communication cable used in communication, twenty km, ten km of reference and ten km of measuring line. While the optical signal circulates on the line, the above-mentioned acoustic effects were applied and the beam reaching the source was demodulated and the acoustic effects were observed by processing the obtained signals. While looking at the first, second and third harmonics, it is analyzed how the harmonics are altered proportionally according to the distance.

Keywords: Fiber Sensor, Distributed Fiber Optic Acoustic Sensor, Sagnac-Michelson Interferometer, Harmonic Analysis

1. GİRİŞ

Fiber optik dağıtık sensör ağları ile termokuplör ve gerinim ölçer gibi geleneksel teknolojilerin fiziksel yapılarından kaynaklı limitasyonları aşılabilmektedir ve özellikle erişimi zor veya sürekli erişimi imkansız ortamların gözlenmesinde birçok avantaj sunulmaktadır. Dağıtık fiber sensör uygulamalarında, fiberin tüm uzunluğu sensör görevi görmektedir. Optik fiber hafif ve esnektir bunun yanında elektromanyetik girişimden etkilenmez. Bu özellikleri ile fiber, hesaplı ve pasif bir sensördür. Köprü, boru hattı, tünel gibi stratejik önemli yapıların inşaatı esnasında veya sonrasında fiber optik kablolar kolaylıkla yapıya entegre edilebilir. Bu yöntemle tek bir optik fiber kablo ile binlerce konvansiyonel noktasal sensörün işlevi sağlanarak kurulum, kalibrasyon ve destek maliyet ve sürelerinden kayda değer tasarruf sağlanabilmektedir. Yüzlerce kilometrelik petrol-doğalgaz boru hatları, sınır çizgileri, tren yolu hatları, tüneller vb. şimdiye değin boyut, komplekslik, lokasyon ve mevsimsel iklim şartları nedeni ile kapsamlı kontrolün sağlanamadığı yapılar ve hatlar sürekli olarak gözlemlenebilmektedir. [1]

Dağıtık fiber optik sensör teknolojisi geri saçılım ve fiber interferometre tabanlı optik sensör olarak iki kategoride incelenmektedir. [2] Geri saçılım tabanlı zaman alanı reflektometresi (OTDR), üzerinde en çok araştırma geliştirme faaliyetleri yürütülen sensörler arasındadır. Sensörden algılanan sinyalin oldukça zayıf olmasından dolayı hassasiyetin artırılabilmesi için mekanik olarak tetikleyici sistemlerin eklenmesi, sistemin algı hızını artırabilmek ve gerçek zamanlı sinyal işleyebilmek için yüksek hızlı tasarımlar yapılması gerekmektedir. Bu da sistemin karmaşıklığını, boyutlarını ve maliyetini artırmaktadır. [3,4] İnterferometre tabanlı Sagnac, Michelson (MI), Mach-Zender (MZI) metotlarının düşük maliyet ve yüksek hassasiyetlerinden dolayı algılama teknolojileri alanında geniş yer bulabilmiştir.[5] İnterferometre tabanlı fiber sensörlerin hassasiyetleri yüksek olsa da lokasyon tespiti için tek başlarına kullanılamamaktadırlar.[6] Bu sebeple ikili kombinasyonları üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır: Dual Sagnac[7], Sagnac-MI[5,6], Sagnac-MZI[4], dual MZI[8], Dual MI[9]. Sagnac-Michelson ile lokasyon tespiti üzerine yapılan çalışmalara Tablo 1' de yer verilmiştir.

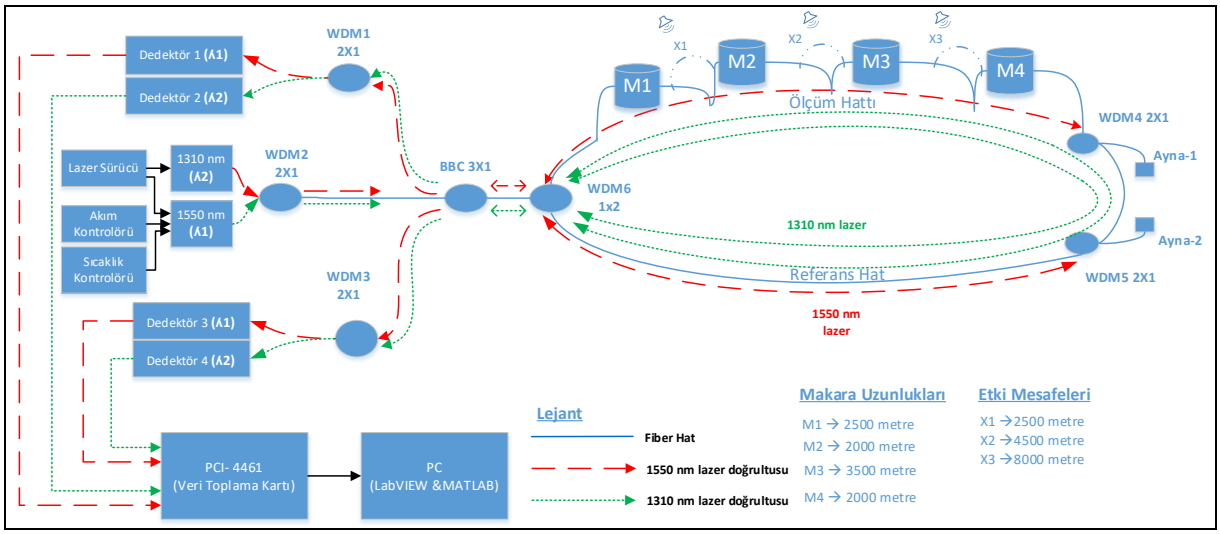
Tablo 1. Liretatürde Sagnac-MI Konfigürasyonuyla İlgiliYapılan Çalışmalar

Metod	Uzaklık(km)	Doğruluk(m)	Çoklu Algılama	Yıl	Referans
Sagnac + MI	0.2	±4	YOK	1997	[5]
	6	40	YOK	2007	[6]

Bu çalışmada sırasıyla dağıtık fiber optik akustik sensör konfigürasyonlarından Sagnac-Michelson interferometresinin laboratuvar ortamında kurulan sensör topolojisinden, deney düzeneği üzerinde yapılan test ve deneylerden, deney sonuçlarından bahsedilmiş ve son kısımda yapılan çalışmaların değerlendirmelerine yer verilmiştir.

2. SAGNAC-MICHELSON İNTERFEROMETRESİ SENSÖR TOPOLOJİSİ

Şekil 1'de görüldüğü gibi sistem Sagnac ve Michelson (MI) interferometrelerinin birleşiminden oluşmaktadır. Sagnac interferometresi için 1310 nm (λ2) dalga boyunda lazer diyot kullanılmıştır. 50:50 dalga boyu bölmeli çoklayıcı (WDM), WDM2'den geçen lazer ışını 3x3 geniş bant kuplöre (BBC) giriş yapar. BBC'nin çıkışında fiber hat boyunca saat yönünde ve saat yönünün tersi yönde eşit güçte iki sinyal olarak fiber hat boyunca hareket ederek döngüyü tamamlarlar ve BBC'de girişime uğrayan ışınlar λ2 detektörleri vasıtasıyla algılanırlar. [5]



Şekil 1. Sagnac Michelson İnterferometresi Sensör Topolojisi

MI interferometresi için 1550nm (λ1) dalga boyunda lazer kullanılmıştır. WDM2 ve BBC kuplörleri vasıtasıyla, ışık döngünün her iki yönünde hareket eder. Döngünün ortasında, ışığı aynalarla portlara (M1 ve M2) yönlendiren WDM4 ve WDM5 kuplörü mevcuttur. Işınlar aynalar aracılığıyla yansıtılır

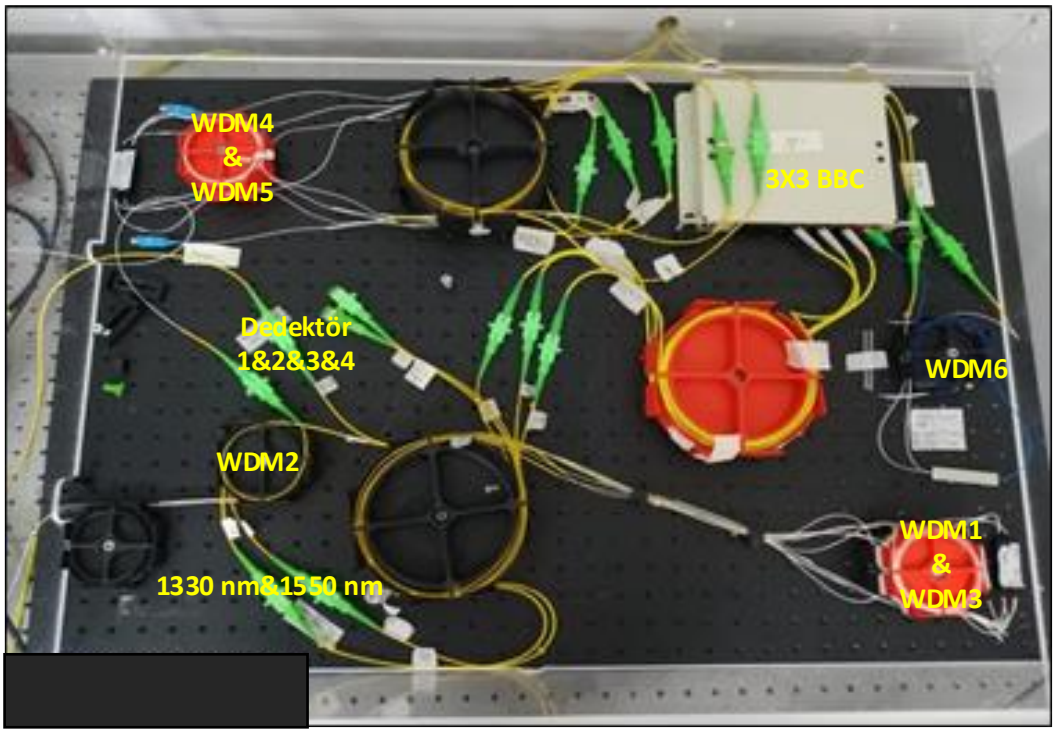
ve gelirken takip ettikleri hattan geri dönerler. BBC'de karşılaşan ışınlar girişime uğradıktan sonra ortaya çıkan ışık yoğunluğu WDM1 ve WDM3 kuplörü sayesinde λ1 foto dedektörleri aracılığıyla algılanır. [5]

3.DENEY

Haberleşmede kullanılan standart fiber kablolarıyla oluşturulacak sensör topolojisi için fiber optik aktif ve pasif devre eleman ve cihazlarının bir araya getirilmiş, optik modülasyon ve demodülasyon elektroniği ve kontrol yazılımları hazırlanmıştır. Şekil 1'de gösterildiği gibi farklı uzunluklardaki fiber kablo sarılı makaraların (M1→2500 metre, M2→2000 metre, M3→3500 metre, M4→2000 metre) fiber kaynak cihazıyla birleştirilerek oluşturulan fiber hat üzerinde, 3 farklı nokta (X1→2500 metre, X2→4500 metre, X3→8000 metre) üzerinde etkiler oluşturulmuştur.

Test amaçlı açıkta bırakılan fiber uzunlukları hariç diğer fiber makaraları sıcaklık değişimi ve vibrasyonlardan mümkün olduğunca izole edilmiştir. Farklı frekans ve şiddetteki akustik etkilerin optik sinyale etkileri analiz edilmiş ve sistemde gerekli düzeltmeler ve kalibrasyon işlemleri yapılmıştır. Lazer kaynaklarının güç ayarları yapılmıştır. Konnektör, adaptör, kuplör ve uzaklık kayıpları göz önüne alınarak herhangi bir noktada bağlantı hatasından, kir ve tozdan, kıvrılma ve kırılmalardan kaynaklanabilecek kayıplar her bağlantı noktasında optik güç ölçer vasıtasıyla ölçülmüştür. Sistem tek modlu lazer kaynaklarının dalga boylarında zaman ve sıcaklığa bağlı değişiklikler olup olmadığı optik spektrometre kullanılarak kontrol edilmiştir. 20 metrelik fiber ara kablo bağlantısı ile makaralar arasında etkileri gözlemlemek için gezdirilen fiber kablo üzerine X1,X2, X3 konumlarında 37 Hz, 93 Hz, 182 Hz, 277 Hz frekanslarında analog sinyal kaynağının sürdüğü hoparlör yardımıyla uygulanmıştır.

λ1 foto dedektörleriyle 1550 nm dalga boyundaki ve λ2 dedektörleriyle ise 1310 nm dalga boyundaki ışınlar elektriksel sinyale dönüştürülerek, alçak geçiren filtreden geçirildikten sonra veri toplama kartı kullanılarak analog veriler dijital ortamda toplanmıştır.

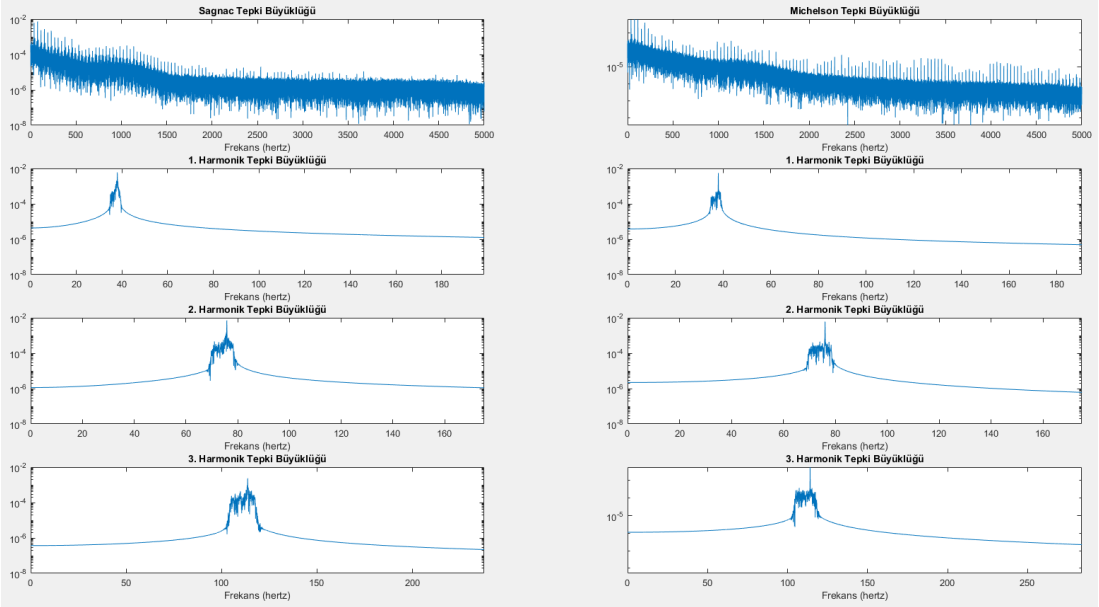


Şekil 2. Laboratuvar Ortamında Kurulan Test Düzeneği

3. DENEY SONUÇLARI

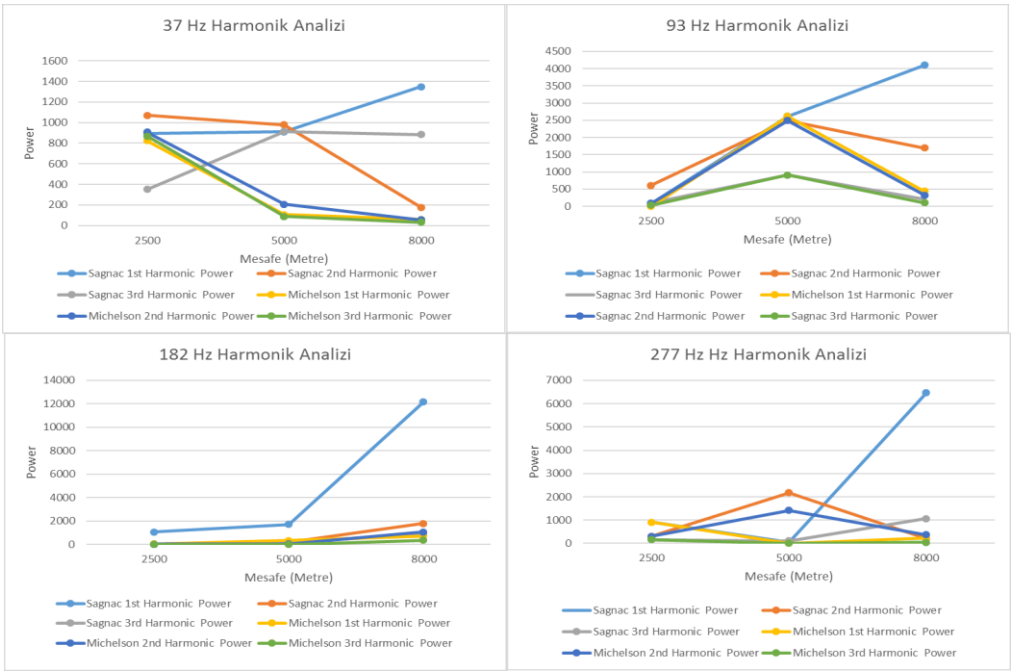
PCI-4461, 2 kanallı veri toplama kartı ile okunan sinyaller, LabView Signal Express aracı üzerinden toplanıldıktan sonra MATLAB ortamında analizleri yapılmıştır.

Şekil 3'te, sensör ölçüm hattı üzerinde 2500 metrede 37 Hz frekansında uygulanan etkilerin, Sagnac ve Michelson interferometrelerince algılanan etkinin tepki büyüklükleri (magnitude response) ve 1., 2., 3. harmonikleri gösterilmiştir.



Şekil 3. Fiber Sensör Üzerinde 2500 Metrede 37 Hz Akustik Etkiyle Oluşan Sinyal Tepki Büyüklükleri ve Harmonikleri

Şekil 4'te yukarıda da ifade edilen fiber sensör hattı üzerine uygulanan 37 Hz, 93 Hz, 182 Hz, 277 Hz etkilerin 2500, 5000 ve 8000 metrede Sagnac ve Michelson interferometrelerinden elde edilen sinyallerin birinci, ikinci ve üçüncü harmonikleri incelenmiştir.



Şekil 4. Sagnac, Michelson İnterferometrelerinden Elde Edilen Sinyallerin Harmonik Analizleri

4. SONUÇ

Laboratuvar ortamında kurulan sistem üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde Sagnac – Michelson topolojisine göre tasarımı yapılan sistem ile sensör üzerine uyguladığımız akustik etkiler gerçek zamanlı gözlemlenebilmiştir. Sagnac - Michelson konfigürasyonu üzerinde 3 farklı noktada ve 4 farklı

frekansta uygulanan etkilerin FFT grafikleri incelenmiştir. Akabinde 'Deney Sonuçları' başlığı altında Sagnac ve Michelson interferometrelerinden gelen sinyallerin 1., 2., 3. harmonikleri incelenmiş güç ve uzaklık arasında ilişki olup olmadığı üzerinde durulmuştur. Sensör ağ yapısında harmoniklerin uzaklığa bağlı olarak değişimlerinden net bir sonuç çıkarılamasa da literatürde Sagnac-Michelson konfigürasyonu üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde harmonik analiziyle ile alakalı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

KAYNAKLAR

[1] Liu, X., Jin, B., Bai, Q., Wang, Y., Wang, D., & Wang, Y. (2016). Distributed Fiber-Optic Sensors for Vibration Detection. Sensors, 16(8), 1164. doi:10.3390/s16081164

[2] Chen, Q., Jin, C., Bao, Y., Li, Z., Li, J., Lu, C., . . . Li, G. (2014). A distributed fiber vibration sensor utilizing dispersion induced walk-off effect in a unidirectional Mach-Zehnder interferometer. Optics Express, 22(3), 2167. doi:10.1364/oe.22.002167

[3] Kezmah, M., Donlagic, D., & Lenardic, B. (2008). Low cost security perimeter based on a Michelson interferometer. 2008 IEEE Sensors. doi:10.1109/icsens.2008.4716642

[4] Wang, J., Xu, J., Liang, Q., & Li, J. (2011). A novel Mach-Zehnder and sagnac interferometer for distributed optic fiber sensing. Photonics and Optoelectronics Meetings (POEM) 2011: Optoelectronic Sensing and Imaging. doi:10.1117/12.917571

[5] Spammer, S., Swart, P., & Chtcherbakov, A. (1997). Merged Sagnac-Michelson interferometer for distributed disturbance detection. Journal of Lightwave Technology, 15(6), 972-976. doi:10.1109/50.588669

[6] Kondrat, M., Szustakowski, M., Pałka, N., Ciurapiński, W., & Życzkowski, M. (2007). A Sagnac-Michelson fibre optic interferometer: Signal processing for disturbance localization. Opto-Electronics Review, 15(3). doi:10.2478/s11772-007-0012-x

[7] Russell, S., Brady, K., & Dakin, J. (2001). Real-time location of multiple time-varying strain disturbances, acting over a 40-km fiber section, using a novel dual-Sagnac interferometer. Journal of Lightwave Technology, 19(2), 205-213. doi:10.1109/50.917882

[8] Chen, Q., Liu, T., Liu, K., Jiang, J., Shen, Z., Ding, Z., . . . Ma, C. (2015). An Improved Positioning Algorithm With High Precision for Dual Mach–Zehnder Interferometry Disturbance Sensing System. Journal of Lightwave Technology, 33(10), 1954-1960. doi:10.1109/jlt.2015.2394494

[9] Hong, X., Wu, J., Zuo, C., Liu, F., Guo, H., & Xu, K. (2011). Dual Michelson interferometers for distributed vibration detection. Applied Optics, 50(22), 4333. doi:10.1364/ao.50.004333

İHA, SİHA, SEYİR FÜZELERİ VE TFX MİLLİ MUHARİP UÇAĞI İÇİN TURBOJET MOTORU ÖN TASARIMI VE İYİLEŞTİRİLMESİ

Mehmet Ali ÜLKER
Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Silah Sistemleri Mühendisliği,
mehmetali@arimakinavinc.com.tr

Atilla BIYIKOĞLU
Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği,
abiyik@gazi.edu.tr

Özet
Teknolojinin ulaştığı bugünkü noktada, İnsansız Hava Araçlarının (İHA), Silahlı İnsansız Hava Araçlarının (SİHA) ve Seyir Füzelerinin savunma sanayi alanındaki gelişimi, diğer tüm savunma sistemlerinin önüne geçmiş durumdadır. 5. Nesil yeni savaş uçakları ya da yeni nesil savaş tankları gibi savunma sanayinin temel öğelerinin tasarımı, geliştirme çalışmaları ve üretim süreçleri çok uzun zaman alan maliyeti yüksek süreçlerdir. Buna karşın, İHA'lar, SİHA'lar ve Seyir Füzeleri daha kısa sürede ve daha az maliyetlerle tasarlanabilmekte ve savaş alanında çok etkili görevler icra edebilmektedirler. Bu çalışmada, milli imkanlarla üretilen İHA, SİHA, TFX Milli Muharip Uçağı ve Seyir Füzeleri için turbojet motor ön tasarımının gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Turbojet motor modeli, LABVIEW yazılımında ampirik denklemler ve tersine mühendislik yaklaşımından elde edilen parametreler kullanılarak oluşturulmuştur. LABVIEW modeli kullanılarak radyal kompresör, eksenel türbin ve giriş/çıkış nozülleri için kanat profilleri ve kanat ölçüleri belirlenmiştir. Kanat profillerinin oluşturulmasında, ANSYS BladeGEN modülünden elde edilen tasarım parametreleri kullanılmıştır. Tasarımın iyileştirilmesinde, LABVIEW modeli ile ANSYS tabanlı modüller birlikte kullanılarak, en verimli radyal kompresör ve eksenel türbin kanat profilleri ile kanat tasarım ölçüleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, tek kademeli radyal kompresör ve eksenel türbin, giriş/çıkış nozülleri ve yanma odası ön tasarımları oluşturulmuş ve detaylı analiz için gerekli 3-B'lu geometriler hazırlanmıştır. Bu çalışmada geliştirilen modelin çok kademeli kompresör ve türbin sistemlerinin imalata yönelik tasarlanmasında kullanılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelime: Turbojet motoru, İnsansız hava aracı, TFX milli muharip uçağı, Radyal kompresör, Eksenel türbin

PRELIMINARY DESIGN AND IMPROVEMENT OF A TURBOJET ENGINE FOR UAV, AUAV, NAVIGATION MISSILES AND TFX NATIONAL COMBAT AIRCRAFT

Abstract
At the state of the art of the current technology, the development of Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Armed Unmanned Aerial Vehicle (AUAV) and Cruise Missiles in the field of defense industry has outstripped all other defense systems. The design, development and production processes of the basic elements of the defense industry, such as the 5th Generation new fighter jets or new generation combat tanks, are very time consuming and costly. On the other hand, UAVs, AUAVs and Cruise Missiles can be designed in less time and with less costs and can perform very effective missions on the battlefield. In this study, it is aimed to realize the preliminary design of a turbojet engine for UAV, AUAV, TFX National Combat Aircraft and Cruise Missiles produced with national facilities. The Turbojet engine model was created in LABVIEW software using empirical equations and parameters obtained from the reverse engineering approach. Using LABVIEW model, wing profiles and blade dimensions were determined for radial compressors, axial turbines and inlet / outlet nozzles. The design parameters obtained from the ANSYS BladeGEN module were used to create the wing profiles.In the improvement of the design, the most efficient radial compressor and axial turbine blade profiles and blade design dimensions were determined by using the LABVIEW model and ANSYS based modules. As a result, single stage radial compressor and axial turbine, inlet / outlet nozzles and combustion chamber preliminary designs were created and 3-D geometries were prepared

for detailed analysis. The model developed in this study is intended to be used in the design of multi-stage compressor and turbine systems for manufacturing.

Keywords: Turbojet engine, Unmanned aerial vehicle, TFX national combat aircraft, Radial compressor, Axial türbine

TÜRBİN TASARIMI AKIŞ ŞEMASI

Hava Taşıtının Ağırlığı Belirlenir. (İtki Ağırlık Oranı Bulunur)
Kullanılacak Kompresör ve Türbin Tipi Belirlenir. (Radyal veya Eksenel Tip)
Turbojet Kompresör Tasarımı Yapılır. (Labview'de Ampirik Denklemler Çözülür, Ansys'de Ön Tasarım-Analiz-Optimizasyon Yapılır-Catia/Solid' de İmalata Hazır Hale Getirilir.)
Turbojet Türbin Tasarımı Yapılır. (Labview'de Ampirik Denklemler Çözülür, Ansys'de Ön Tasarım-Analiz-Optimizasyon Yapılır-Catia/Solid' de İmalata Hazır Hale Getirilir.)
Kompresör Giriş ve Çıkış Parametrelerine Bağlı Olarak Kompresör Giriş Nozulu ve Çıkış Difizörü Tasarlanır. (Catia/Solid'de Tasarlanır, Ansys'de Analiz Yapılır.)
Türbin Giriş ve Çıkış Parametrelerine Bağlı Olarak Türbin Giriş Difizörü ve Çıkış Nozulu Tasarlanır. (Catia/Solid'de Tasarlanır, Ansys'de Analiz Yapılır.)
Kompresör ve Türbin Tasarımına Bağlı Olarak Yanma Odası, Yakıt Enjektörleri, Dış Gövde v.s. Tasarlanır. (Catia/Solid'de Tasarlanır, Ansys'de Analiz Yapılır.)
İmalat Resimleri Hazırlanır, Malzeme Temini Yapılır. Turbojet Parçalarının İmalatı ve Montajı Yapılır.
Turbojet Motor Çalıştırılır. Ampirik Denklemlerle, Ansys Analizleriyle ve Uygulama Testleriyle Elde Edilen sonuçlar Karşılaştırılır. Kurulan Sistematiğin Doğruluk Oranı Bulunur.

HAVA TAŞITININ AĞIRLIĞININ BELİRLENMESİ, İTKİ AĞIRLIK ORANININ TAYİN EDİLMESİİhtiyaç duyulan turbojet motor için öncelikli olarak kullanılacağı hava aracının (İHA, SİHA, Seyir Füzesi, Yolcu Uçağı, Savaş Uçağı ...) belirlenmesi gerekir. Tasarlanmış olan hava aracının ağırlığı bulunduktan sonra ihtiyaç duyulan itki ağırlık oranı tayin edilir. Hava aracının ağırlığı, itki ağırlık oranıyla çarpılarak tasarlanacak olan turbojet motorun ne kadarlık itki kuvvetine ihtiyaç duyduğu bulunur. Hava araçlarının havalanması için gerekli olan itki kuvvetinin, uçağın ağırlığından fazla olmasına gerek yoktur. Bu nedenle Hava aracı 1'den küçük t/w oranında bile havalanabilir. Bu nedenle yolcu uçaklarında T/W oranı özellikle düşük seçilir. Böylece yakıt ekonomisi sağlanır. T/W oranının 1'den büyük seçilmesi hava aracının atmosfer şartlarına ve hava aracının performansına bağlı olarak dikey yönde hareket etmesini sağlamak içindir. Savaş uçaklarında özellikle avcı uçaklarında t/w oranı 1'in üzerinde seçilir. Bu savaş uçağına manevra kabiliyeti sağlar. Özellikle it dalaşına giren avcı uçakları için anlık t/w oranları 1'in oldukça üzerine çıkabilmektedir. İHA'lar, SİHA'lar ve seyir füzelerini dikkate aldığımızda ise yolcu uçaklarındaki gibi düşük t/w oranları seçilir.

Tablo-1: Yolcu uçakları, savaş uçakları ve uzay mekikleri için itki ağırlık oranları.

Aircraft

Vehicle	T/W	Scenario
Northrop Grumman B-2 Spirit	0.205[10]	Max take-off weight, full power
Airbus A380	0.227	Max take-off weight, full power
Boeing 737 MAX 8	0.310	Max take-off weight, full power
Airbus A320neo	0.311	Max take-off weight, full power
Tupolev Tu-160	0.363	Max take-off weight, full afterburners
Concorde	0.372	Max take-off weight, full afterburners
Rockwell International B-1 Lancer	0.38	Max take-off weight, full afterburners
BAE Hawk	0.65[11]	
Lockheed Martin F-35	0.87 with full fuel (1.07 with 50% fuel)	
HAL Tejas Mk 1	0.935	With full fuel
Dassault Rafale	0.988[12]	Version M, 100% fuel, 2 EM A2A missile, 2 IR A2A missiles
Sukhoi Su-30MKM	1.00[13]	Loaded weight with 56% internal fuel
McDonnell Douglas F-15	1.04[14]	Nominally loaded
Mikoyan MiG-29	1.09[15]	Full internal fuel, 4 AAMs
Lockheed Martin F-22	> 1.09 (1.26 with loaded weight and 50% fuel)[16]	Combat load?
General Dynamics F-16	1.096	
Hawker Siddeley Harrier	1.1	VTOL
Eurofighter Typhoon	1.15[17]	Interceptor configuration
Space Shuttle	1.5	Take-off
Space Shuttle	3	Peak (throttled back for astronaut comfort)

Fighter aircraft

Table a: Thrust-to-weight ratios, fuel weights, and weights of different fighter planes (in metric units)

In International System	F-15K	F-15C	MiG-29K	MiG-29B	JF-17	J-10	F-35A	F-35B	F-35C	F-22	LCA Mk-1
Engine(s) thrust maximum (N)	259,420 (2)	208,622 (2)	176,514 (2)	162,805 (2)	81,402 (1)	122,580 (1)	177,484 (1)	177,484 (1)	177,484 (1)	311,376 (2)	89,800 (1)
Aircraft mass, empty (kg)	17,010	14,379	12,723	10,900	06,586	09,250	13,290	14,515	15,785	19,673	6,560
Aircraft mass, full fuel (kg)	23,143	20,671	17,963	14,405	08,886	13,044	21,672	20,867	24,403	27,836	9,500
Aircraft mass, max take-off load (kg)	36,741	30,845	22,400	18,500	12,700	19,277	31,752	27,216	31,752	37,869	13,300
Total fuel mass (kg)	06,133	06,292	05,240	03,505	02,300	03,794	08,382	06,352	08,618	08,163	02,458
T/W ratio (full fuel)	1.14	1.03	1.00	1.15	0.93	0.96	0.84	0.87	0.74	1.14	0.96
T/W ratio (max take-off load)	0.72	0.69	0.80	0.89	0.65	0.65	0.57	0.67	0.57	0.84	0.69

Tablo-2: Savaş uçakları için kalkış ağırlıklarına bağlı olarak itki ağırlık oranları.



Specifications [edit]

Data from [38]

General characteristics

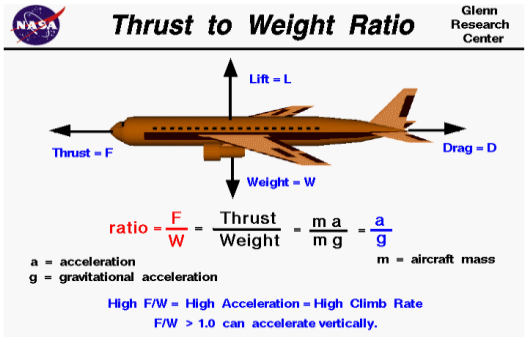
- **Crew:** 2 (ground control)
- **Length:** 44 ft 0 in (13 m)
- **Wingspan:** 66 ft 0 in (20 m) sweep angle 17°
- **Max takeoff weight:** 18,200 lb (8,255 kg)
- **Fuel capacity:** 7,900 pounds (3,600 kg)
- **Powerplant:** 1 × Pratt & Whitney Canada PW545B turbofan, 3,991[39] lbf (17.75 kN) thrust

Performance

- **Maximum speed:** 460 mph (740 km/h, 400 kn)
- **Cruise speed:** 402 mph (648 km/h, 350 kn)
- **Endurance:** 18 hours
- **Service ceiling:** 50,000 ft (15,240 m)

Şekil-1: General Atomics Avenger silahlı insansız hava aracının teknik özellikleri.

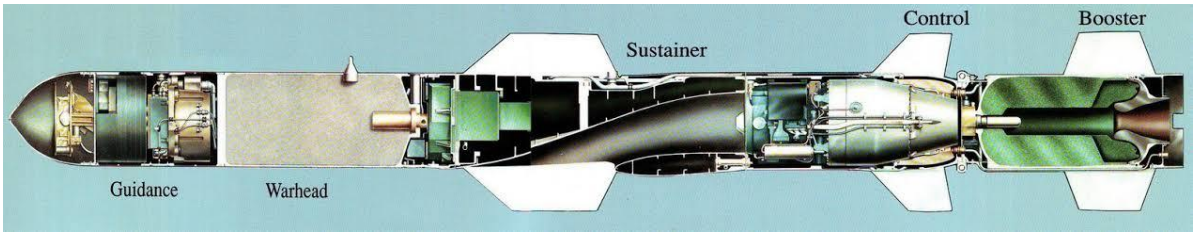
İHA, SİHA gibi hava araçlarında olması gereken itki ağırlık oranı yolcu uçaklarında ki gibi düşük seçilir. Yeni nesil en gelişmiş silahlı hava araçlarından birisi olan General Atomics Aeronautical Systems tarafından geliştirilen ve üretilen General Atomics Avenger (Predator C) adlı SİHA'nın itki ağırlık oranı
Ratio : 17750 (N) / 8255 x 9,81 (N) = 0,219 dur.





General characteristics

- **Primary function:** Air-, surface-, or submarine-launched anti-surface (anti-ship) missile
- **Contractor:** The McDonnell Douglas Astronautic Company – East
- **Power plant:** Teledyne CAE J402 turbojet, 660 lb (300 kg)-force (2.9 kN) thrust, and a solid-propellant booster for surface and submarine launches
- **Length:**
  - **Air-launched:** 3.8 metres (12 ft)
  - **Surface and submarine-launched:** 4.6 metres (15 ft)
- **Weight:**
  - **Air-launched:** 519 kilograms (1,144 lb)
  - **Submarine or ship launched from box or canister launcher:** 628 kilograms (1,385 lb)
- **Diameter:** 340 millimetres (13 in)
- **Wing span:** 914 millimetres (36.0 in)
- **Maximum altitude:** 910 metres (2,990 ft) with booster fins and wings
- **Range:** Over-the-horizon (approx 50 nautical miles)
  - AGM-84D (Block 1C): 220 km (120 nmi)
  - RGM/UGM-84D (Block 1C): 140 km (75 nmi)
  - AGM-84H/K (Block 1G / Block 1J): 280 km (150 nmi)
- **Speed:** High subsonic, around 850 km/h (460 knots, 240 m/s, or 530 mph)
- **Guidance:** Sea-skimming cruise monitored by radar altimeter, active radar terminal homing
- **Warhead:** 221 kilograms (487 lb), penetration high-explosive blast
- **Unit cost:** US$1,527,416



Şekil-2: Harpoon seyir füzesine ait teknik özellikler ve kesit görünüşü.

Seyir füzelerinde seçilen itki kuvveti de İHA, SİHA ve yolcu uçaklarında olduğu gibi 1'in altındadır. McDonnell Douglas, Boeing Defense, Space & Security tarafından üretilen Harpoon füzesinin itki ağırlık oranı: 2900 (N) / 628 x 9,81 (N) = 0,47 dir.

ÖRNEK RADYAL KOMPRESÖR TASARIMI

Bu makalenin temel amaçlarından biriside turbojet motor için radyal kompresör tasarımı yaparken, en az ve en genel verilerle bütün çıkış parametrelerine ulaşmaktır. Bu çıkış parametreleri ise radyal kompresöre ait çaplar ve giriş çıkış açılarıdır. Hesaplanacak çaplar ve giriş-çıkış açıları sayesinde radyal kompresörün ön tasarımı gerçekleştirilir. Ansys programında ön tasarımın analizi yapılarak en az entropi oluşumu ve azami verimi sağlayacak optimizasyon işlemi gerçekleştirilir. Ansys'de optimize edilen radyal kompresörün tasarımı Catia/Solid Works gibi 3D programlarda nihayi haline getirilir ve imalata hazırlanır. Bu genel mantıkla 100 Kg ağırlığında, istihbarat amaçlı keşif yapacak ve görüntü alacak bir insansız hava aracı için ihtiyaç duyulan turbojet motora ait istasyonlar tasarlanacaktır. Bu turbojetin Labview programıyla analitik hesapları yapılacak, bunların Ansys'de ön tasarımları gerçekleştirilecek, Ansys'de optimizasyonları yapılacak, 3D çizim programlarında imalata ve montaja hazırlanacak şekilde tasarımı bitirilecektir . Tasarlanacak 100Kg'lık insansız hava aracı için ön tasarım parametreleri aşağıdaki gibidir:

Hava Aracının Ağırlığı (m_{HA}) = 100 Kg
Uçuş Mach Değeri (M) = 0,8
Atmosfer Sıcaklığı (T_a) = 288 °K
Atmosfer Basıncı (P_{atm}) = 101,325 kPa
Yanma Odası Sıcaklığı (T_{04}) = 1000 °K

Kompresör Basınç Oranı (π_c) = 3 [Not: Tek Kademeli Radial Kompresörler En Fazla 4/1 Sıkıştırma Oranına Sahiptir, Konvansiyonel Olarak 2,5/1 Sıkıştırma Oranı Kabul Edilir. (R.K. Turton, 1995)] [1]
Yakıtın Isıl Değeri (Q_R) = 45000 Kj/Kg
Sabit Basınçta Özgül Isı (C_p) = 1005 (J/Kg. °K)
Sabit Hacimde Özgül Isı (C_v) = 718 (J/Kg. °K)
Kanat Sayısı (N_b) = 14
Kompresör Verimi (η_c) = 0,8
Güç Giriş Faktörü (ψ) = 1,04
Pervane Devri (N) = 1400 dev/s
Giriş Mutlak Hız (C_1) = 100 m/s
Backward Beta Kaydırma Açısı (β_2) = 40°
Forward Beta Kaydırma Açısı (β_2) = -40°
Pervane Giriş Göbek Çapı (D_G) = 0,019 m

Özgül Isılar Oranı $\gamma = \frac{C_p}{Cv} = 1{,}4$

Uçuş Hızı $V = M.\sqrt{\gamma.R.T_a} = 272\ m/s$

Difizör Çıkışı

Dinamik (Toplam)Sıcaklık $T_{02} = T_a.\left(1 + \frac{\gamma-1}{2}.M^2\right) = 324\ °K$

Dinamik (Toplam)Basınç $P_{02} = P_a.\left(1 + \frac{\gamma-1}{2}.M^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 154\ kPa$

Kompresör Çıkışı

Dinamik (Toplam) Sıcaklık $T_{03} = T_{02}.\pi_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 444\ °K$

Dinamik (Toplam)Basınç $P_{03} = \pi_c.P_{02} = 463\ kPa$

Yanma Odası Çıkışı

Dinamik (Toplam) Sıcaklık $T_{04} = 1000\ °K$

Dinamik (Toplam)Basınç $P_{04} = P_{03} = 463\ kPa$

Yakıt Hava Oranı $f = \frac{C_p.(T_{04} - T_{03})}{Q_{R-}(C_p.T_{04})} = 0{,}012$

Türbin Çıkışı

Dinamik (Toplam)Sıcaklık $T_{05} = T_{04} - \frac{T_{03} - T_{02}}{0{,}8.(1+f)} = 852\ °K$

Dinamik (Toplam) Basınç $P_{05} = P_{04}.\left(\frac{T_{05}}{T_{04}}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 264\ kPa$

Nozul Çıkışı

Statik Sıcaklık $T_6 = T_{05}.\left(\frac{P_6}{P_{05}}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 647\ °K$

Statik Basınç $P_6 = P_a = 101{,}325\ kPa$

Egzoz Hızı $V_6 = \sqrt{2.C_p.(T_{05} - T_6)} = 640\ m/s$

Egzoz Mach Değeri $M = \frac{V_6}{\sqrt{\gamma}.R.T_6} = 1{,}25$

İhtiyaç Olan İtki Kuvveti $T = 0{,}3\,.\,m_{HA}.9{,}81 = 294\ N$

Hava Kütle Debisi $m_a = \dfrac{T}{[(1+f).(V_6 - V)]} = 0{,}78\ Kg/s$

Yakıt Kütle Debisi $m_f = f.m_a = 0{,}01\ Kg/s$

Turbojet Kompresör Pervanesinin Çıkışı Radial Olursa

Kayma Faktörü $\sigma = 1 - \left(\dfrac{0{,}63\,.\,\pi}{N_b}\right) = 0{,}85$

Pervane Çıkışı Uç Hızı $\pi_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left(1 + \dfrac{\eta_c.\sigma.\psi.U_2^2}{C_p.T_{01}}\right)$ ... Bu Denklemden $U_2 = 410\ m/s$

Pervane Çıkış Uç Çapı $d_2 = \dfrac{U_2}{\pi.N} = 0{,}093\ m$

Kompresör Çıkışı Statik Sıcaklık $\dfrac{T_{02}}{T_2} = \dfrac{\gamma+1}{2}$ ... ... Bu Denklemden $T_2 = 370\ °K$

Kompresör Çıkışı Mutlak Hız $C_2 = \sqrt{\gamma}.R.T_2 = 385\ m/s$

Kompresör Çıkışı Statik Basınç $\dfrac{P_{02}}{P_2} = (\dfrac{\gamma+1}{2})^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ ... ... Bu Denklemden $P_2 = 244\ kPa$

Komp. Çıkışı Hava Yoğunluğu $\rho_2 = \dfrac{P_2}{R.T_2} = 2{,}3\ Kg/m^3$

Komp. Çıkışı Radyal Mutlak Hız $C_{r2}^2 = C_2^2 - (\sigma.U_2)^2 = 157\ m/s$

Komp. Pervane Çıkış Genişliği $b_2 = \dfrac{m_a}{\rho_2.C_{r2}.\pi.d_2} = 0{,}007\ m$

Akış Sabiti $\phi_2 = \dfrac{C_{r2}}{U_2} = 0{,}382$

Turbojet Kompresör Pervanesinin Çıkışı Backward Olursa

Kayma Faktörü $\sigma_s = 1 - \dfrac{0{,}63\,.\,(\pi.N_b)}{(1 - \phi_2.\tan\beta_2)} = 0{,}79$

Toplam Sonik Hız $a_{01} = \sqrt{\gamma}.R.T_{01} = 361\ m/s$

Basınç Oranı $\dfrac{P_{03}}{P_{01}} = [1 + (\gamma-1).\eta_c.\sigma_s.\left(\dfrac{U_2}{a_{01}}\right)^2.(1 - \phi_2.\tan\beta_2)]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 2{,}01$

Kompresör Çıkış Sıcaklığı $\dfrac{T_{02}}{T_{01}} = 1 + \dfrac{\pi_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1}{\eta_c} = 414\ °K$

Pervane Çıkış Uç Hızı $(\dfrac{U_{2b}}{U_{2r}})^2 = \dfrac{\sigma_{sr}}{\sigma_{sb}.(1 - \phi_2.\tan\beta_2)}$ ..... Denklemden $U_{2b} = 518\ m/s$

Pervane Çıkış Uç Hızı $d_{2b} = d_{2r}\,.\dfrac{U_{2b}}{U_{2r}} = 0{,}117\ m$

Komp. Çıkışı Radial Mutlak Hız $C_{br2} = \phi_2\,.U_{2b} = 198\ m/s$

Turbojet Kompresör Pervanesinin Çıkışı Forward Olursa

Kayma Faktörü $\sigma_s = 1 - \dfrac{0{,}63\,.\,(\pi.N_b)}{(1 - \phi_2.\tan\beta_2)} = 0{,}89$

Basınç Oranı $\dfrac{P_{03}}{P_{01}} = [1 + (\gamma-1).\eta_c.\sigma_s.\left(\dfrac{U_2}{a_{01}}\right)^2.(1 - \phi_2.\tan\beta_2)]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 4{,}01$

Kompresör Çıkış Sıcaklığı $\dfrac{T_{02}}{T_{01}} = 1 + \dfrac{\pi_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1}{\eta_c} = 522\ °K$

Pervane Çıkış Uç Hızı $(\dfrac{U_{2f}}{U_{2r}})^2 = \dfrac{\sigma_{sr}}{\sigma_{sf}.(1 - \phi_2.\tan\beta_2)}$ ..... Denklemden $U_{2f} = 350\ m/s$

Pervane Çıkış Uç Hızı $d_{2f} = d_{2r} . \frac{U_{2f}}{U_{2r}} = 0{,}079$ m

Komp. Çıkışı Radial Mutlak Hız $C_{fr2} = \phi_2 . U_{2f} = 134$ m/s

Komp. Girişi Statik Sıcaklık $T_1 = T_{01} - \frac{C_1^2}{2. C_p} = 319$ °K

Uç Giriş Bağıl Hız $W_{1t} = M_1 . \sqrt{\gamma. R. T_1} = 286$ m/s

Pervane Uç Giriş Hızı $U_{1t} = \sqrt{W_{1t}^2 - C_a^2} = 268$ m/s

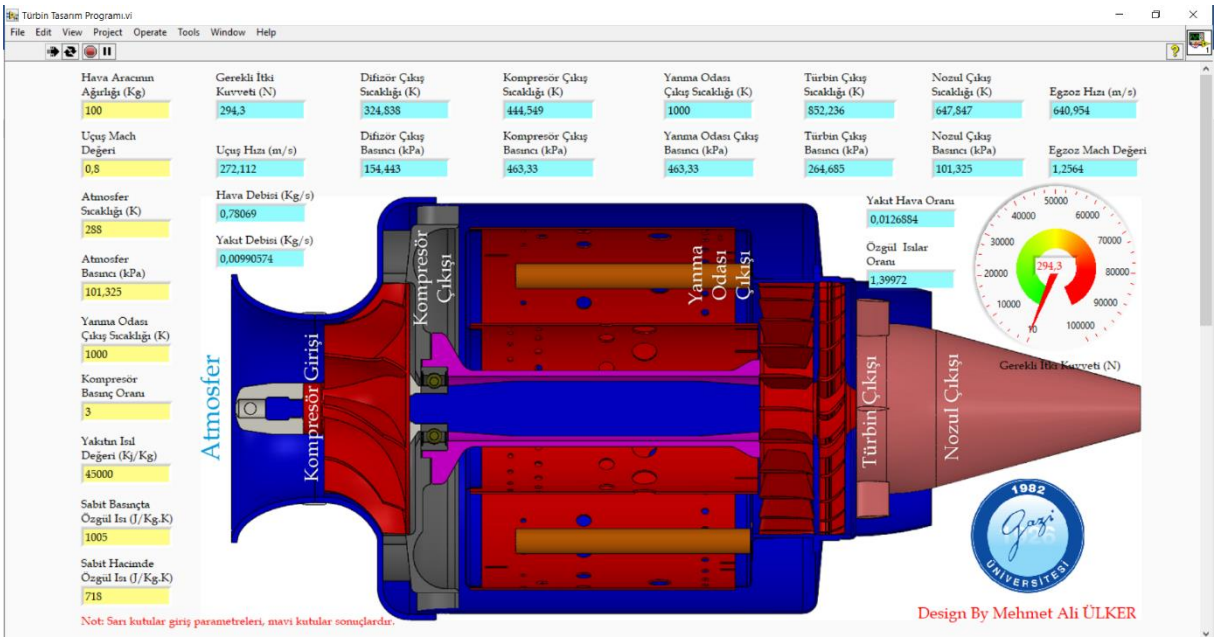
Pervane Giriş Uç Çapı $D_{1t} = \frac{U_{1t}}{\pi. N} = 0{,}061$ m

Pervane Göbek Giriş Hızı $U_{1G} = \pi. D_G. N = 83$ m/s

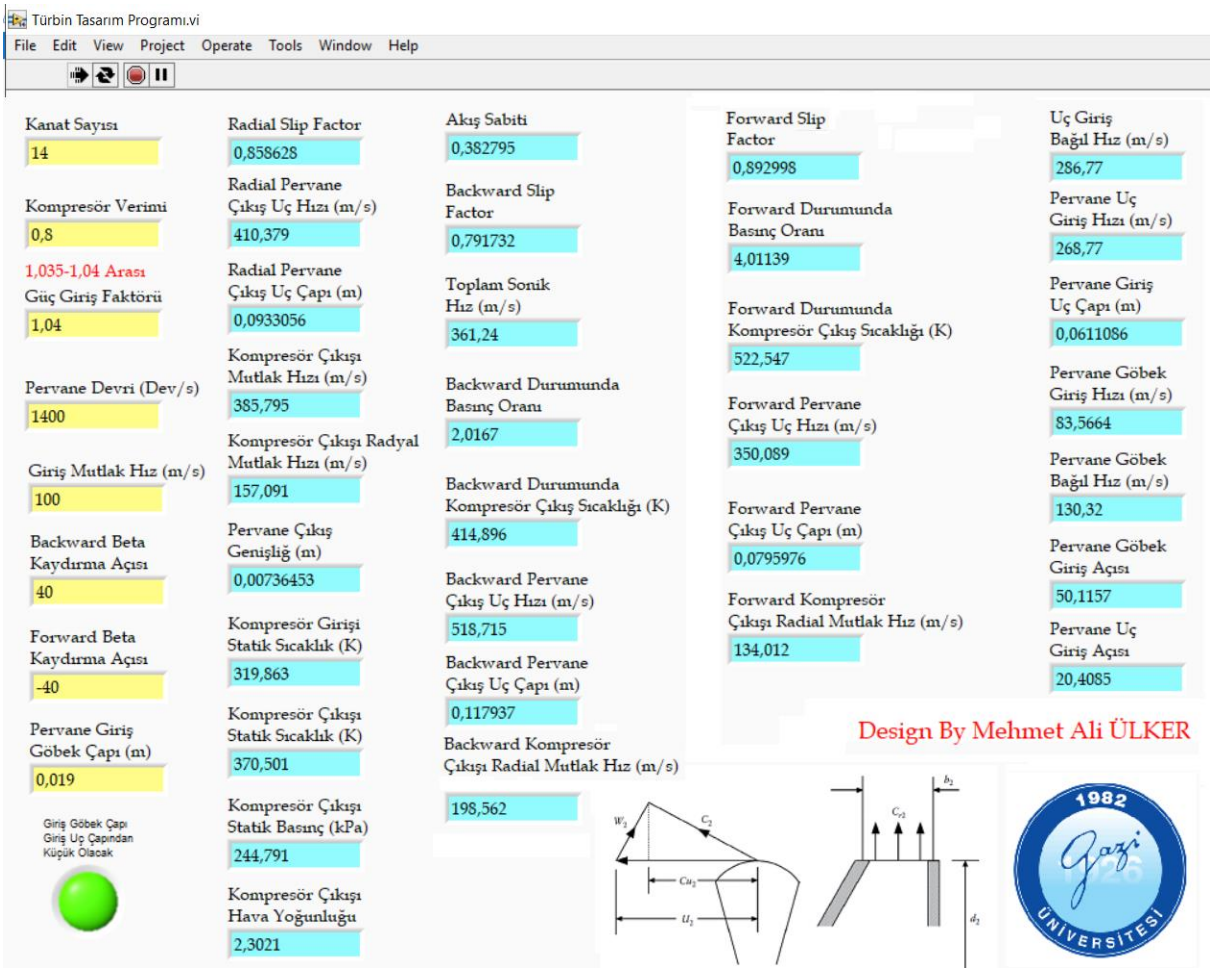
Pervane Göbek Bağıl Hız $W_{1G} = \sqrt{U_{1G}^2 + C_a^2} = 130$ m/s

Pervane Göbek Giriş Açısı $\beta_{1G} = \arctan(\frac{C_a}{U_{1G}}) = 50°$

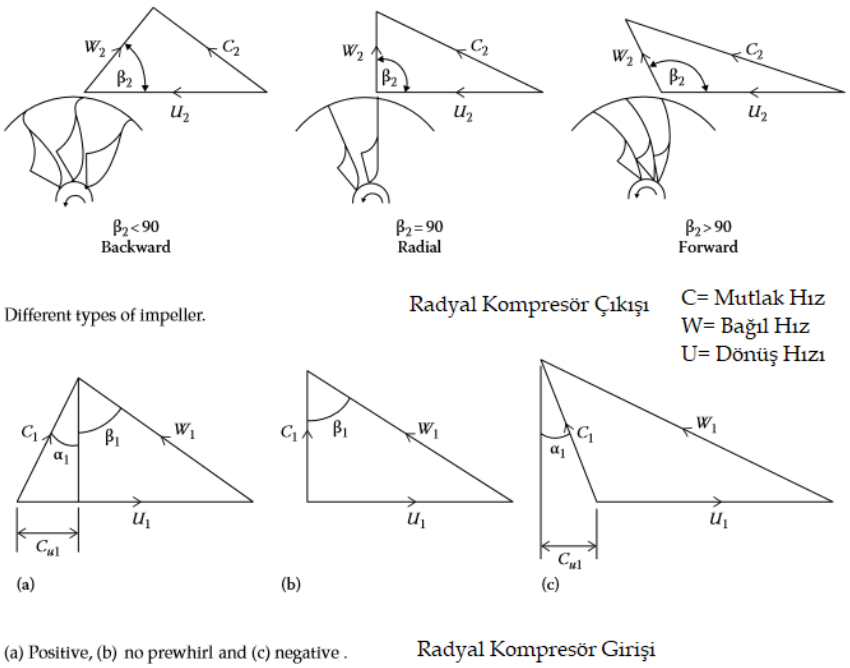
Pervane Uç Giriş Açısı $\beta_{1t} = \arctan(\frac{C_a}{U_{1t}}) = 20°$



Şekil-3: Labview Programında Ampirik Denklemler Kullanılarak Hazırlanan, Termodinamik Hesaplamaların Yapıldığı Türbin Tasarım Programının Ön Yüzü.

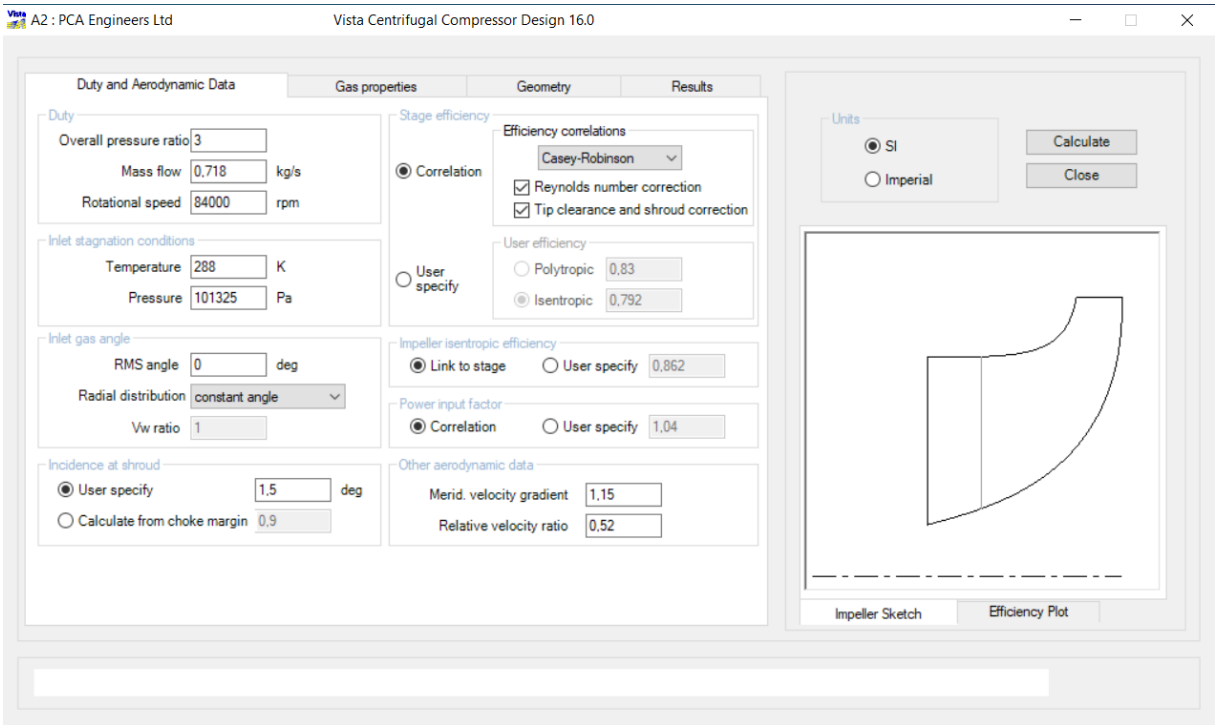


Şekil-4: Labview Programında Ampirik Denklemler Kullanılarak Hazırlanan, Aerodinamik Hesaplamaların Yapıldığı Türbin Tasarım Programının Ön Yüzü.

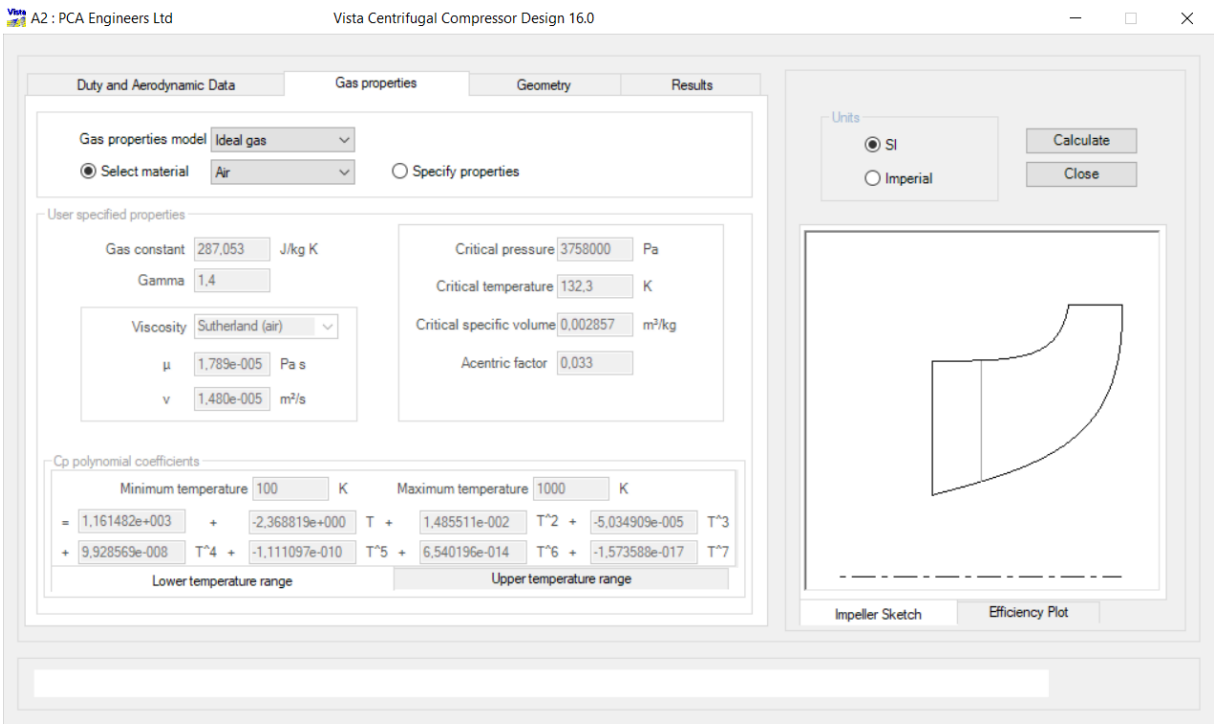


Şekil-5: Radyal Kompresör Giriş - Çıkış Hız Üçgenleri. (Ahmed F. El-Sayed, 2017) [2]

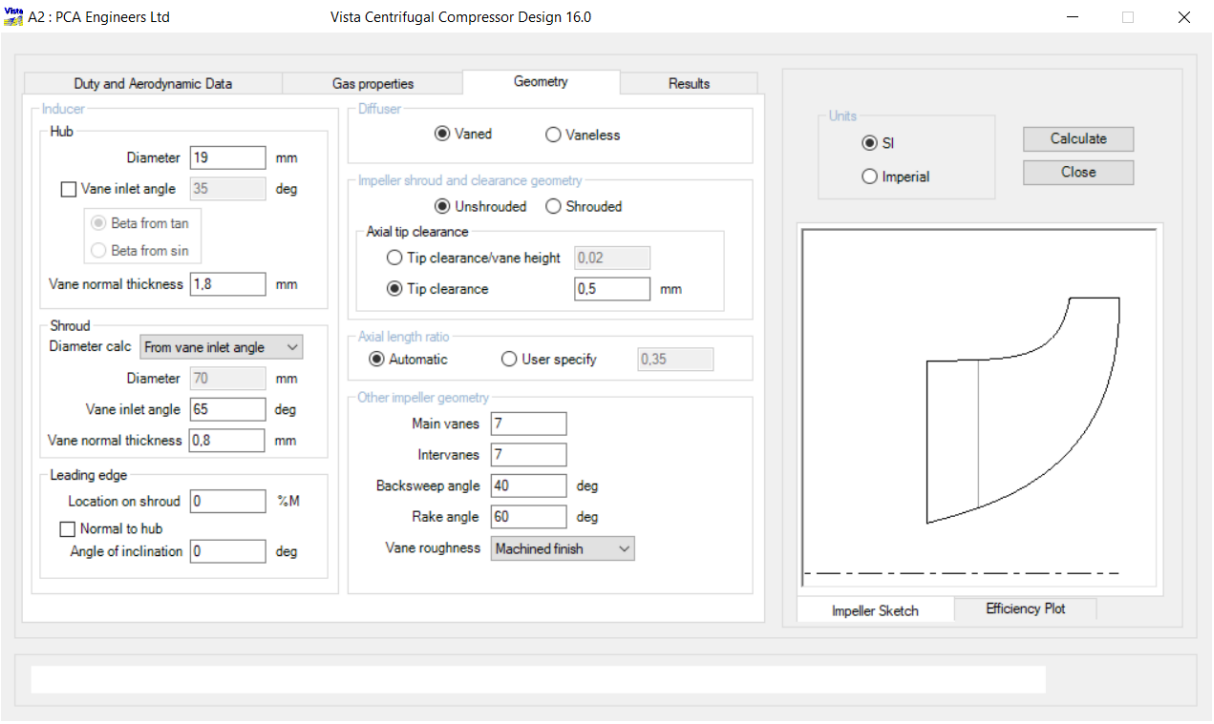
ANSYS VISTA CCD ve BLADEGEN MODÜLLERİ KULLANILARAK RADYAL KOMPRESÖR ÖN TASARIMININ YAPILMASI VE OPTİMİZASYONU



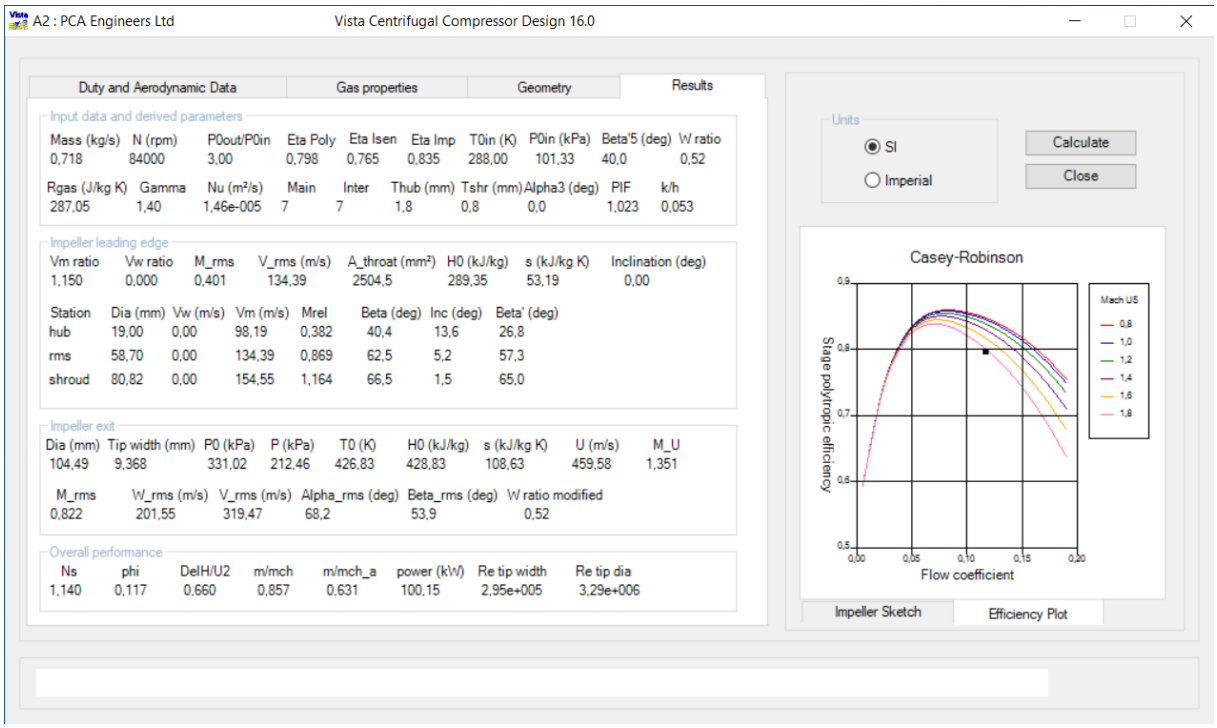
Şekil-6: Ansys CCD Radyal Türbin Tasarımı için Çalışma Koşullarının ve Aerodinamik Verilerin Girildiği Sayfa.



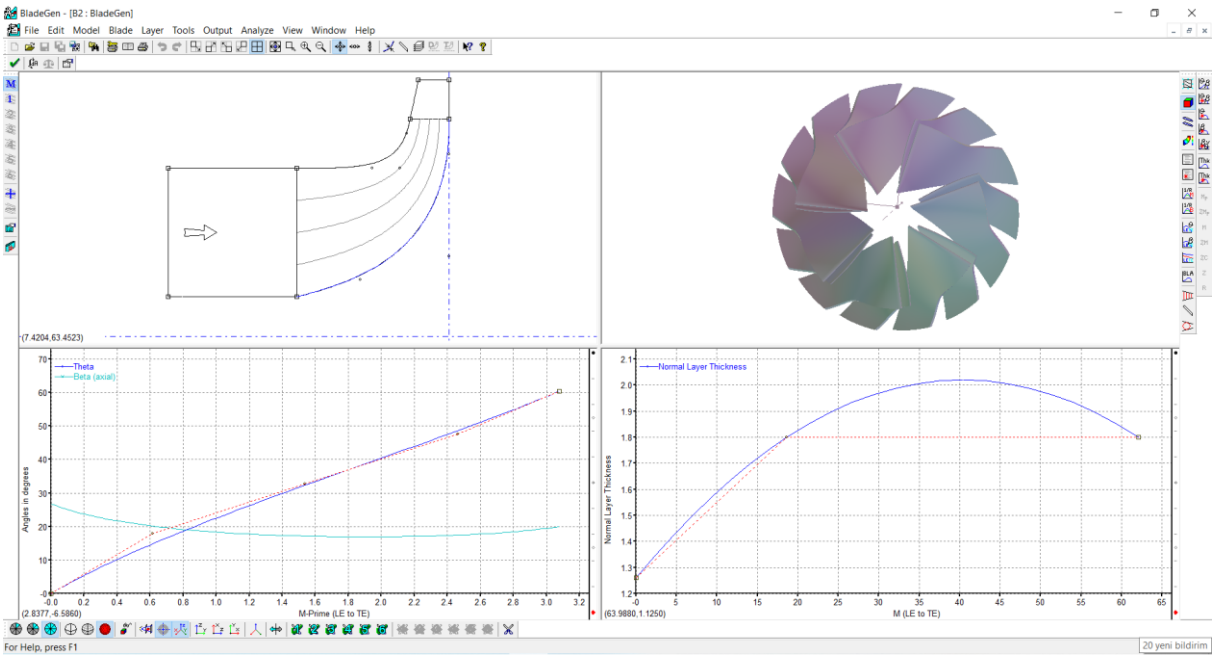
Şekil-7: Ansys CCD Radyal Türbin Tasarımı için Atmosfer Şartlarının Girildiği Sayfa.



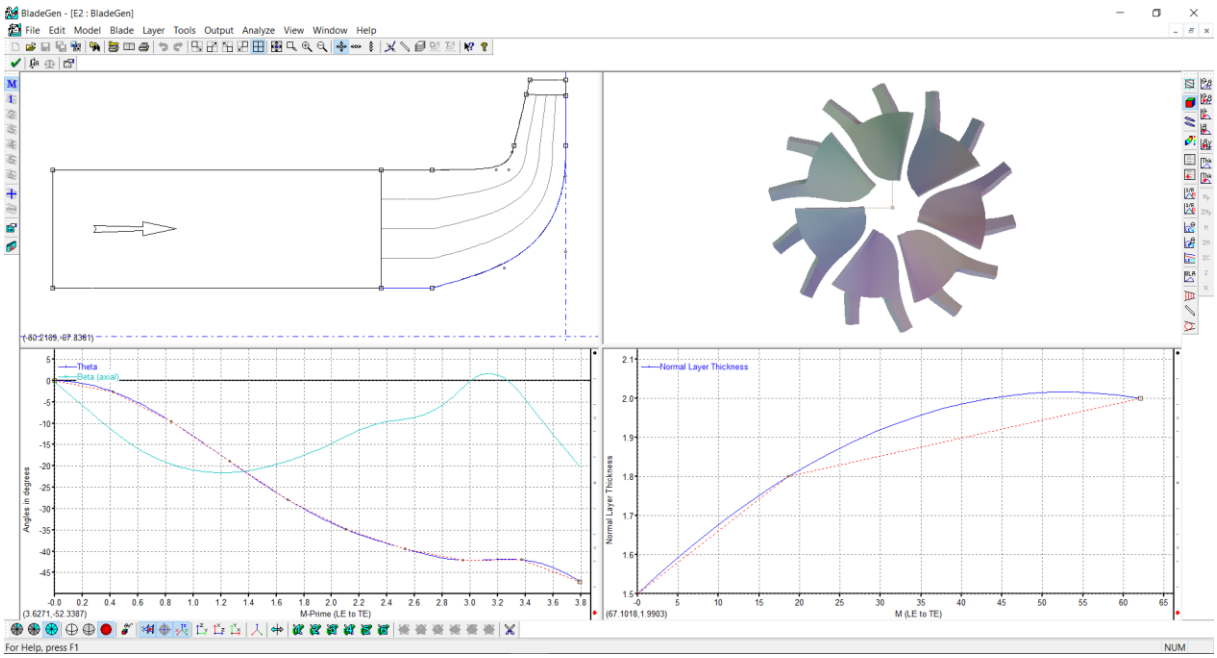
Şekil-8: Ansys CCD Radyal Türbin Tasarımı için Türbin Kanat Geometrilerinin Girildiği Sayfa.



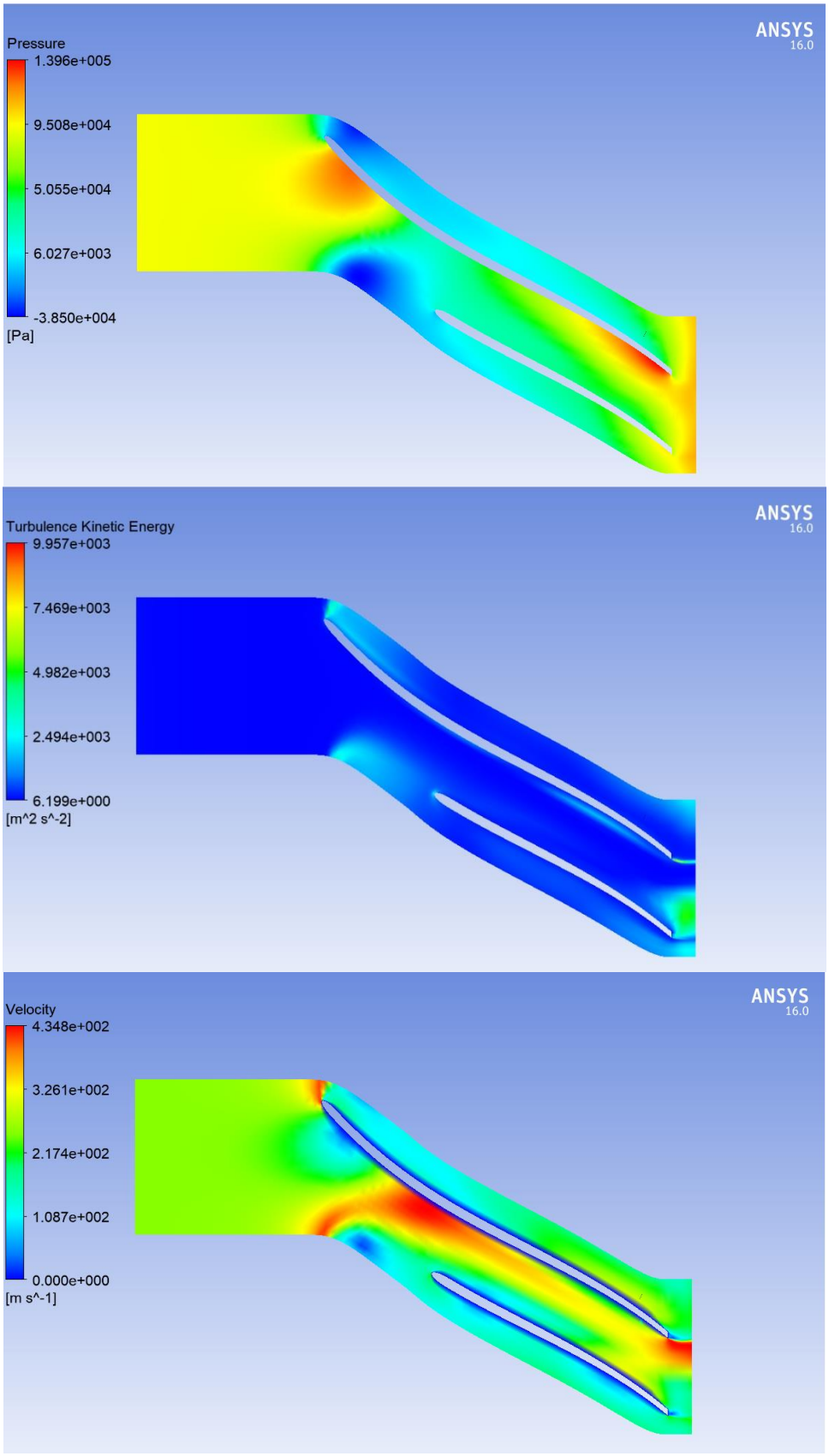
Şekil-9: Ansys CCD Radyal Türbin Tasarımı için Sonuç Sayfası.



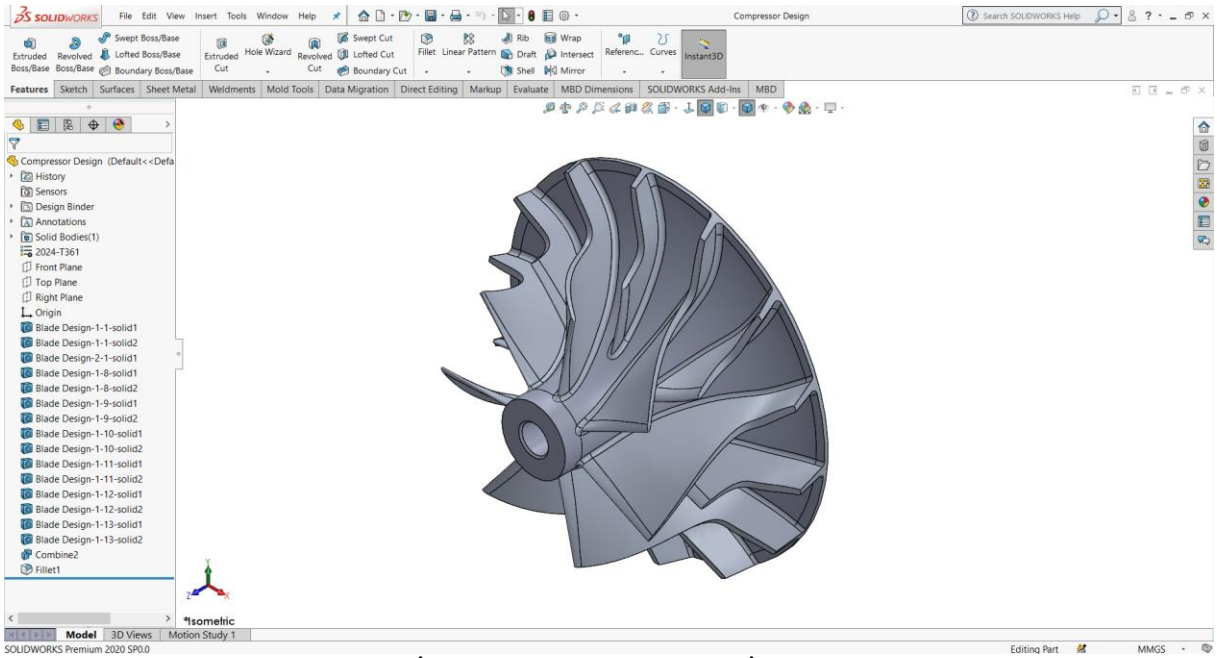
Şekil-10: Ansys Bladegen'de Radyal Kompresör Ön Tasarımının Hazırlanması.



Şekil-11: Ansys Bladegen'de Radyal Kompresörün, Entalpi Kayıplarını En Aza İndirmek ve Üretimini Kolaylaştırmak İçin Optimize Edilmesi.

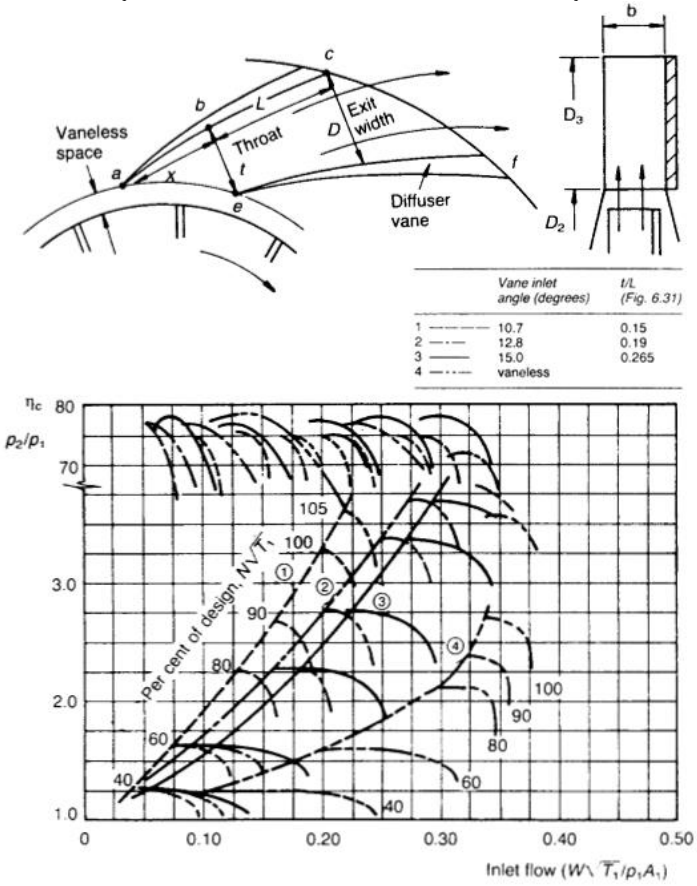


Şekil-12: Ansys Bladegen'de Optimize Edilen Radial Kompresör Kanatlarının CFX Analiz Sonuçları.



Şekil-13: Radyal Türbinin İmalat Resmini Hazırlamak İçin 3 Boyutlu Tasarımının Bitirilmesi.

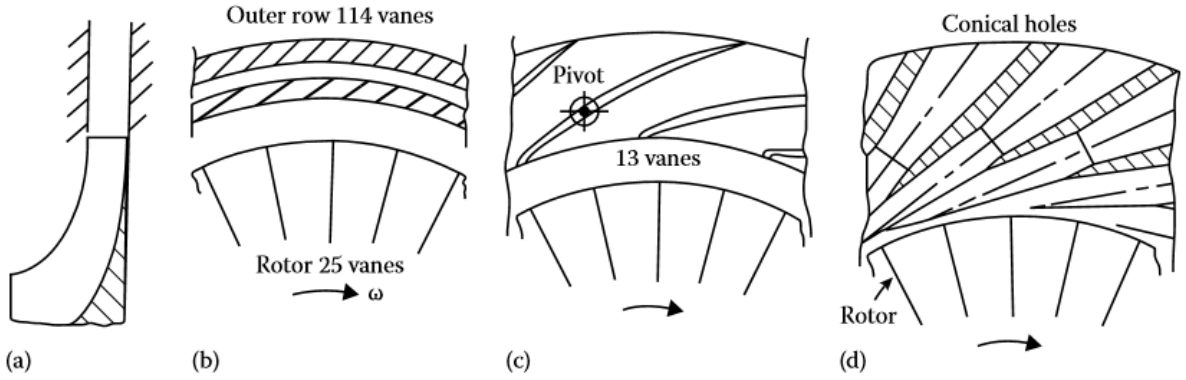
ANSYS Bladegen de Kanat Geometrisi (Impeller) Oluşturulan Radyal Kompresörün, 3D Çizim Programında Göbek (Hub), Giriş (Inlet) ve Çıkış (Outlet) Profillerinin Çizimi Yapılır. Böylece, Radyal Kompresörün İmalat Resmi İçin Gerekli Bütün Parametrelerine Ulaşılır..



Şekil-14: Kompresör Çıkışındaki Difizör Tasarım Parametreleri (R.K. Turton, 1995) [1]

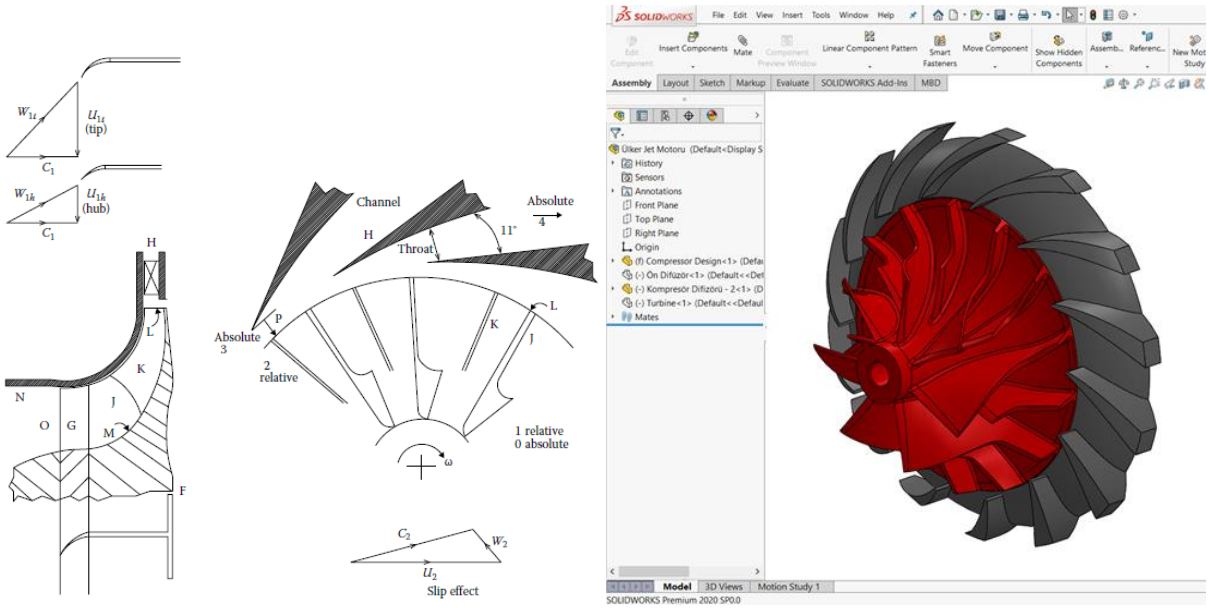
Radyal kompresöre ait geometriler oluşturulduktan sonra, sıkıştırılmış havanın çıkış açılarına bağlı olarak, difizör tasarımı yapılır. Gerek radyal kompresör imalatında gerekse difizör imalatında talaşlı

imalat sonucu yüzey kalitesinin durumu çok önem arz eder. Çünkü yüzey kalitesi ne kadar iyi olursa akışkanın yüzeyden geçerken sürtünme sonucu oluşan kaybı o kadar az olur. Bu da sistemin verimini etkiler. Ayrıca turbojet motorların boyutları küçüldükçe buna bağlı olarak Reynold sayıları da büyük oranda düşmektedir. Yapılan bir çalışmada Reynold sayısı120 000'den 2 000'e düşerse, verim kaybıda %10 kadar düşmektedir. (Casey, 1985) [3].



Different types of diffuser. (a) Vaneless, (b) cascade (2) rows, (c) vaned diffuser, and (d) pipe diffuser.

Şekil-15: Kompresör Çıkışı İçin Kullanılan Farklı Tipte Difizörler. (Ahmed F. El-Sayed, 2017) [2]



Şekil-16: Radyal Kompresör Çıkışı İçin Dikdörtgen Kesitli Difizör. (Ahmed F. El-Sayed, 2017) [2]

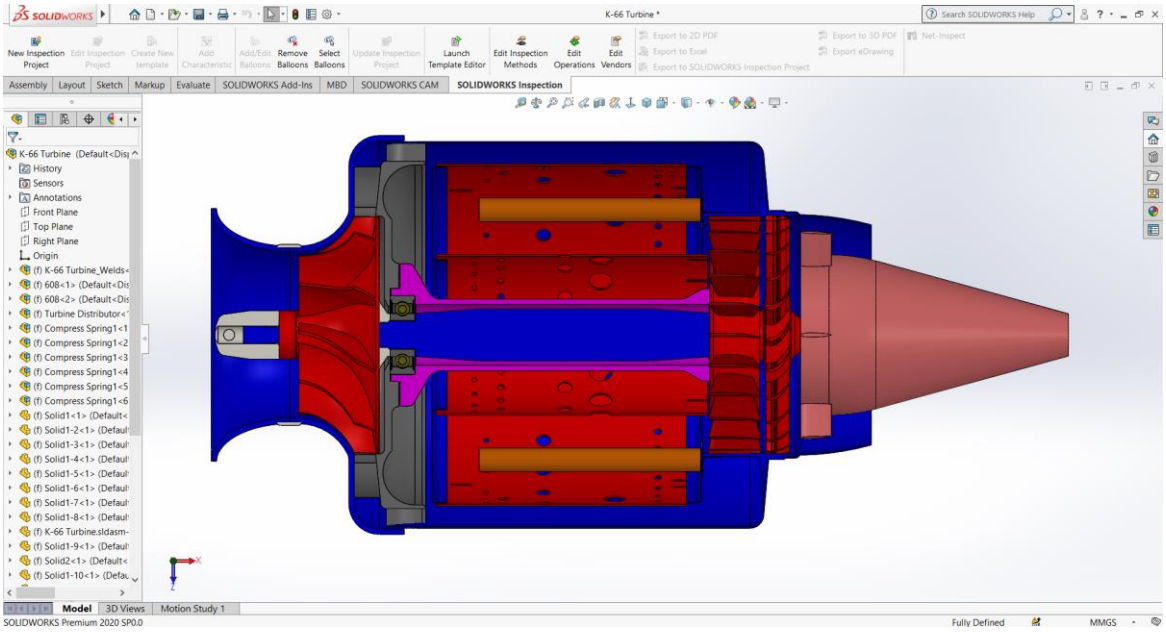
Radyal kompresörler için en verimli difizör tipi: Boru geçişli difizörlerdir. Bunların Isentropic verimi %85'in üzerindedir. (Ahmed F. El-Sayed, 2017) [2] Fakat bu difizörler büyük ölçekli, verimin azami olması istenildiği gaz türbinlerinde / turbojet motorlarda kullanılırlar. Dikdörtgen kesitli, genelde 11° kanatlar arası açıklığa sahip difizörlerin verimi de oldukça yüksek olup, sıkıştırılmış havanın yönlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir difizör çeşididir. 100 Kg ağırlığında, istihbarat amaçlı keşif yapacak ve görüntü alacak bir insansız hava aracı için ihtiyaç duyulan turbojet motorda, azami verimi sağlamak için kullanılacak en iyi difizör sistemi şekil-16 da gösterilmiştir.

YANMA ODASI TASARIMI

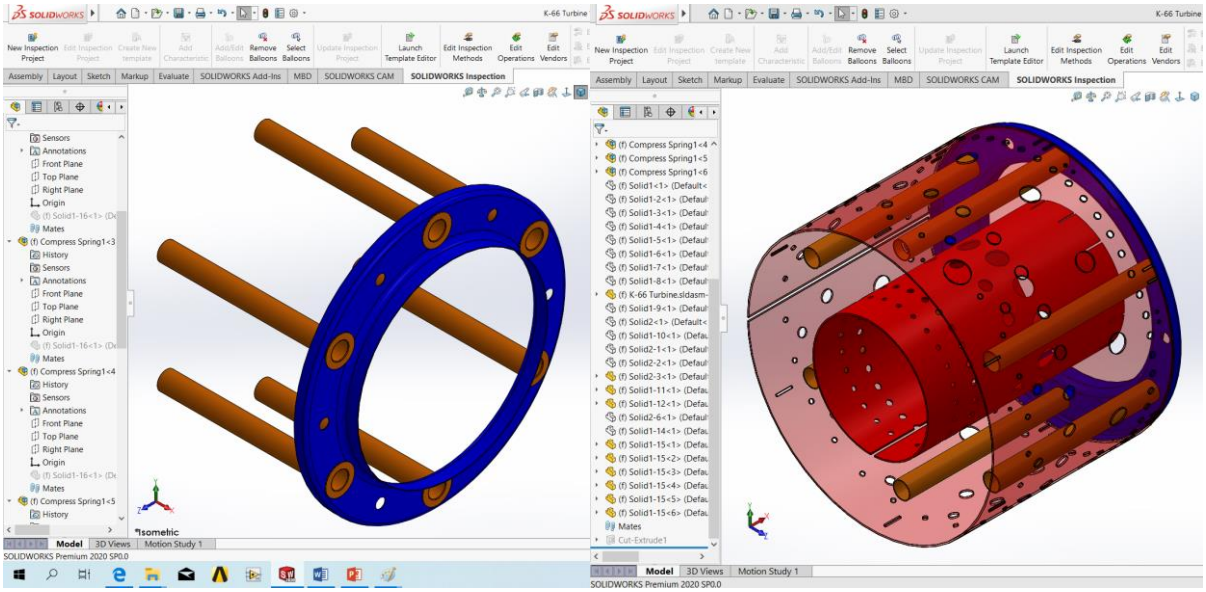
Yanma verimliliği; yakıt tüketimi, uçak menzili, yük kapasitesi ve işletme maliyeti üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Tasarım noktasında yanma veriminin mümkün olduğunca %100'e yakın olması zorunludur. Yanma verimliliği genellikler %99,5'ten fazla olmasına rağmen; tasarım dışı verimlilik kayıpları, emisyon kontrollerinin ve sınırlamalarının ortaya çıkması, yanma verimini biraz daha

düşürmektedir. Bu sınırlamalara rağmen yanma verimini %98,5'in üzerinde tutmak gerekiyor. (Gordon C. Oates, 1989) [4]

Modern yanma sistemlerini incelediğimizde, dairesel kesite sahip tek bir yakıcının türbine gaz sağladığı halka şeklindeki tasarım kullanılır. Bu tasarım yanma bölgesi homojenliği, tasarım basitliği, azaltılmış yüzey alanı ve daha kısa yanma odası gibi avantajlar sağlamıştır. (Gordon C. Oates, 1989) [4] Yanma odası yüzey alanının ve boyunun azalması, sistemin ağırlığının da azalmasını sağlar.



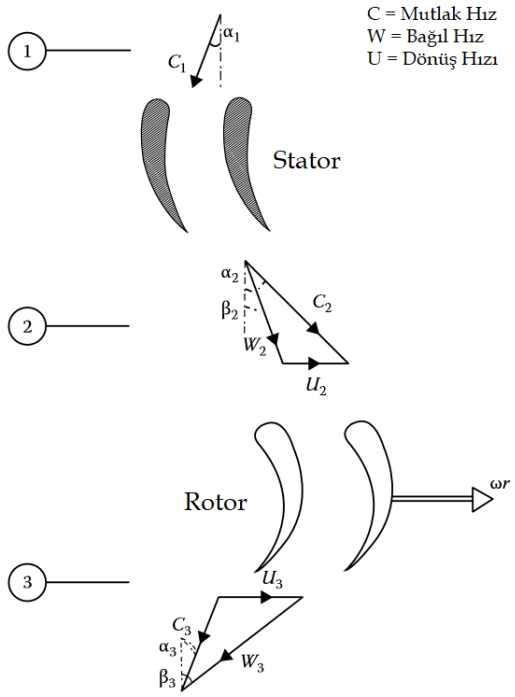
Şekil-17: Yanma Odasının ve Yakıt Enjektörünün Turbojet Motora Montajı



Şekil-18: Yanma Odasının ve Yakıt Enjektörünün Tasarımı

Turbojet motorun yanma odasına, 6 adet yakıt enjektörüyle buharlaşmış yakıt püskürtülür. Püskürtülen buharlaşmış yakıt, kompresör tarafından sıkıştırılmış havayla yanma odasında karışır. Turbojet motor gövdesinin dışına montajlanan ve ucu yanma odasında olan kızdırma bujisiyle yakıt tutuşturulur. Yanma odası tasarlanırken çevresine eşit açılarla delikler delinmelidir. Bu deliklerin görevi, verimli ve kararlı yanmayı sağlamak içindir. Ayrıca yanma odasındaki delikler yanma odası çeperlerinin soğuma hızını artırır, hava akışını homojen hale getirir ve yanmış gazın daha uygun sıcaklık dağılımıyla türbin statoruna girmesini sağlar. Yanma odası tasarımı yapılırken kullanılacak malzemenin 1000°K'e

dayanabilmesi istenir. Bu nedenle piyasada bulunabilirliği olan ve bu yüksek sıcaklıklara dayanabilecek olan bir malzemenin seçilmesi gerekir. Küçük turbojet motorlar için en ideal malzeme AISI 304'tür.



ÖRNEK EKSENEL TÜRBİN TASARIMI

Kütle Debisi (m) = 0,79 Kg/s
Türbinin Isentropik Verimi (η) = 0,8
Türbin Giriş Sıcaklığı (T_{01}) = 1000°K
Türbinin Giriş Çıkış Sıcaklık Farkı (ΔT_{0s}) = 148°K
Basınç Oranı ($\frac{P_{01}}{P_{03}}$) = 1,75
Türbin Giriş Basıncı (P_{01}) = 4,63
Türbin Devri (N)= 520 dev/s
Türbin Kanat Hızı (U) = 300 m/s
Sabit Basınçta Özgül Isı (Cp) = 1005 J/Kg.°K
Kanat Yükleme Katsayısı (γ) = 1,4
Akış Sabiti (ϕ) = 0,82
Türbin Çıkışı Mutlak Hızın Düşey Açısı (α3) = 15°
Stator Entalpi Kayıp Katsayısı (λ_N) = 0,05
İdeal Gaz Sabiti = 287 J/Kg.°K

Sıcaklık Düşme Katsayısı $\psi = \frac{2.C_p.\Delta T_{0s}}{U^2} = 3{,}305$

Tür. Çık. Bağıl Hızın Düşey Açısı tan. $\tan\beta_3 = \tan\alpha_3 + \frac{1}{\phi} \dots\dots\dots \tan\beta_3 = 1{,}487$

Reaksiyon Derecesi $\tan\beta_3 = \frac{1}{2\phi}.\left(\frac{\psi}{2} + 2R\right) \dots$ Denklemden $R = 0{,}393$

Türbin Çıkışı Bağıl Hızın Düşey Açısı $\beta_3 = 56°$

Stator Çıkışı Bağıl Hızın Düşey Açısı $\tan\beta_2 = \frac{\phi}{2} + \left(\frac{\psi}{2} - 2R\right) \dots$ Denklemden $\beta_2 = 27°$

Stator Çıkışı Mutlak Hızın Düşey Açısı $\tan\alpha_2 = \tan\beta_2 + \frac{1}{\phi} \dots$ Denklemden $\alpha_2 = 60°$

Stator Çıkışı Mutlak Hızın Düşey Bileşeni $C_{a2} = U.\phi = 246$ m/s
Türbin Çıkışı Mutlak Hızın Düşey Bileşeni $C_{a2} = C_{a3} = C_a = 246$ m/s

Stator Çıkışı Mutlak Hız $C_2 = \frac{C_{a2}}{Cos\alpha_2} = 495\ m/s$

Stator Çıkışı Dinamik Statik Sıcaklık Farkı $T_{02} - T_2 = \frac{C_2^2}{2.C_p} = 122°K$

Stator Çıkışı Dinamik Sıcaklık $T_{02} = T_{01} = 1000°K$

Stator Çıkışı Statik Sıcaklık $T_{02} - T_2 = 122°K$ ..... Eşitliğinden $T_2 = 878°K$

Şok Durumunda Stator Çıkışı Statik Sıcaklık Farkı $T_2 - T_2' = \lambda_N . \frac{C_2^2}{2.C_p} = 6°K$

Şok Durumunda Stator Çıkışı Statik Sıcaklık $T_2' = 872°K$

Şok Durumunda Stator Çıkışı Statik Basınç $\frac{P_{01}}{P_2} = (\frac{T_{01}}{T_2'})^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ ... Bu Denklemden $P_2 = 2,86$

Stator Çıkışı Yoğunluk $\rho_2 = \frac{P_2}{R.T_2} = 1,13\ Kg/m^3$

Stator Çıkışı Alan $A_2 = \frac{m}{\rho_2.C_{a2}} = 0,0028\ m^2$

Stator Boğaz Alanı $A_{2N} = \frac{m}{\rho_2.C_2} = 0,0014\ m^2$

Türbin Çıkışı Mutlak Hız $C_{a1} = C_1 = C_3 = \frac{C_{a3}}{Cos\alpha_3} = 254\ m/s$

Stator Girişi Statik Sıcaklık $T_1 = T_{01} - \frac{C_1^2}{2.C_p} = 967°K$

Stator Girişi Statik Basınç $\frac{P_1}{P_{01}} = (\frac{T_1}{T_{01}})^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ ... Bu Denklemden $P_1 = 4,12$

Stator Girişi Yoğunluk $\rho_1 = \frac{P_1}{R.T_1} = 1,48\ Kg/m^3$

Stator Giriş Alanı $A_1 = \frac{m}{\rho_1.C_{a1}} = 0,002\ m^2$

Türbin Çıkışı Dinamik Sıcaklık $T_{03} = T_{01} - \Delta T_{0s} = 852\ °K$

Türbin Çıkışı Statik Sıcaklık $T_3 = T_{03} - \frac{C_3^2}{2.C_p} = 819\ °K$

Türbin Çıkışı Statik Basınç $\frac{P_3}{P_{03}} = (\frac{T_3}{T_{03}})^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ ... Bu Denklemden $P_3 = 2,31$

Türbin Çıkışı Yoğunluk $\rho_3 = \frac{P_3}{R.T_3} = 0,98\ Kg/m^3$

Türbin Çıkış Alanı $A_3 = \frac{m}{\rho_3.C_{a3}} = 0,003\ m^2$

Türbin Merkez Çapı $r_m = \frac{U}{2.\pi.N} = 0,0918\ m$

Stator Girişi Kanat Yüksekliği $h_1 = \frac{A_1}{2.\pi.r_m} = 0,0036\ m$

Stator Girişi Kanat Uç Çapı $r_{t1} = r_m + \frac{h_1}{2} = 0,0936\ m$

Stator Girişi Kanat Göbek Çapı $r_{r1} = r_m - \frac{h_1}{2} = 0,09\ m$

Stator Çıkışı Türbin Girişi Kanat Yük. $h_2 = \frac{A_2}{2.\pi.r_m} = 0,0048\ m$

Stator Çıkışı Türbin Girişi Kanat Uç Çapı $r_{t2} = r_m + \frac{h_2}{2} = 0,0942\ m$

Stator Çıkışı Tür. Girişi Kanat Göbek Çapı $r_{r2} = r_m - \frac{h_2}{2} = 0,0894\ m$

Türbin Çıkışı Kanat Yüksekliği $h_3 = \frac{A_3}{2.\pi.r_m} = 0{,}0056\ m$

Türbin Çıkışı Kanat Uç Çapı $r_{t3} = r_m + \frac{h_3}{2} = 0{,}0946\ m$

Türbin Çıkışı Kanat Göbek Çapı $r_{r3} = r_m - \frac{h_3}{2} = 0{,}089\ m$

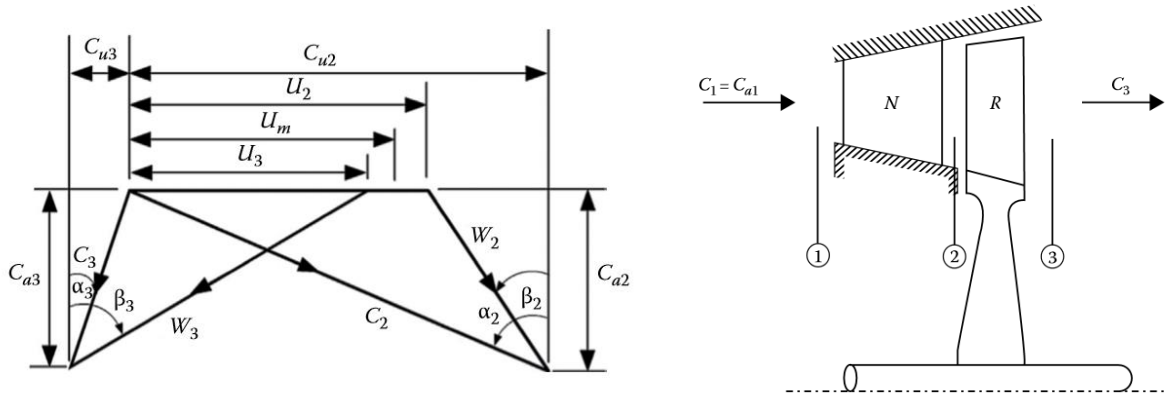
Ortalama türbin Kanat Yüksekliği $h = \frac{h_2 + h_3}{2} = 0{,}0052\ m$

Türbin Kanat Genişliği $w = \frac{h}{3} = 0{,}0017\ m$

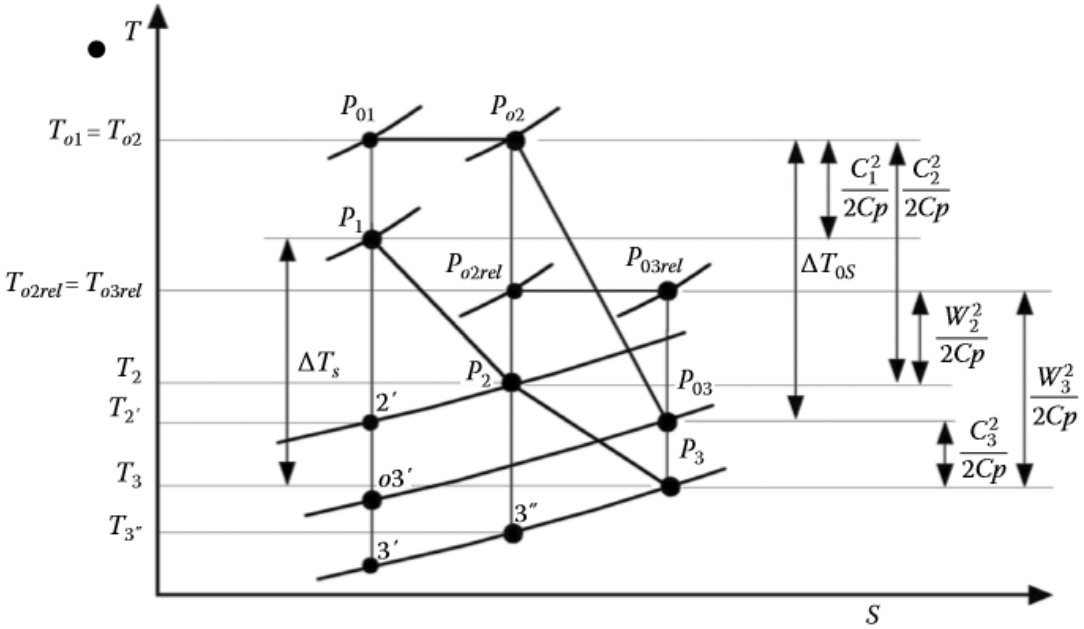
Türbinle Stator Arasındaki Açıklık $w_{Boş} = 0{,}25\ .\ w = 0{,}0004 m$

Entalpi Kaybına Bağlı Türbin Çıkışı Statik Sıcaklık $\frac{T_2}{T_3^{''}} = (\frac{P_2}{P_3})^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ ...Denkleminden $T_3^{''} = 825°K$

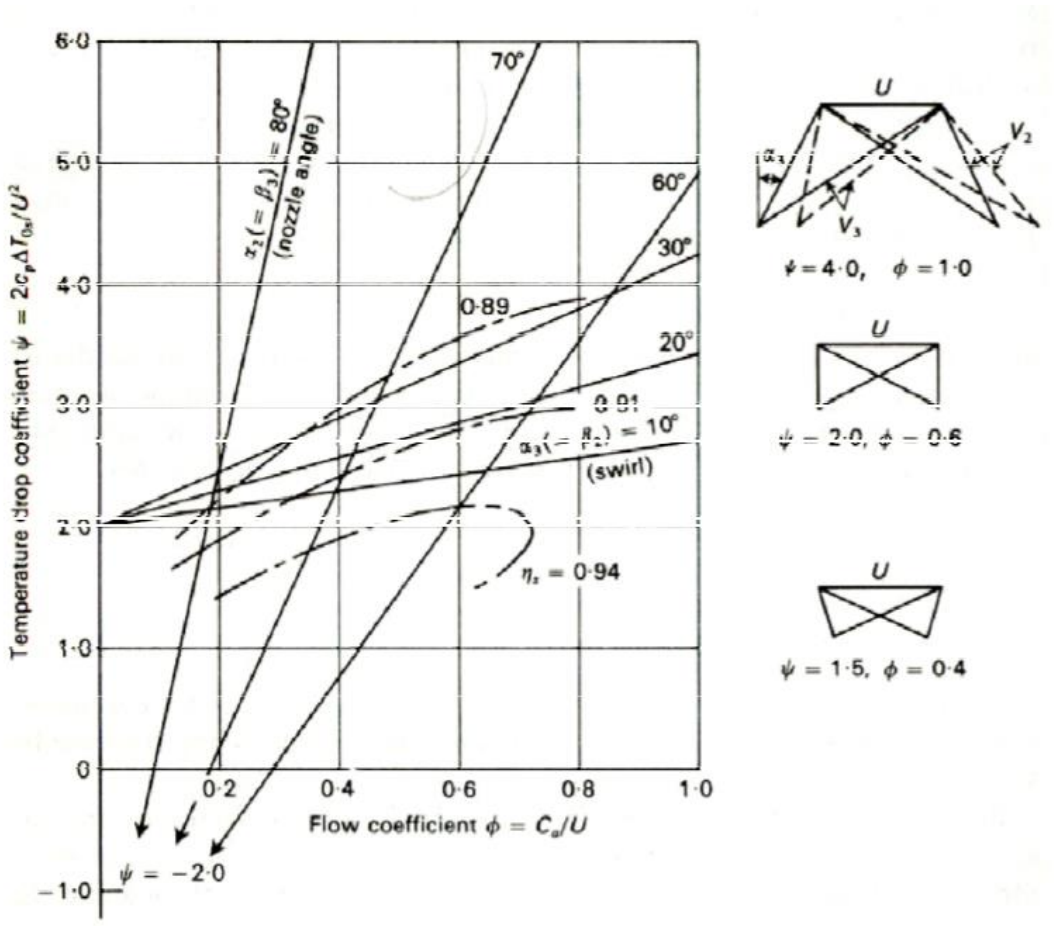
Türbin Ucundaki Bağıl Hız $W_3 = \frac{C_{a3}}{Cos\beta_3} = 440\ m/s$



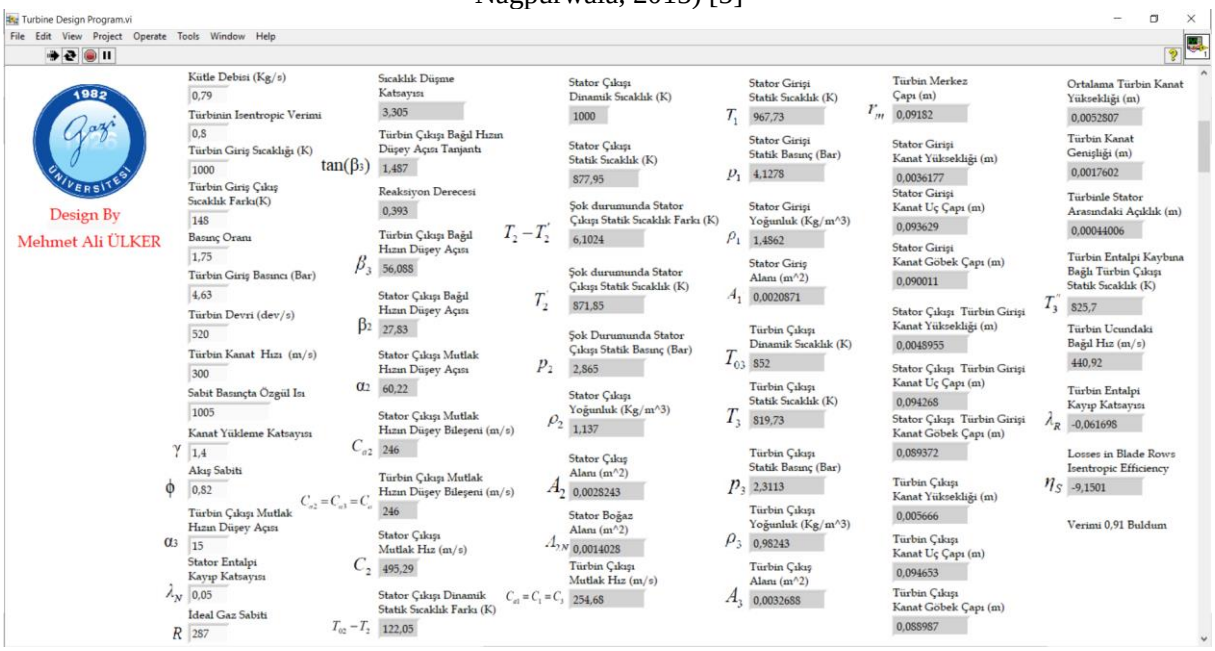
Şekil-19: Eksenel Türbinde Hız Üçgenlerinin Oluşumu (Ahmed F. El-Sayed, 2017) [2]



Grafik-1: Eksenel Türbinde [Stator Girişi – Türbin (Rotor) Çıkışı] Sıcaklık-Entropi Grafiği (Ahmed F. El-Sayed, 2017) [2]



Grafik-2 : Sıcaklık Düşme Katsayısına Bağlı Olarak Akış Sabitinin Tayin Edilmesi (Prof. Dr. Q. H. Nagpurwala, 2015) [5]



Şekil-20: Labview Programında Ampirik Denklemler Kullanılarak Hazırlanan, Termodinamik ve Aerodinamik Hesaplamaların Yapıldığı Türbin Tasarım Programının Ön Yüzü.

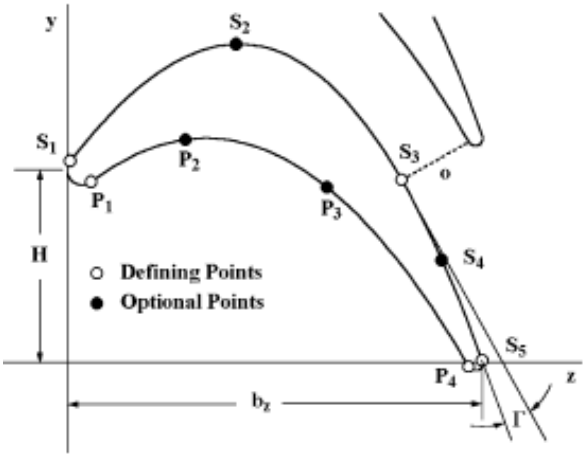


FIGURE 7-2. Airfoil Profile Definition

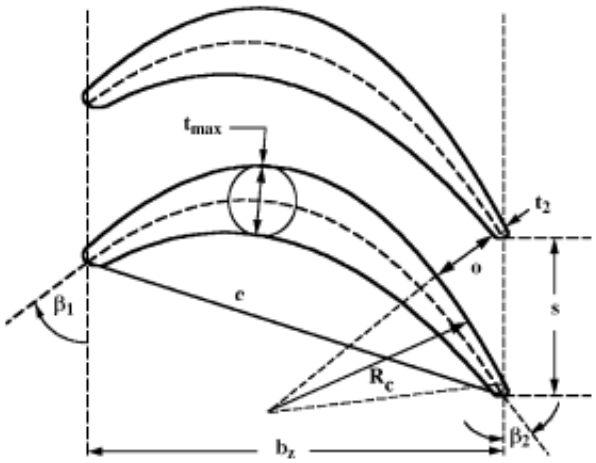


FIGURE 4-1. Blade Row Geometry

Şekil-21: Eksenel kanat profilinin oluşturulmasıyla ilgili Ronald H. Aungier'in kitabında şekildeki referans noktaları verilmiştir. (Ronald H. Aungier, 2005) [6]

Yukarıdaki referans noktaları için ampirik denklemler kullanılarak P1,P4,S1,S3 ve S5 noktaları bulunur, P2, P3, S2, S4 noktalarından geçecek şekilde bu noktalar bir eğriyle birleştirilir. Ortaya çıkan şekil eksenel türbin kanat profili için kullanılabilinir. Bir başka yöntemde giriş-çıkış açılarını tanımlayarak eksenel türbin kanat profili çizmektir.

$$H = c\cos\gamma + R_1\cos\beta_1 - R_2\cos\beta_2$$

$$z_1 = R_1(1-\sin\beta_1)$$

$$y_1 = H - R_1\cos\beta_1$$

$$z_2 = b_z - R_2(1-\sin\beta_2)$$

$$y_2 = -R_2\cos\beta_2$$

$$z_{P1} = R_1[1+\cos(\beta_1+\Delta\beta_1/2)]$$

$$y_{P1} = H - R_1\sin(\beta_1+\Delta\beta_1/2)$$

$$y'_{P1} = \tan(\pi/2-\beta_1-\Delta\beta_1/2)$$

$$z_{P4} = b_z - R_2[1+\cos(\beta_2+\Delta\beta_2/2)]$$

$$y_{P4} = -R_2\sin(\beta_2+\Delta\beta_2/2)$$

$$y'_{P4} = \tan(\beta_2+\Delta\beta_2/2-\pi/2)$$

$$z_{S1} = R_1[1-\cos(\beta_1-\Delta\beta_1/2)]$$

$$y_{S1} = H + R_1\sin(\beta_1-\Delta\beta_1/2)$$

$$y'_{S1} = \tan(\pi/2-\beta_1+\Delta\beta_1/2)$$

$$z_{S3} = z_{P4} - o\cos(\Gamma+\beta_2-\Delta\beta_2/2)$$

$$y_{S3} = y_{P4} + s - o\sin(\Gamma+\beta_2-\Delta\beta_2/2)$$

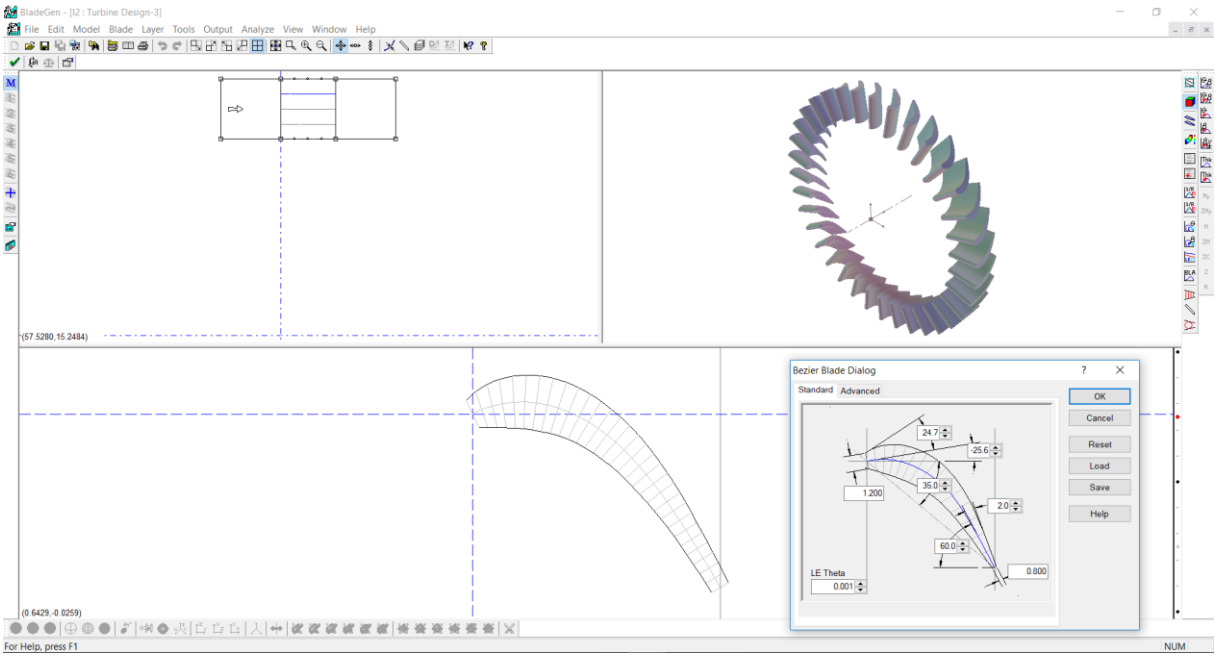
$$y'_{S3} = \tan(\Gamma+\beta_2-\Delta\beta_2/2-\pi/2)$$

$$z_{S5} = b_z - R_2[1-\cos(\beta_2-\Delta\beta_2/2)]$$

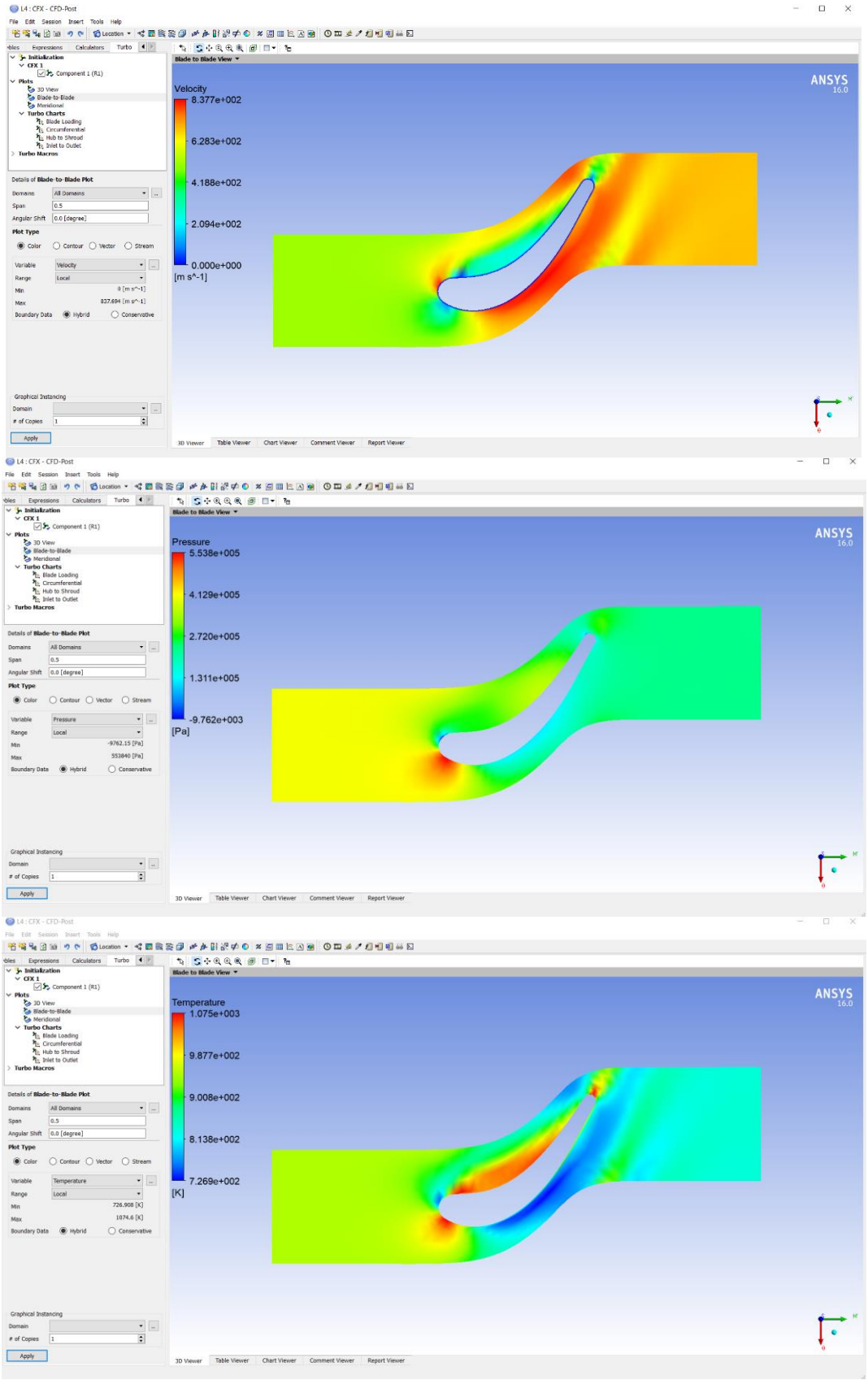
$$y_{S5} = R_2\sin(\beta_2-\Delta\beta_2/2)$$

$$y'_{S5} = \tan(\beta_2-\Delta\beta_2/2-\pi/2)$$

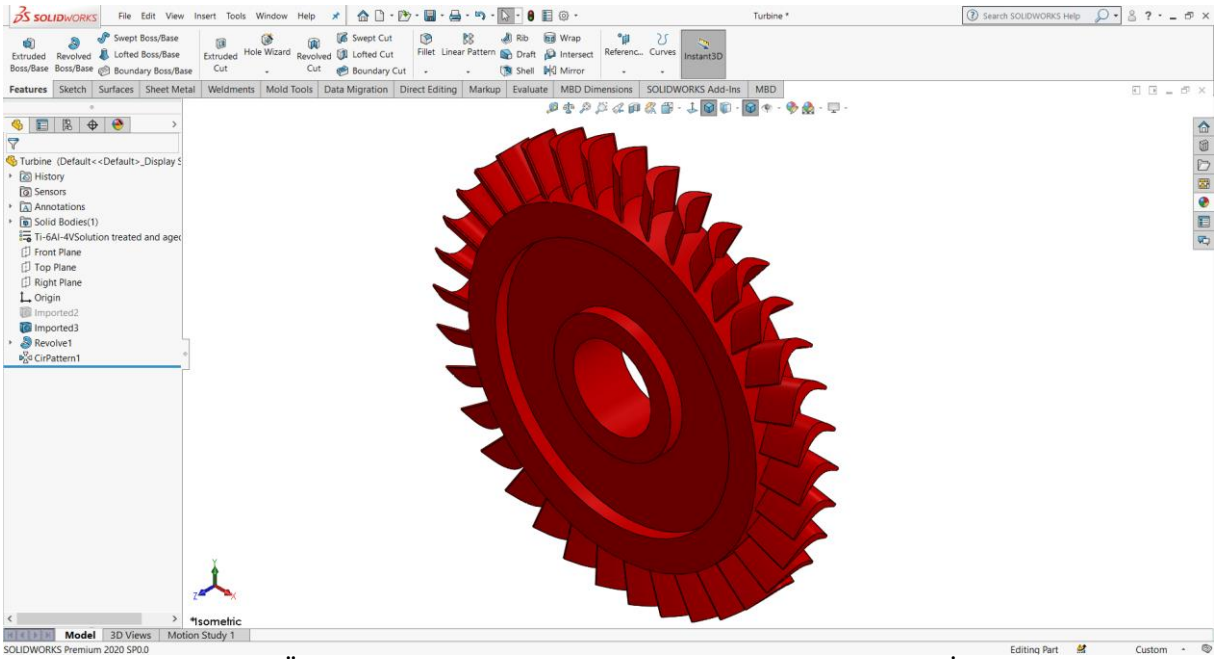
Şekil-22: Eksenel kanat profilinin oluşturulmasıyla ilgili Ronald H. Aungier'in kitabında, referans noktaları bulmak için ampirik denklemler verilmiştir. (Ronald H. Aungier, 2005) [6]



Şekil-23: Labview Programında Bulunan Parametrelerin, Ansys Bladegen'de Giriş Parametresi Olarak Kullanılması ve Eksenel Türbin Ön Tasarımının Yapılması.

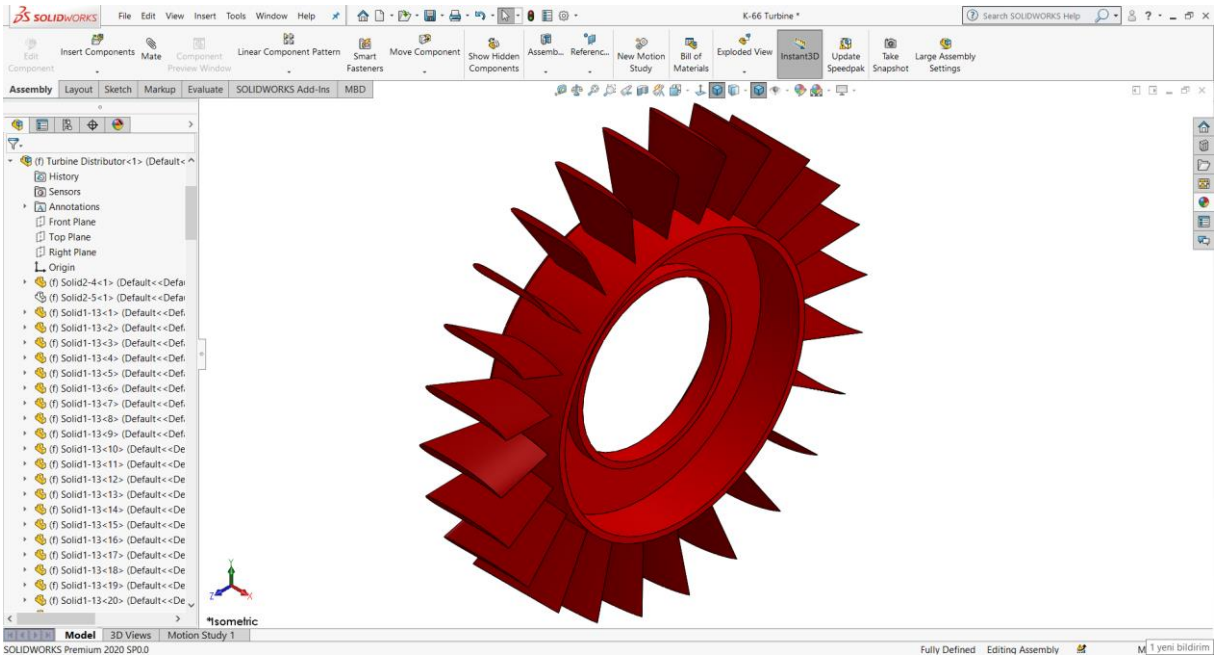


Şekil-24: Ansys Bladegen'de Optimize Edilen Türbin Kanatlarının CFX Analiz Sonuçlar



Şekil-25: Ansys'de Ön Tasarımı Yapılan Eksenel Türbinin 3D Programında İmalata Hazır Hale Getirilmesi.

s



Şekil-26: Labview Programında Bulunan Parametrelerin, Solid Works Programında Giriş Parametresi Olarak Kullanılması ve Eksenel Türbin İçin Stator Tasarımının Yapılması.

SONUÇ

Kanat profillerinin oluşturulmasında, ANSYS Bladegen modülünden elde edilen tasarım parametreleri kullanılmıştır. Tasarımın iyileştirilmesinde, LABVIEW modeli ile ANSYS tabanlı modüller birlikte kullanılarak, en verimli radyal kompresör ve eksenel türbin kanat profilleri ile kanat tasarım ölçüleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, tek kademeli radyal kompresör ve eksenel türbin, giriş/çıkış nozülleri ön tasarımları oluşturulmuş ve detaylı analiz için gerekli 3-B'lu geometriler hazırlanmıştır. Bu çalışma tek kademeli turbojet motoru için hazırlanmış olsa da, birden fazla kademeye sahip turbojet tasarımında da kullanmak mümkündür. Çünkü kullanılan denklemler ve analitik çözümler birbirini tekrarlayan tarzdadır. Aynı şekilde kanat profillerini oluşturan parametrelerde birbirlerinden bağımsız değildir.

TEŞEKKÜR

Bize makale hazırlama imkanı veren IMASCON' a ve makale hazırlama aşamasında desteklerinden dolayı eşime ve kızıma teşekkürü bir borç bilirim.

KAYNAKÇA

1. R.K. Turton (1995). Principles of Turbomachinery. Hong Kong: Chapman & Hall
2. Ahmed F. El Sayed (2017). Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines. Florida: CRC Press
3. Casey, M.V. (1985). The Effects of Reynolds Number on the Efficiency of Centrifugal Compressor Stages, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Cilt 107, s. 541-548,
4. Gordon C. Oates (1989), Aircraft Propulsion Systems Technology and Design. Washington: AIAA EDUCATION SERIES
5. Prof. Dr. Q.H. Nagpurwala (2015), Design of Axial Flow Turbine. Bengaluru: Ramaiah School of Advanced Studies
6. Ronald H. Aungier (2005). Turbine Aerodynamics Axial-Flow and Radial-Inflow Turbine Design and Analysis. New York: ASME PRESS

ANTİBAKTERİYEL PAMUKLU KUMAŞ ELDESİ İÇİN FENOLİK BİLEŞİK UYGULAMASI

Numan HARIMDAR
Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Tekstil Mühendisliği
numanharimdar_20@hotmail.com Orcid: 0000-0002-4620-1874

Emel SESLİ ÇETİN
Süleyman Demirel Üniversitesi / Tıp Fakültesi / Temel Tıp Bilimleri Bölümü
emelcetin@sdu.edu.tr Orcid: 0000-0001-5231-3824

Yasemin CEZAROĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi / Tıp Fakültesi / Temel Tıp Bilimleri Bölümü
yaseminmetin@sdu.edu.tr Orcid: 0000-0001-6433-3726

Özet
Günümüzde tekstil alanında kullanılan eko tekstiller ve çevreyi korumanın önemli hale gelmesi ile tekstil alanında kullanılan kimyasallara ve ağır metallere karşı endişeler artmaktadır. Bu yüzden tekstil boyamacılığında ve bitim işlemlerinde doğal ürünler üzerine araştırmalar artmıştır. Bu çalışmada, şarap ve üzüm suyu işletmelerinin atık maddesi olarak açığa çıkan üzüm çekirdeğinin antibakteriyel özelliğinin tekstil materyaline aktarılmasının etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Üzüm çekirdeğinden elde edilen fenolik bileşikler farklı oranlarda pamuklu kumaşa emdirme yöntemi ile uygulanmıştır. Fenolik bileşiklerinin kumaş üzerindeki varlığını tespit etmek için SEM ve FTIR analizleri yapılmıştır. Daha sonra antibakteriyel bitim işlemi uygulanan kumaşlara *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı AATCC 100 antibakteriyel testleri uygulanmıştır. Bitim işlemleri sonucunda pamuklu kumaşlara antibakteriyel etkinlik kazandırıldığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda flotte konsantrasyonu azaldıkça antibakteriyel aktivitenin azaldığı görülmüştür. Yıkamalar sonucunda ise antibakteriyel etkinliğin yıkama sayısına bağlı olarak azaldığı ve kaybolduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel Tekstil, Pamuklu Kumaş, Üzüm Çekirdeği, Fenolik Bileşikler

PHENOLIC COMPOUND APPLICATION FOR OBTAINING ANTIBACTERIAL COTTON FABRIC

Abstract
Nowadays, with the increasing importance of eco textiles used in the textile field and protecting the environment, concerns are increasing against chemicals and heavy metals used in the textile field. Therefore, research on natural products has increased in textile dyeing and finishing processes. In this study, we aimed to investigated the antibacterial effectiveness of transferring the antibacterial properties of grape seeds, which are released as wastes of wine and grape juice enterprises, to the textile material. Phenolic compounds obtained from grape seeds were applied to cotton fabric in different proportions by impregnation method. SEM and FTIR analyzes were performed to determine the presence of phenolic compounds on the fabric. Then, AATCC 100 antibacterial tests against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria were applied on the fabrics with antibacterial finishing. As a result of finishing processes, it was determined that cotton fabrics were brought antibacterial activity. Also, antibacterial activity has been shown to decrease as the concentration of the liquor decreases. As a result of the washes, it was determined that the antibacterial activity decreased and disappeared depending on the number of washes.

Keywords: Antibacterial Textile, Cotton Fabric, Grape Seeds, Phenolic Compound

1. GİRİŞ

Dünyada hijyen ve sağlık kurallarına uyma konusuna verilen önem giderek artmaktadır. Buna paralel olarak hastane ortamında kullanılan önlük, bone, maske gibi medikal giysilerde; hasta örtüleri, çarşaflar, personel giysileri gibi toplu kullanım malzemelerinde ve insanların rahatça yaşayabilmeleri

ve maksimum verimle çalışabilmeleri için gerekli olan kişisel materyallerde antibakteriyel özelliğin olması istenmektedir. Çünkü tekstil materyalleri, geniş yüzey alanı, besin ve nem tutma özelliğine sahip olduğundan mikroorganizmalar tekstil yüzeyine tutunarak yaşamsal faaliyetlerine devam edebilmekte ve kullanıcıyı hasta edebilmektedir. Bunun yanında mikroorganizmalar tekstil materyali ile taşınarak bulaşıcı hastalıklara da neden olabilmektedir. Ayrıca lifler üzerinde hızla gelişen mikroorganizmalar, mukavemet, tutum ve fonksiyonel özelliklerde kayıplara, küflenmelere, kötü kokulara, görüntü ve renk bozukluklarına, kalıcı lekelere, dolayısıyla ürün kullanım ömrünün azalmasına neden olabilmektedir.

Dünyada mikroorganizmaları yok edebilen binlerce antibakteriyel madde mevcuttur. Genellikle kurşun, arsenik, kalay, gümüş, civa gibi ağır metal olan bu maddeler, insana ve çevreye karşı toksik olabilecekleri için kullanımları sınırlandırılmıştır (Lindemann 2000, Mucha vd., 2002). Antibakteriyel özellik için kullanılan ağır metallerin insan ve çevre sağlığı açısından zararlı olması, araştırmacıları doğal antibakteriyel maddelerin araştırılmasına yöneltmiştir. Bu alanda turnagagası yapraklarının (Thilagavathi ve Kannaian, 2010), fesleğen ve nar kabuğunun (Sathianarayanan vd., 2010), nar (Punica garnatum) kabuğunun Rajendran vd. (2011), kara halile meyvesinin Rathinamoorthy ve Thilagavathi (2011), siyah zencefil uçucu yağının Koatsahal vd. (2012), tütün yaprağının Duangsri vd. (2012) ekstrakları ile antibakteriyel tekstil elde etmeye çalışmışlardır. Yine aloevera, kudret narı, kimyon ve zencefil (Ganesan vd., 2012), ozonlanmış kırmızı biber çekirdeği yağının (Özyıldız vd., 2012), paçuli yağının (Liu vd. 2013), aerva lanata bitkisinin (Ganesan vd., 2013a), neem ağacının (Patel Margi ve Desai Pratibha, 2014), ekstraktları ile antibakteriyel tekstil üzerine bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Sarıçam (2014), yaptığı çalışmada üzüm çekirdeklerini bütün ve toz halde kurutarak ektrakte etmiştir.

Bu çalışmada antibakteriyel madde olarak kullanılan fenolik bileşikler üzüm çekirdeğinin ekstraksiyonundan elde edilmiştir. Üzüm, fenol bakımından zengin bir meyvedir ve bu fenolikler, sulu orta bölümlerinden çok esas olarak üzüm kabuğu, gövde, yaprak ve üzüm çekirdeğinde bulunur (Makris, vd. 2008). İşletmeler çeşitli biyoaktif maddelerce zengin şaraphane üzüm posalarını son yıllarda kozmetik ve farmasotik üretim yapan sektörler için ham madde olarak satmaya başlamışlardır (Fiori, 2007). Üzüm çekirdeklerinin bu şekilde değerlendirilmesi ekonomik açıdan önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Barbieri, 2013).

Bu çalışmada, üzüm çekirdeği ekstraktı kullanılarak pamuklu kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırmaya çalışılmıştır. Antibakteriyel bitim işlemi 2 farklı konsantrasyonda uygulanmıştır. Yıkama dayanımlarının belirlenmesi için 1-5-10 yıkamaları yapılmıştır. Kumaş yüzeylerinde antibakteriyel bitim maddesinin varlığını tespit için SEM ve FTIR analizleri yapılmıştır. Antibakteriyel bitim işlemi ve yıkamalar sonucunda *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı AATCC 100 test metodu ile antibakteriyel etkinlik testleri yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada kullanılan %100 pamuklu kumaşın gramajı 72 gr m^{-2}, atkı sıklığı 30 tel cm^{-1}, çözgü sıklığı 38 tel cm^{-1} dir. Çalışmada kullanılan kumaşlara yapılan uygulamalar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Kumaşlar Ve Yapılan Uygulamalar

Kumaş No	Reçete Kodu	Uygulanan Aplikasyon	Yıkama Adedi
K-0		İşlem Görmemiş Ham Kumaş	-
K-1	A	%50 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	-
K-2	A	%50 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	1 Yıkama
K-3	A	%50 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	5 Yıkama
K-4	A	%50 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	10 Yıkama
K-5	B	%25 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	-
K-6	B	%25 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	1 Yıkama
K-7	B	%25 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	5 Yıkama
K-8	B	%25 mg ml^{-1} konsantrasyonunda fenolik bileşik	10 Yıkama

Pamuklu kumaşlara antibakteriyel bitim işlemi fenolik bileşikler ile yapılmıştır. Üzüm çekirdekleri Doluca Bağcılık ve Şarapçılık A. Ş. fabrikasından temin edilmiştir. Sarıçam A. yaptığı çalışmada, partikül boyutu küçüldükçe ekstraksiyon veriminin arttığını belirtmektedir. Bu sebeple numuneler toz halinde getirilerek elek analizi yapılmıştır. Yapılan elek analizi sonucunda üzüm çekirdeği tozunun tamamı 0,59 mm çapından küçük olup % 54'ü 0,59 mm çap ile 0,297 mm çap aralığındadır. Geri kalanı ise 0,297 mm çaptan daha küçüktür. Üzüm çekirdeği tozu yağının uzaklaştırılması için 6 saat 60-80 ºC'de petrol eteri ile ekstrakte edilmiştir. Fenolik bileşik eldesi için 8 saat boyunca metanol-su-asetik asit (90-9,5-0,5) ile ekstrakte edilmiştir.(Jayaprakasha vd., 2003). Ekstraktın Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) test sonuncunda 3654,5 ppm ile gallik asit, 32,6 ppm catechin, 42,8 ppm epicatechin ve 12,9 ppm Ferulic acid tespit edilmiştir. Elde edilen üzüm çekirdeği ekstraktı ile 2 farklı konsantrasyonda emdirme flottesi hazırlanmış ve %90 AF olacak şekilde pamuklu kumaşa aplike edilmiştir. Antibakteriyel bitim işlemi uygulanan kumaşların yıkamaya karşı dayanımlarının tespiti için TS EN ISO 105-C06 standardı esas alınarak 1-5-10 tekrarlı yıkamalar gerçekleştirilmiştir. antibakteriyel bitim işlemi uygulanan %100 pamuklu dokuma kumaşın ve ham kumaşların molekül yapılarındaki değişimin açıklanması için FTIR analizleri, yüzeyindeki morfolojik değişimleri tespit etmek için SEM analizleri yapılmıştır.

2.1. AATCC 100 Antibakteriyel Test (AATCC 100 Antibacterial Test)

Antibakteriyel aktiviteyi tespit etmek amacıyla yapılan bütün testler, mikroorganizmanın popülasyonundaki azalmanın hesaplanması temeline dayanmaktadır. AATCC 100 test yöntemi, antibakteriyel etkinlik derecesini kantitatif olarak belirleyen ve kesin sonuçlar veren bir yöntemdir. Denemelerde, işlem görmemiş ve işlem görmüş olan kumaşlardan 2x2 cm boyutlarında 2'şer tane kesilerek 1 atm basınç altında 121°C sıcaklıkta 15 dakika süresince otoklavda bekletilerek sterilize edilmiştir. Kumaşlara 0,5 mL, 1 Mcfarland standart yoğunlukta ($1.5x10^8$ CFU/ml) bakteri çözeltisi aktarılmıştır. 0 temas süreli ve 24 saat temas süreli numuneler steril distile su ile temas ettirilerek bakterilerin sıvıya geçişi sağlanmıştır. Bu sıvı ekimden sonra kolonilerin sayılabilmesi için 10^{-1},10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4},10^{-5},10^{-6} oranlarında seyreltilmiştir (Palamutçu vd. 2009). Seyreltilen her bir orandan 10 µl sıvı alınarak Muller-Hinton II agar besiyerine ekimler yapıldı. 0 temas süreli ve 24 saat inkübasyondan sonraki bakteri kolonileri sayıldı ve kaydedildi [32]. Antibakteriyel test sonucundaki bakteri sayısındaki % azalma Eşitlik 1. kullanılarak hesaplandı.

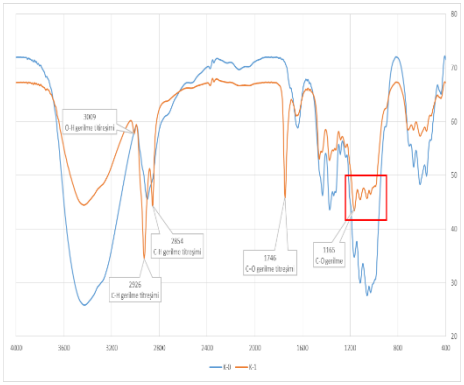
Bakteri azalma oranı [%] = [[B–A] / B] x 100 (1)

A: "24 saat temas süreli" kumaş ile temas etmiş olan nötralizasyon içinde bulunan organizma sayısı
B: "0 saat temas süreli" kumaş ile temas etmiş olan nötralizasyon içinde bulunan organizma sayısı
Hesaplanan % miktar, ne kadar yüksek ise, antibakteriyel etkinlik o kadar yüksektir (Gang, 1998).

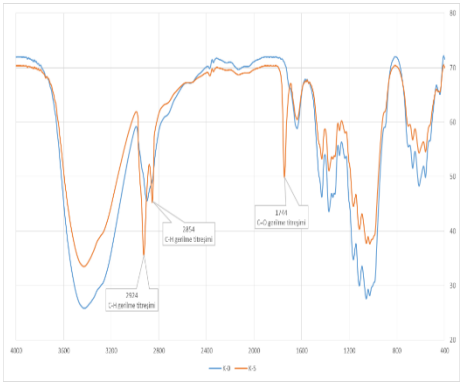
3. SONUÇ

3.1. Kumaşların FTIR Analiz Sonuçları

K-0 ve K-1 kumaşlarının FTIR spekturumu Şekil 1' de, K-0 ve K-5 Kumaşlarının FTIR Spektrumu Şekil 2' te gösterilmiştir.



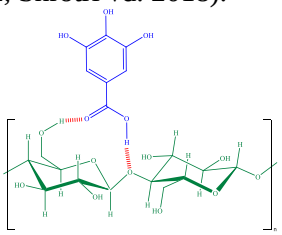
Şekil 1. K-0 ve K-1 Kumaşlarının FTIR Spektrumu



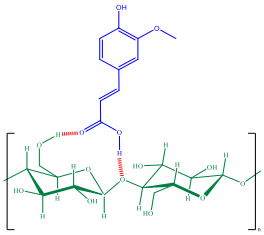
Şekil 2. K-0 ve K-5 Kumaşlarının FTIR Spektrumu

Ham kumaşın parmak izi bölgesinde 1165 ve 1028 cm^{-1} de gözlenen C-C ve C-O gerilme bandında pikler görülmektedir (Pinho vd. 2010). A ve B reçeteleri ile bitim işlemi yapılan kumaşlar ham kumaş ile karşılaştırıldığında, adsorbsiyon sonrasında eterik C-O gerilme bandından dolayı şiddetini arttırarak aynı bölgede gözlenmiştir. Fakat pamuklu kumaşa A reçetesi ile bitim işlemi uygulanan kumaşın FTIR sonuçlarına göre şiddetin azaldığı gözlenmiştir. 2899 cm^{-1} de gözlenen C-H gerilme bandındaki pikler adsorbsiyon sonrasında 2926 cm^{-1} ve 2855 cm^{-1} de asimetrik ve simetrik C-H gerilme titreşim bandı olarak gözlenmiştir. 2855 cm^{-1} deki metil eter piki ferulik asitteki [CH_3 –O-] grubuna karşılık gelmektedir.

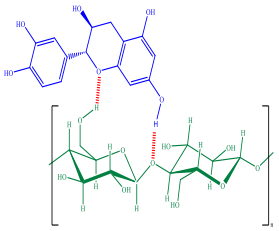
Ham kumaş ile işlem gören kumaşların FTIR spektrumları arasındaki en temel ve belirgin fark 1746 cm^{-1} de gözlenen gallik asitteki karboksilik asit grubuna ait olan C=O gerilme titreşimidir (Selvam vd. 2012). Ayrıca ham kumaş ve B reçetesi uygulanan K-5 kumaşlarından farklı olarak K-1 kumaşında 3009 cm^{-1} deki pik ise ferulik asitten kaynaklanan karboksilli asitteki O-H gerilme titreşimine karşılık gelmektedir. İki spektrum arasındaki farklılıklar irdelendiğinde ham kumaş üzerine antibakteriyel bitim maddesinin adsorbsiyonunun gerçekleştiği görülmektedir. Tüm bu değişimler fenolik bileşiklerin yapısında bulunan asit ve hidroksil gruplarının pamuğun serbest hidroksil gruplarına tutunduğunu göstermektedir. FTIR spektrumlarındaki değişimler sonucunda pamuklu kumaşın serbest hidroksil grupları ile fenolik bileşiklerin yapısında bulunan asit ve hidroksil grupları arasındaki bağların Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterildiği şekilde olabileceği düşünülmektedir (Selvam vd. 2012, Shrotri vd. 2018).



Şekil 3. Pamuklu Kumaş ile Gallik Asitin Bağ Durumu

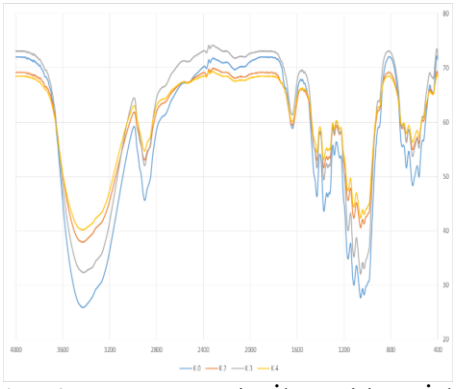


Şekil 4. Pamuklu Kumaş ile Ferulik Asitin Bağ Durumu

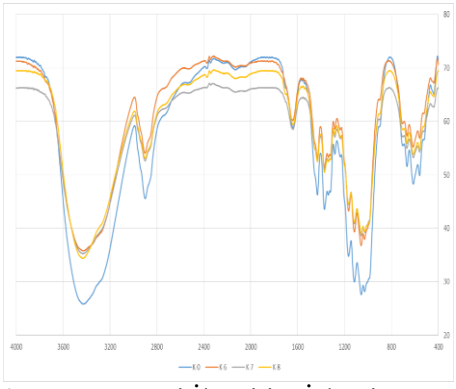


Şekil 5. Pamuklu Kumaş ile Kateşinin Bağ Durumu

K-1 ve K-5 kumaşlarının yıkamalardan sonraki FTIR spektrumları Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. A Reçetesi İle Bitim İşlemi Uygulanan Kumaşların Yıkamalar Sonrası FTIR Spektrumu

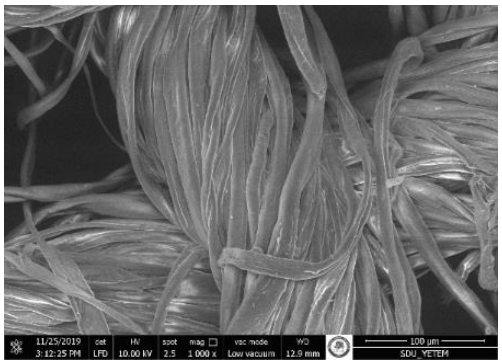


Şekil 7. B Reçetesi İle Bitim İşlemi Uygulanan Kumaşların Yıkamalar Sonrası FTIR Spektrumu

A ve B reçetesi ile bitim işleminden sonra 1-5-10 yıkama yapılan kumaşların spektrumları ham kumaş olan K-0 kumaşı ile karşılaştırılmıştır. Yapılan incelemelerde ham kumaşta görülen piklerden farklı alanlarda pikler görülmemiştir. Ham kumaştaki mevcut piklerin şiddetlerinde kumaş yüzeyinde modifikasyonu temsil edemeyecek kadar küçük değişimlerin olduğu görülmektedir. Pamuklu kumaşa yapmış olduğumuz antibakteriyel bitim işleminin yıkamaya karşı zayıf dayanımda olabileceği düşünülmektedir.

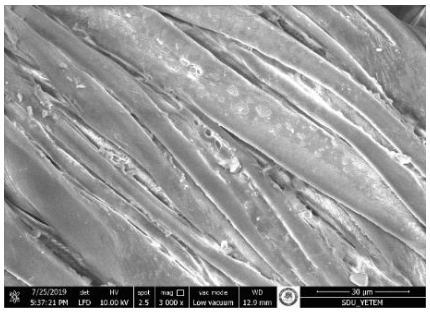
3.2. Bitim İşleminden Sonraki Materyalin SEM Analiz Görüntüleri

A ve B reçetesi ile antibakteriyel bitim işlemi uygulanan %100 pamuklu dokuma kumaşın yüzeyindeki morfolojik değişimleri görmek için hem işlem görmemiş kumaşın hem de işlem gören kumaşın SEM görüntüleri incelenmiştir. Genel olarak görüntüler incelendiğinde pamuk lifinin boyuna kesitlerinde görülen çökmüş boru şekli diye tarif edilen görünümü açık bir şekilde görülmektedir. Görüntülerden elde edilen ölçümlere göre lif kalınlıklarının 15-20 mikron arasında olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda liflerin iplik ekseni etrafında dönerek oluşturduğu büküm sayesinde iplik formunu aldığı ve yine lif yüzeylerinin pürüzsüz olduğu görülmektedir. İşlem görmeyen [K-0] kumaşına ait 1000 kat büyütülerek 100 µm boyutunda SEM görüntüleri Şekil 8'de gösterilmiştir.

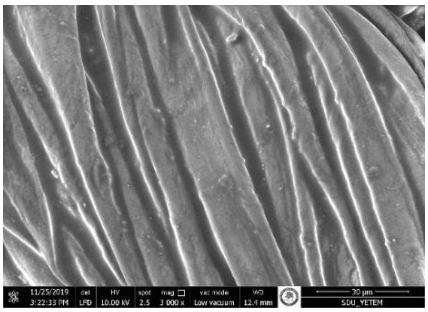


Şekil 8. K-0 Kumaşına Ait SEM Görüntüsü

İşlem görmemiş K-0 kumaşın SEM görüntüleri incelendiğinde 100 µm boyutundaki görüntüde kumaş yapısındaki ipliklerdeki liflerin, genel olarak düzgün olduğu ve lif yüzeyinin pürüzsüz olduğu görülmektedir. Antibakteriyel bitim işlemi A reçetesi ile yapılan K-1 ve K-5 kumaşına ait 3000 kat büyütülerek 30 µm boyutunda SEM görüntüleri Şekil 9 ve Şekil 10'da görülmektedir.

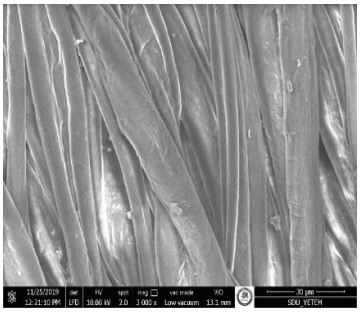


Şekil 9. K-1 Kumaşına Ait SEM Görüntüsü

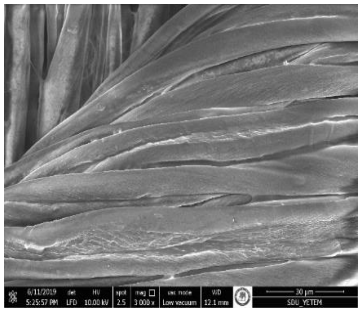


Şekil 10. K-5 Kumaşına Ait SEM Görüntüsü

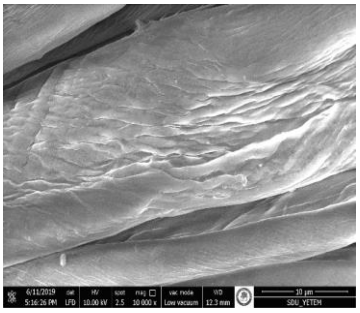
İşlem gören kumaşların SEM görüntüleri incelendiğinde lif yüzeylerinde madde miktarının mevcut olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Aynı zamanda uygulama yapılan maddenin pamuklu kumaşta lif yüzeylerine ince bir film tabakası oluşturarak düzgün bir şekilde dağıldığı 30 µm boyutundaki görüntüde görülmektedir. Bu durum, HPLC analiziyle varlığı tespit edilen fenolik bileşiklerin [gallik asit, kateşin, epikateşin, ferulik asit] yapısında bulunan çok sayıdaki asit ve hidroksil gruplarının pamuğun serbest hidroksil grupları ile reaksiyona girerek lif yüzeyine tutunduğu şeklinde açıklanabilir. FTIR analiz spektrumdaki değişimler ile SEM analiz görüntü sonuçları birbirini desteklemektedir. İşlem gören ve işlem görmeyen kumaşların SEM görüntüleri kıyaslandığında antibakteriyel maddenin lif yüzeyini kapladığı görülmektedir. A reçetesi ve B reçetesi ile bitim apresi uygulanan K-1 ve K-5 kumaşları karşılaştırıldığında, K-5 kumaşındaki liflerin üzerinde bulunan madde miktarı azdır. Bu durumun emdirme banyosunun konsantrasyonun az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Antibakteriyel bitim işlemi uygulanan kumaşların yıkamadan sonraki yüzey özelliklerinin belirlenmesi için 1-5 ve 10 yıkamadan sonraki SEM görüntüleri aşağıda verilmiştir.



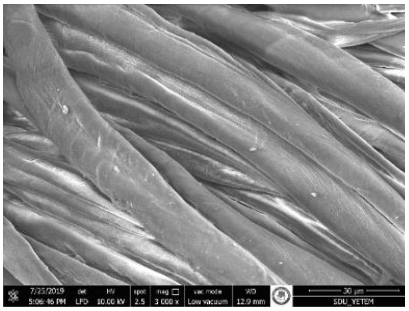
Şekil 11. K-2 Kumaşına Ait SEM Görüntüleri



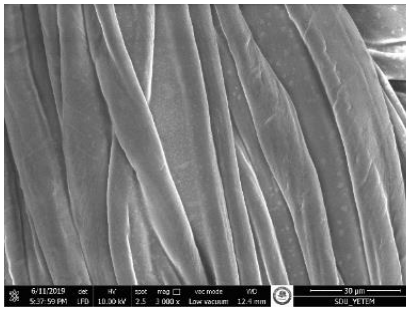
Şekil 12. K-3 Kumaşına Ait SEM Görüntüleri



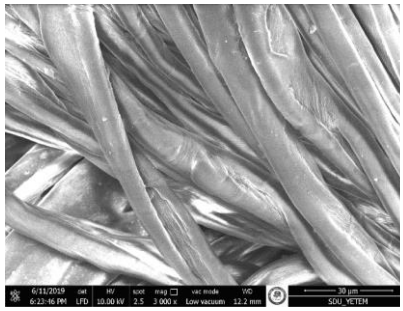
Şekil 13. K-4 Kumaşına Ait SEM Görüntüleri



Şekil 14. K-6 Kumaşına Ait SEM Görüntüleri



Şekil 15. K-7 Kumaşına Ait SEM Görüntüleri



Şekil 16. K-8 Kumaşına Ait SEM Görüntüleri

K-2 kumaşına ait SEM görüntüleri incelendiğinde 1 yıkamadan sonra lif yüzeyinden uzaklaştığı görülmektedir. Diğer kumaşlara ait SEM görüntüleri incelendiğinde lif yüzeylerindeki madde miktarının yıkamalardan dolayı kaybolduğu görülmektedir. Bu azalma, pamuklu kumaşın absorbe ettiği flottenin yıkama ile birlikte kumaş yüzeyinden uzaklaştığı olarak açıklanabilir. Yapılan FTIR analizlerindeki piklerin ham kumaş pikleri ile aynı olması bu durumu destekler niteliktedir.

3.3. AATCC 100 Antibakteriyel Test Sonuçları

Antibakteriyel bitim işlemi uygulanan kumaşlara nicel sonuçlar elde etmemizi sağlayan AATCC 100 test metodu uygulanmıştır. Bu test metodunda "0 temas süreli" ve "24 saat temas süreli" numunelerdeki bakteri üremelerinden seyreltme yöntemi ile yapılan besiyerlerine yapılan ekimlerin 24 saat boyunca inkübasyonundan sonra üreyen koloniler sayıldı. Bu iki sayım sonucunda bakteri üremelerindeki azalma hesaplandı. Bu hesaplama sonucunda numunenin antibakteriyel etkinliği % azalma olarak tespit edilmiş oldu. Hesaplanan % azalma %99,99'dan daha büyük ise "mükemmel", %99-%99,99 arası azalma değeri varsa "iyi", %0-%99 arası bir azalma beklenirse "kabul edilebilir" olarak değerlendirilmiştir (Akaydın ve Kalkancı, 2014). A reçetesi ve B reçetesi ile uygulama yapılan kumaşların AATCC 100 antibakteriyel test sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kumaşların AATCC 100 Antibakteriyel Test Sonuçları

Kumaş	Antibakteriyel Etkinlik			
	E. coli [%]	Değerlendirme	*S. Aureus* [%]	Değerlendirme
K-0	-	Etkinlik Yok	-	Etkinlik Yok
K-1	97,9	Kabul Edilebilir	99,1	İyi
K-2	50	Kabul Edilebilir	75,6	Kabul Edilebilir
K-3	-	Etkinlik Yok	-	Etkinlik Yok
K-4	-	Etkinlik Yok	-	Etkinlik Yok
K-5	91,8	Kabul Edilebilir	98,9	Kabul Edilebilir
K-6	-	Etkinlik Yok	-	Etkinlik Yok
K-7	-	Etkinlik Yok	-	Etkinlik Yok
K-8	-	Etkinlik Yok	-	Etkinlik Yok

Antibakteriyel bitim işlemi uygulanmayan %100 pamuklu kumaşın *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel etkinliğinin olmadığı belirlenmiştir. A reçetesi ile işlem gören K-1 kumaşı *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı sırasıyla % 97,9 ve % 99,1 oranında bakteri sayısında azalma göstermiştir. *E. coli* bakterisine karşı aktivite kabul edilebilir olarak değerlendirilirken, *S. aureus* bakterisine karşı aktivite iyi olarak değerlendirilmiştir.

K-1 kumaşına yapılan 1 yıkamadan sonra antibakteriyel aktivite *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri için sırasıyla % 50 ve % 75,6 oranında azalma şeklinde belirlenmiştir ve kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Fakat 5 ve 10 tekrarlı yıkamalar sonucunda yapılan testlerde her iki bakteriye karşı antibakteriyel aktivite belirlenememiştir. Antibakteriyel etkinlikte tespit edilen azalmalar, yıkama ile bitim işleminin etkinliğinin zarar gördüğünü göstermektedir.

Antibakteriyel bitim işlemi B reçetesi ile sağlanan K-5 kumaşının *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri için sırasıyla % 91,8 ve % 98,9 oranında bakteri sayısında azalma sağladığı belirlenmiştir ve K-5 kumaşının antibakteriyel aktivitesi kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

K-5 kumaşının 1 yıkamadan sonra *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı yapılan antibakteriyel testte, antibakteriyel aktivite belirlenememiştir. Uygulanan antibakteriyel bitim işleminin 1 yıkama sonucunda etkisinin kaybolduğu görülmektedir. Emdirme flottesinde fenolik bileşik yoğunluğu az olan B reçetesinin 1 yıkama ile kumaş yüzeyinden uzaklaştığı görülmüştür.

4. TARTIŞMA

Antibakteriyel tekstil ürünlerin elde edilmesinde genellikle antibakteriyel özelliğe sahip olan metaller ve metal tuzları kullanılmaktadır. Bu maddelerin kullanımı insan ve çevre sağlığı açısından endişeleri de beraberinde getirmektedir. Bu sebeple doğal bitkilerin antibakteriyel özelliğinin tekstil

materyallerine aktarılması önemli hale gelmiştir. Çalışmamızda üzüm çekirdeğinin güçlü antibakteriyel özelliğinin pamuklu kumaşa aktarılması üzerine araştırmalar yapılmıştır. Üzüm çekirdeğinden elde edilen ekstrakt emdirme yöntemi ile pamuklu kumaşa 2 farklı konsantrasyondaki reçeteler uygulanmıştır. Daha sonra uygulanan bitim işleminim yıkamaya dayanımının tespiti için 1-5-10 yıkama tekrarları yapılmıştır.

Kumaş yüzeyindeki modifikasyonun belirlenmesi için SEM görüntüleri alınmış ve FTIR analizleri yapılmıştır. SEM görüntüleri incelendiğinde apre kimyasalının kumaş liflerini ince film tabakası şeklinde sardığı görülmektedir. FTIR spektrumları incelendiğinde flotte de bulunan fenolik bileşiklere [gallik asit, ferulik asit, kateşin] ait piklerin kumaş spektrumlarında da mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu analizler apre kimyasalının kumaş yüzeyinde mevcut olduğunu belirtmektedir. Yıkma tekrarları sonrasında yapılan SEM analizlerin de 1 yıkamada kumaş lifleri yüzeyinde çok az da olsa madde olduğu fakat 5 ve 10 yıkamada kaybolduğu görülmektedir. FTIR spektrumlarında ise fenolik bileşiklerin piklerine ulaşılamamıştır. Bu sonuçlar bize apre işleminin yıkama dayanımının zayıf olduğunu göstermektedir. SEM ve FTIR analizleri yapılan kumaşlara antibakteriyel etkinliklerinin tespiti için AATCC 100 test metoduna göre *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı testler yapılmıştır. Testler sonucunda uygulama yapılan kumaşlarda genel olarak kabul edilebilir düzeyde [%99-%92 oranında azalma] antibakteriyel etki görülmüştür. Yıkamalar sonrasında yapılan testler de ise 1 yıkamadan sonra antibakteriyel etki %50 - %75'lere kadar gerilemiştir. 5 ve 10 tekrarlı yıkamalarda ise antibakteriyel etki görülmemiştir. Bu çalışma antibakteriyel kumaş üretiminde atık madde olarak açığa çıkan üzüm çekirdeğinin kullanılabileceğini göstermiştir.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma "TÜBİTAK 1002-Hızlı Destek Programı" kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar, finansal desteğinden dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na teşekkürlerini sunar.

KAYNAKÇA

Akaydın M, Kalkancı M. Hastane Giysisi Olarak Kullanılan Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, SDU Journal of Science 2014;9(1):20-34.

Barbieri L, Andreola F, Lancellotti I, Taurino R.. Management of agricultural biomass wastes: Preliminary study on characterization and valorisation in clay matrix bricks. Waste Manag. 2013;33:2307-2315.

Duangsri P, Juntarapun K, Satirapipathkul C. The Tabacco Leaf Extract and Antibacterial Activity in Textile. Proceedings of the RMUTP International Conference: Textiles & Fashion. 2012.

Fiori L. Grape seed oil supercritical extraction kinetic and solubility data: Critical approach and modeling. J Supercrit Fluid. 2007;43-54.

Ganesan P, Ramachandran T, Karthik T, Prem Anand VS, Gowthaman T. Process Optimization of Aerva Lanata Extract Treated Textile Material for Microbial Resistance in Healthcare Textiles. Fibers and Polymers. 2013a:14(10):1663-1673.

Ganesan P, Tamil Selvi C, Ramachandran T. Microencapsulation of Copper Enriched Herbals for Curative Garments. Indian Journal of Traditional Knowledge. 2012;1(3):532-536.

Gang S. Durable and Regenerable Antibacterial of Fabrics, Biocidal Properties, Textile Chemist and Colorist. 1998;6:26-30.

Jayaprakasha G, Selvı T, Sakarıah K. Antibacterial and antioxidant activities of grape Vitis vinifera seed extracts. Food Research International. 2003;36(2):117-122.

Koatsahal J, Chulacupt S, Chonsakorn S, Teepoo S, Mongkholrattanasit R. Antibacterial Activity by Kaempferia Parviflora Microencapsulation and Applications for Textile Industry. RMTUP International Conference: Textiles & Fashion. Thailand, 2012;1-6.

Lindemann B. Durable Antimicrobial Effects on Textiles. Melliand, 2000;10:205.

Liu J, Liu C, Liu Y, Chen M, Hu Y, Yang Z. Study on the Grafting of Chitosan-Gelatin Microcapsules onto Cotton Fabrics and Its Antibacterial Effect. Colloids Surf B Biointerfaces. 2013;109:103-108.

Makris DP, Boskou G, Andrikopoulos NK, Kefalas P. Characterisation of certain major polyphenolic antioxidants in grape (Vitis vinifera) stems by liquid chromatography-mass spectrometry. Eur. Food Res. Technol. 2008;226:1075–1079.

Mucha H, Hofer D, Abfalg S, Swerev M. Antimicrobial Finishes and Modifications. Melliand International, 2002; 8:148-151.

Özyıldız F, Karagönlü S, Basal G, Uzel A, Bayraktar O. Micro-Encapsulation of Ozonated Red Pepper Seed Oil with Antimicrobial Activity and Application to Nonwoven Fabric. Letters in Applied Microbiology. 2012;56(3):168-179.

Palamutçu S, Keskin R, Devrent N, Şengül M, Hasçelik B. Fonksiyonel Tekstiller II:Antibakteriyel Tekstiller, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi. 2009;3(3):95-108.

Patel Margi H, Desai Pratibha B. Grafting of Medical Textile Using Neem Leaf Extract for Production of Antimicrobial Textile. Research Journal of Recent Sciences. 2014;3:24-29.

Pinho E, Henriques M, Oliveira R, Dias A, Soares G. Development of Biofunctional Textiles by the Application of Resveratrol to Cotton, Bamboo, and Silk, Fibers and Polymers. 2010;11(2):271-276.

Rajendran R, Balakumar C, Kalaivani J, Sivakumar R. Dyeability and Antimicrobial Properties of Cotton Fabrics Finished with Punica Garanatum Extracs. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management. 2011;7(2):1-12.

Rathinamoorthy R, Thilagavathi G. Antimicrobial and in-Vitro Drug Release Studies of Microencapsulated Terminalia Chebula Extract Finished Fabric. International Journal of Pharmacy and Life Sciences. 2011;2(10):1147-1153.

Sarıçam A. Üzüm Çekirdeği Ekstraktlarının Antioksidan Ve Antibakteriyel Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya. 2014.

Sathianarayanan M, Bhat N, Kokate S, Walunj V. Antibacterial Finish for Cotton Fabric from Herbal Products. Indian journal of fibre & textile research. 2010;35(1):50.

Selvam S, Rajiv Gandhi R, Suresh J, Gowri S, Ravikumar S, Sundrarajan M. Antibacterial Effect Of Novel Synthesized Sulfated β-Cyclodextrin Crosslinked Cotton Fabric And Its Improved Antibacterial Activities With ZnO, TiO2 And Ag Nanoparticles Coating, International Journal of Pharmaceutics 2012,434: 366-374

Shrotri A, Kobayashi H, Fukuoka A. Cellulose Depolymerization over Heterogeneous Catalysts. Accounts of Chemical research. 2018;51:761-768.

Thilagavathi G, Kannaian T. Combined Antimicrobial and Aroma Finishing Treatment for Cotton, Using Microencapsulated Geranium (Pelargonium Graveolens L'herit. Ex. Ait.) Leaves Extract. Indian Journal of Natural Products and Resources. 2010;1(3): 348-352.

XGBOOST VE RASTGELE ORMAN ALGORITMALARININ AĞ TABANLI SALDIRI TESPITINE YÖNELIK PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Anıl KURT
Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı Tezli YL
anl_kurt@hotmail.com / Orcid Id:0000-0002-5111-0643

Burak BULDU
Sakarya Üniversitesi / İşletme Fakültesi / Yönetim Bilişim Sistemleri Tezli YL
burak@buldu.org

İsmail Hakkı CEDİMOĞLU
Sakarya Üniversitesi / Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi / Bilişim Sistemleri Mühendisliği
cedim@sakarya.edu.tr

Özet
İnternet, kişilerin veya kurumların bilgi ve tecrübelerini paylaştığı bir iletişim aracıdır. Bu teknoloji, bilgiye ulaşmayı kolaylaştırmasına rağmen kişi, kurum ve kuruluşları açık hedef haline getirerek bilgi güvenliğini de tehdit etmektedir. Günümüzde, bu tehdidi engellemeye yönelik saldırı tespit sistemlerinin kullanımı bir zorunluluk haline gelmiştir. Son yıllarda, yapay zekâ, makine öğrenme ve derin öğrenme algoritmaları, saldırı tespit sistemleri alanında araştırmacıların, kurum ve kuruluşların ve özel sektörün ilgilendiği konular arasındadır. Bu bağlamda, saldırıların tespit edilmesi ve önlenmesi amacıyla saldırı tespit sistemi tasarımlarında makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılması ağ trafiği verilerinin sınıflandırılması için literatürde yer alan yöntemlerden biridir. Bu çalışmada, XGBoost ve Rastgele Orman makine öğrenmesi algoritmalarının bir ağ trafiği veri setindeki sınıflandırılma performansları incelenmek istenmiştir. Algoritmalar, saldırı tespit sistemleri ile ilgili uygulamalarda çok kullanılan veri setlerinden biri, "KDD'99" eğitim ve test veri seti üzerinde uygulanmıştır. Araştırmadaki bulgular, saldırı ve normal olmak üzere, ikili sınıflandırma yöntemiyle gösterilmiş ve araştırmanın sonuçları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, araştırmadaki incelenen algoritmaların saldırı tespit sistemleri alanındaki uygulamalarına bir rehber oluşturulmuş ve algoritmaların performanslarının karşılaştırılması ile literatüre katkı verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Saldırı Tespit Sistemleri, Rastgele Orman, Xgboost, Makine Öğrenmesi, Sınıflandırma

COMPARING OF PERFORMANCES OF XGBOOST AND RANDOM FOREST ALGORITHMS AIMED AT NETWORK BASED INTRUSION DETECTION

Abstract
The Internet is a communication tool in which individuals or institutions share their knowledge and experience. Although this technology makes it easier to access information, it also threatens information security by making individuals, institutions and organizations an open target. Today, the using of intrusion detection systems to prevent this threat has become an imperative. In recent years, artificial intelligence, machine learning and deep learning algorithms are among the topics researchers are interested in in the field of intrusion detection systems of institutions and organizations and the private sector. In this context, using machine learning algorithms in intrusion detection system designs to detect and prevent attacks is one of the methods which are for classifying network traffic data in the literature. In this study, it is desired to examine the classification performances on a network traffic data set of XGBoost and Random Forest machine learning algorithms. One of the data sets commonly used in applications related to algorithms, intrusion detection systems was implemented on the "KDD'99" training and test data set. The findings of the research were shown by binary classification method, as attack and normal and the results of the research were evaluated. As a result, a guide has been created for the applications of the algorithms examined in this research in the field of intrusion detection systems and the literature has been contributed by comparing the performance of this algorithms.

Keywords: Intrusion Detection Systems, Random Forest, Xgboost, Machine Learning, Classification

1. GİRİŞ

İnternet hayatımıza girmesi ve sunduğu imkânlarla birlikte oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olmaktadır. Bu teknoloji insanların birbirleriyle iletişim kurmasına ve yeni teknolojilerin geliştirilmesinde büyük rol oynamaktadır. Bu teknolojinin yanında getirdiği yararlara ek olarak kötüye kullanımı da söz konusudur. Kişi, kurum ve kuruluşların bilgi güvenliğini tehdit etmektedir. Bu ve buna benzer sebeplerden dolayı saldırı tespit sistemlerinin kullanımı ve bu sistemlere yapılan yatırımlar büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda saldırı tespit sistemlerinin geliştirilmesinde derin öğrenme, yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmalarının kullanımı ile yapılan çalışmaların popülerliği oldukça artmıştır. Bu çalışmada geliştirilen saldırı tespit sistemlerinin performanslarının ölçümünde sıkça kullanılan KDD'99 veri seti üzerinde XGBoost ve Rastgele Orman algoritmalarının saldırı tespitinde ikili sınıflandırma performansları incelenmiştir.

2. SALDIRI TESPİT SİSTEMLERİ (STS)

Anderson tarafından saldırı, bilgiye erişme veya bilgiyi değiştirme ya da bir sistemin işleyişini bozma amacı taşıyan her türlü girişim olarak tanımlanmıştır (Anderson, 1980). Saldırı tespit sistemleri ise kullanıcı, sistem ve ağ faaliyetlerini izleyip analiz ederek, güvenlik açıklarını belirlemek, tipik saldırı kalıplarını tanımak ve anormal faaliyetleri analiz etmek şeklinde tanımlanmıştır (Verma ve ark., 2018). Saldırı tespit yöntemleri üç ana başlık altında sınıflandırılabilir;

1- İmza Tabanlı Tespit (SD): İmza tabanlı saldırı tespiti, olası saldırıları tespit etmek için sık sık güncellenen var olan önceden tanımlanmış saldırı imzalarını kullanır. Şüpheli görünen trafiğin imzası, saldırıların imzalarının bulunduğu veri setindekiler ile karşılaştırılır (Verma ve ark., 2018).

2- Anomali Tabanlı Tespit (AD): Anomali bilinen/öğrenilen bir davranıştan sapma, farklı bir eğilim gösterme şeklinde tanımlanabilir. (Verma ve ark., 2018; Liao ve ark., 2013).

3- Durumsal Protokol Analizi (SPA): Bu yöntem STS'nin protokol durumlarını bildiğini ve izlediğini varsaymaktadır (Örneğin, yapılan istekler ile gelen yanıtların eşleştirilmesi). SPA'daki ağ protokol modelleri uluslararası standart kuruluşlarından, örnek olarak İnternet Mühendisliği Görev Grubu (IETF)'den gelen protokol standartları ile desteklenmektedir. SPA, Spesifikasyon Bazlı Algılama olarak bilinmektedir (Liao ve ark., 2013).

Bunların dışında bir de Hibrit Saldırı Tespit Yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler genel olarak daha kapsamlı ve doğru saldırı tespiti için yukarıda bahsedilen modellerden birden fazla yöntem kullanır. Örnek vermek gerekirse SD ve AD birlikte kullanıldığında tamamlayıcı yöntemlerdir. Çünkü SD belirli saldırılar veya tehditleri algılamayı içerirken AD bilinmeyen saldırı veya tehditleri keşfetmeye odaklanmaktadır (Liao ve ark., 2013).

2.1. STS Teknoloji Çeşitleri

Günümüz şartlarında çok çeşitli IDS teknolojileri bulunmaktadır. Bu teknolojiler şüpheli faaliyetleri incelemek için yerleştirildikleri yere ve hangi olay türlerini tanımlayabileceklerine göre dört sınıfa ayrılabilir. Bu sınıflar aşağıda tanımlanmıştır (Liao ve ark., 2013);

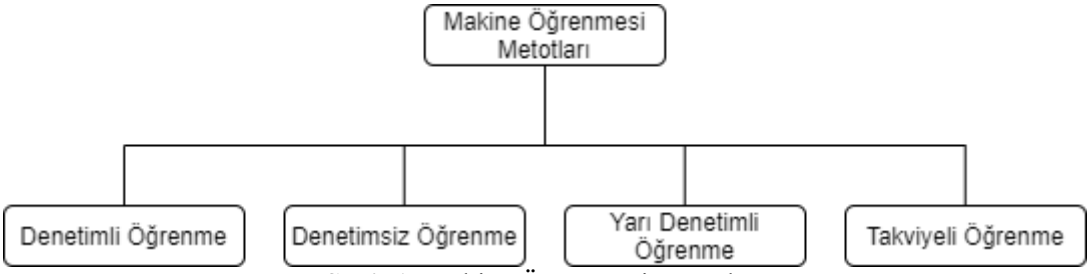
- **Ana Bilgisayar Tabanlı STS (HIDS):** Ana Bilgisayar Tabanlı Saldırı Tespit Sistemi, genellikle hassas bilgiler içeren veya kamu ve özel sektörde kullanılan önemli alanlarda faaliyet yürüten ana bilgisayar sistemleri üzerine kurulur. Ana bilgisayar üzerindeki sistem günlükleri, sistemin dahili bileşenleri ve ağ paketleri ile birlikte izlenir ve analiz edilir (Verma ve ark., 2018; Liao ve ark., 2013).
- **Ağ Tabanlı STS (NIDS):** Ağ Tabanlı Saldırı Tespit Sistemi ağ seviyesinde gelen, giden ve yerel trafiği izleyerek saldırıları tespit etmeye çalışır. Ağ paketlerindeki şüpheli trafiği izler ve analiz eder (Verma ve ark., 2018; Liao ve ark., 2013).
- **Kablosuz Ağ Tabanlı STS (WIDS):** NIDS'e oldukça benzemektedir. Kablosuz sensör ağları ve kablosuz ağlar üzerindeki ağ trafiğini izler ve analiz ederek saldırıları tespit etmeye çalışır (Liao ve ark., 2013).
- **Ağ Davranışı Analizi (NBA):** Ağ Davranışı Analizi belirli kötü amaçlı yazılım biçimleri (örneğin; solucanlar ve arka kapılar), dağıtılmış hizmet reddi (DDoS) saldırıları ve politika ihlalleri (örneğin;

diğer sistemlere ağ hizmetleri sağlayan bir istemci sistem) gibi olağandışı trafik oluşturan tehditleri izleyip analiz eder (Scarfone ve Mell, 2012).

Son yıllarda saldırı tespit sistemleri için makine öğrenimi, yapay sinir ağları ve derin öğrenme ile çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada saldırı tespit sistemlerinde kullanılan makine öğrenmesi yöntemlerinden XGBoost ve Rastgele Orman sınıflandırma algoritmalarının performansları incelenmiştir.

3. MAKİNE ÖĞRENMESİ

Makine öğrenimini açıklamak için öncelikle öğrenme kavramının ne olduğundan bahsetmek gerekir. Öğrenme, bir süreçtir ve kişinin veya makinenin bu süreç içerisinde öğrendiği bilgiler ile davranışını değiştirmesi beklenir (Öztemel, 2012; Bilgin, 2018). Simon öğrenmeyi, "zaman içinde yeni bilgilerin keşfedilmesi yoluyla davranışların iyileştirilmesi süreci" olarak tanımlamaktadır (Simon, 1983). Makine öğrenmesi ise bilgisayarın geçmişteki verilere bakarak bu verilerden bir model oluşturup gelecekte karşılaşılacak olan problemlere yönelik tahmin yapması şeklinde tanımlanabilir (Öztemel, 2012; Bilgin, 2018). Makine öğrenmesi kullanılarak bilgisayar yazılımlarının önceden karşılaşılan durumlardan oluşturdukları model yardımıyla yeni durumları tahmin etmeleri sağlanır (Bilgin, 2018). Makine öğrenimi birçok disiplini içerisinde barındırır. Örnek vermek gerekirse istatistik, matematik, sinir bilimi ve biyoloji bunların başlıcalarıdır (Marsland, 2015).



Şekil 1. Makine Öğrenmesi Metotları

3.1. Makine Öğrenmesi Metotları

Denetimli Öğrenme (Supervised Learning): Denetimli öğrenmede eğitilmek istenen model için sisteme girdi ve girdi verilerine karşılık gelen çıktı değerleri verilir (Öztemel, 2012). Sistem bu eğitim setiyle makine öğrenimi modelini oluşturur. Buna denetimli öğrenme denilir. Sınıflandırma ve regresyon problemlerinde bu yöntem tercih edilmektedir (Kalayci, 2018).

Denetimsiz Öğrenme (Unsupervised Learning): Denetimsiz öğrenmede eğitilmek istenen model için sadece girdi verileri verilir. Algoritma girdiler arasındaki benzerlikleri/ilişkileri öğrenmeye çalışır. Bu şekilde benzer/ilişkili olan veriler birlikte sınıflandırılır (Marsland, 2015). Kümeleme ve yoğunluk tahmini problemlerinde bu yöntem tercih edilmektedir (Kalayci, 2018).

Yarı Denetimli Öğrenme (Semi-Supervised Learning): Yarı denetimli öğrenmede eğitilmek istenen model için girdi verileri ile birlikte az miktarda çıktı değerleri içeren veriler verilmektedir (Bilgin, 2018).

Takviyeli Öğrenme (Reinforcement Learning): Takviyeli öğrenme denetimli ve denetimsiz öğrenmenin arasında bir yerde bulunur (Marsland, 2015). Modelin ürettiği sonuç doğruysa ödül, yanlış olması durumunda ise modele ceza verilerek modelin öğrenmesini sağlayan yönteme takviyeli öğrenme denilmektedir (Bilgin, 2018).

4. MAKINE ÖĞRENMESI ALGORITMALARI

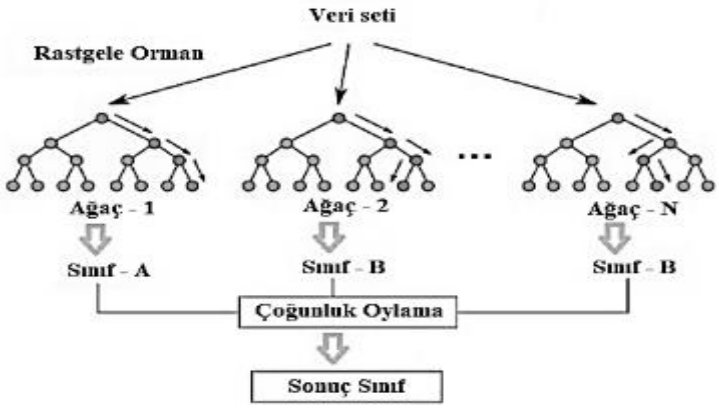
Bu çalışmada Random Forest ve Extreme Gradient Boosting (XGBoost) sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır.

4.1. Rastgele Orman (Random Forest) Algoritması

Rastgele Orman algoritması Brieman ve Cutler tarafından önerilmiş, topluluk sınıflandırma algoritmaları içerisinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Ağaç yapısındaki bir

sınıflandırıcı türüdür. Çoklu ağaçlardan oluşmaktadır ve yeni verinin sınıfı tahmin edilirken, eğitim aşamasında oluşturulan çoklu ağaçların her birinden yeni verinin sınıfı tahmin edilir. Bu tahminlere "oy" denilmektedir. En çok oyu alan sınıf yeni verinin tahmin edilen sınıf değeri olur (Bilgin, 2018; 10, Breiman ve Cutler, 2020).

Rastgele orman algoritması her bir düğümü veri setindeki tüm öznitelikler arasından en iyisini kullanarak dallara ayırmak yerine, her bir düğümde veri seti içerisinden rastgele seçilen öznitelikler arasından en iyisini kullanarak dallara ayırır. Oluşturulan ağaçların her birindeki veri setleri orijinal veri seti içerisinden yer değiştirmeli şekilde seçilerek oluşturulur. Daha sonra oluşturulan veri setlerindeki öznitelikler rastgele seçilerek ağaç yapıları oluşturulur. Rastgele öznitelikler seçilerek oluşturulan ağaçlarda budanma işlemi yapılamaz (Bilgin, 2018). Rastgele orman algoritmasının başlıca artıları; aşırı uyum göstermeye karşı dayanıklı, çok hızlı çalışması ve istenildiği kadar ağaç ile çalışabilmesi denilebilir (Bilgin, 2018; Breiman ve Cutler, 2020). Rastgele orman, ağaçları oluşturmak için CART (Classification and Regression Tree) algoritmasını kullanır (Akar ve Güngör, 2012).



Şekil 2. Rastgele Orman Algoritması Çalışma Şeması (Kurt, 2019)

4.2. Extreme Gradient Boosting (XGBoost) Algoritması

XGBoost algoritması Tianqi Chen ve Carlos Guestrin tarafından 2016 yılında Washington Üniversitesi'nde bir araştırma projesi olarak geliştirildi (Chen ve Guestrin, 2016; Morde, 2020). XGBoost algoritması gradyan arttırma çerçevesini kullanan karar ağacı tabanlı topluluk öğrenme temelli makine öğrenme algoritmasıdır (Morde, 2020; Brownlee, 2020). Çok sayıda Kaggle yarışmasını kazanan algoritma olmasıyla ilgiyi üzerinde toplamıştır. XGboost, regresyon ve sınıflandırma problemlerinde yapılandırılmış veya tablo halindeki veri setlerinde kullanılır (Brownlee, 2020). XGBoost algoritması, ağaçları oluşturmak için CART (Classification and Regression Tree) algoritmasını kullanır. XGBoost, sistem optimizasyonu ve algoritmik geliştirmeler yoluyla temel Gradient Boosting Machines çerçevesinin geliştirilmiş bir uygulamasıdır (Morde, 2020).

Özellikle gradyan arttırma algoritmaları için bellek ve donanım kaynaklarını verimli bir şekilde optimize etmektedir. XGBoost algoritması özellikle hesaplama hızına ve Gradient Boosting Machines algoritmasından farklı olarak düzenlileştirme (regularization) gibi modelin performansına odaklanan pek çok avantajı vardır (Verma ve ark., 2018). Bu çalışmada Python Programlama Dili kullanılmış ve XGBoost ve Scikit-learn kütüphanelerinden faydalanılmıştır.

5. PERFORMANS METRİKLERİ

Bu çalışmada gerçekleştirilen sınıflandırma yöntemlerin performanslarının değerlendirilmesi amacı ile doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve f-ölçütü (f-measure) ölçüm metrikleri kullanılmıştır. Bu ölçüm metriklerinin hesaplanması karışıklık matrisi (confusion matrix) üzerinden açıklanmıştır.

Tablo 1. Karışıklık Matrisi

		Gerçek Değer	
		Pozitif	Negatif
Tahmin Edilen	Pozitif	Doğru Pozitif (DP)	Yanlış Pozitif (YP)
	Negatif	Yanlış Negatif (YN)	Doğru Negatif (DN)

- DP (Doğru Pozitif): Gerçekte doğru olan bir değeri modelin de doğru olarak tahmin etmesidir.
- DN (Doğru Negatif): Gerçekte yanlış olan bir değeri modelin de yanlış olarak tahmin etmesidir.
- YP (Yanlış Pozitif): Gerçekte yanlış olan bir değeri modelin doğru olarak tahmin etmesidir.
- YN (Yanlış Negatif): Gerçekte doğru olan bir değeri modelin yanlış olarak tahmin etmesidir.

Doğruluk (Accuracy): Modelin doğru sınıflandırdığı pozitif ve negatif örneklerin toplam sayısının toplam örnek sayısına bölünmesiyle bulunur (Kotan, 2019).

Accuracy: DP + DN / (DP + YN + YP + DN)

Kesinlik (Precision): Modelin doğru sınıflandırdığı pozitif örneklerin toplam sayısının modelin tahmin ettiği pozitif örneklerin toplam sayısına bölünmesiyle bulunur. Kesinlik değeri yüksek ise bu modelin doğru olarak sınıflandırdığı pozitif bir örneğin gerçekten pozitif olduğunu gösterir (Sharma, 2020).

Precision: DP / (DP+YP)

Duyarlılık (Recall): Modelin doğru sınıflandırdığı pozitif örneklerin toplam sayısının toplam pozitif örnek sayısına bölünmesiyle bulunur. Duyarlılık değeri yüksek ise bu gerçekte pozitif olan örnekleri modelin ne kadar doğru olarak sınıflandırdığını gösterir.

Recall: DP / (DP+YN)

F-ölçütü (F-measure): F-ölçütü, kesinlik ve duyarlılık ölçütlerinin harmonik ortalamasıdır. Her iki ölçütü beraber değerlendirip daha doğru sonuç alınmasına katkı sağlar.

F-Measure: 2*(Kesinlik * Duyarlılık) / (Kesinlik + Duyarlılık)

6. KULLANILAN VERİ KÜMESİ VE DENEYSEL ÇALIŞMA

6.1. KDD'99 Veri Kümesi

KDD'99 veri seti saldırı tespit sistemlerinin değerlendirilmesi alanında kullanılan referans veri setlerinden biri olmuştur. KDD'99 veri seti ağ trafiği verilerine dayanan, eğitim ve test seti olmak üzere her biri 41 bağımsız öznitelik ve 1 tane bağımlı öznitelik içeren tam olarak belirli bir saldırı türüyle saldırı veya normal olarak etiketlenen sırasıyla 4.898.430 ve 311.029 kayıttan oluşur (Tavallaee ve ark., 2009; Aghdam ve Kabiri, 2016). Bu deneysel çalışmada eğitim için 494.020 kayıttan oluşan %10'luk eğitim seti kullanılmaktadır. KDD'99 veri setinde yer alan saldırı türleri aşağıda gösterilmektedir.

6.2. Saldırı Türleri

1. Hizmet Engelleme (Denial of Service - DoS)
2. Kullanıcı Hesabının Yönetici Hesabına Yükseltilmesi (User to root - U2R)
3. Yönetici Hesabı ile Yerel Oturum Açma (Remote to Local - R2L)
4. Bilgi Tarama (Probe):
5. Normal

6.3. Veri Ön İşleme

1. Veri setinde bulunan "num_outbound_cmds" sütunu sadece 0 değerinden oluştuğundan dolayı modellere bir katkı sağlamadığı için kaldırılmıştır.
2. Saldırı türlerini algoritmaların ikili sınıflandırma üzerindeki performanslarını karşılaştırabilmek amacıyla "saldırı" ve "normal" olmak üzere etiketlenmiş. Daha sonra bu ifade şekli LabelEncoder kullanılarak {0, 1} ikili gösterim şeklinde kodlanmıştır.
3. Veri setinde kategorik değerlere sahip olan "protocol_type", "service" ve "flag" sütunları LabelEncoder kullanılarak sayısal olarak kodlanmıştır.

6.4. Deneysel Çalışma

Yukarıdaki veri ön işleme adımlarından sonra XGBoost algoritmasının varsayılan parametrelerle (tahminci sayısı = 100, Öğrenme Oranı=0.3, reg_alpha=0, reg_lambda=1) ve Rastgele Orman algoritmasının varsayılan parametrelerle (tahminci sayısı = 100) eğitim ve test veri setlerindeki performansları incelenmiştir.

Tablo 2. KDD'99 Eğitim Veri Seti Üzerindeki İkili Sınıflandırma Sonucu

	Doğruluk (Accuracy)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-ölçütü (F-measure)
XGBoost	%99,98	%99,97	%99,98	%99,97
Rastgele Orman	%99,99	%99,99	%99,99	%99,99

Tablo 3. KDD'99 Test Veri Seti Üzerindeki İkili Sınıflandırma Sonucu

	Doğruluk (Accuracy)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-ölçütü (F-measure)
XGBoost	**%93,01**	**%86,83**	**%95,47**	**%90,10**
Rastgele Orman	%92,76	%86,48	%95,32	%89,79

7. SONUÇ VE GELECEKTEKİ ÇALIŞMA

Tablo 2'ye bakıldığında Rastgele Orman algoritmasının eğitim verileri üzerindeki performans metriklerinin hepsinde daha başarılı olduğu görülmektedir. Tablo 3'e bakıldığında XGBoost algoritmasının doğruluk ölçütü değeri Rastgele Orman algoritmasının doğruluk ölçütü değerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum XGBoost algoritmasının sınıflandırma performansının Rastgele Orman algoritmasından biraz daha iyi olduğunun bir göstergesidir. Kesinlik ölçütüne bakıldığında XGBoost algoritmasının Rastgele Orman algoritmasına göre gerçekte pozitif ve negatif değerlerin sınıflandırılmada biraz daha başarılı olduğu görülmektedir. Duyarlılık ölçütüne bakıldığında XGBoost algoritmasının Rastgele Orman algoritmasına göre gerçekte pozitif olan değerlerin sınıflandırılmada biraz daha başarılı olduğu görülmektedir.

Tüm bu sonuçlar XGBoost algoritmasının ağ tabanlı saldırıları tespit etmede Rastgele Orman algoritmasına göre biraz daha başarılı bir sınıflandırma yaptığını ortaya çıkarmaktadır. Gelecekte farklı makine öğrenme algoritmalarını da saldırı tespitine dâhil ederek çoklu sınıflandırma performanslarının karşılaştırılması üzerine bir çalışma yapılması düşünülmektedir. Ayrıca öznitelik seçim tekniklerinin algoritmalar üzerindeki başarıya etkileri veya algoritmaların farklı parametrelerinin sınıflandırma üzerindeki performansları incelenebilir.

KAYNAKLAR

Aghdam, M. H., & Kabiri, P. (2016). Feature Selection for Intrusion Detection System Using Ant Colony Optimization. *IJ Network Security*, *18*(3), 420-432.

Akar, Ö., & Güngör, O. (2012). Rastgele orman algoritması kullanılarak çok bantlı görüntülerin sınıflandırılması. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, ss*, 139-146.

Anderson, J. P., *Computer Security Threat Monitoring and Surveillance*, James P Anderson Co, Fort Washington, Pennsylvania, Tech. Rep., April 1980

Bilgin, M. (2018). *Makine Öğrenmesi*. Papatya Yayincilik, Istanbul.

Breiman, L., Cutler, A., *Random Forests*, 10 Haziran 2020 tarihinde Berkeley Üniversitesi: https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/RandomForests/cc_home.htm adresinden alındı.

Brownlee, J., *A Gentle Introduction to XGBoost for Applied Machine Learning*, 10 Haziran 2020 tarihinde https://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-xgboost-applied-machine-learning/ adresinden alındı.

Chen, T., & Guestrin, C. (2016, August). Xgboost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining* (pp. 785-794).

Kalayci, T. E. (2018). *Kimlik hırsızı web sitelerinin sınıflandırılması için makine öğrenmesi yöntemlerinin karşılaştırılması*. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 24(5).

Kotan, K. (2019). *Comparative analysis of classification techniques for network anomalies management* (Master's thesis, Hasan Kalyoncu Üniversitesi).

Kurt, E. M. (2019). *Apache spark ve makine öğrenmesi algoritmaları ile ağ saldırısı tespiti* (Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi).

Liao, H. J., Lin, C. H. R., Lin, Y. C., & Tung, K. Y. (2013). Intrusion detection system: A comprehensive review. *Journal of Network and Computer Applications*, *36*(1), 16-24.

Marsland, S. (2015). *Machine learning: an algorithmic perspective*. CRC press.

Morde, V., *XGBoost Algorithm: Long May She Reign!*, 10 Haziran 2020 tarihinde Medium Sitesinden: https://towardsdatascience.com/https-medium-com-vishalmorde-xgboost-algorithm-long-she-may-rein-edd9f99be63d adresinden alındı.

Öztemel, E. (2012). *Yapay sinir ağları*. Papatya.

Scarfone, K., & Mell, P. (2012). *Guide to intrusion detection and prevention systems (idps)* (No. NIST Special Publication (SP) 800-94 Rev. 1 (Draft)). National Institute of Standards and Technology.

Sharma, A., *Confusion Matrix in Machine Learning*, 10 Haziran 2020 tarihinde https://www.geeksforgeeks.org/confusion-matrix-machine-learning/#:~:text=A%20confusion%20matrix%20is%20a,the%20performance%20of%20an%20algorithm. adresinden alındı.

Simon, H. A. (1983). Why should machines learn?. In *Machine learning*. Morgan Kaufmann.

Tavallaee, M., Bagheri, E., Lu, W., & Ghorbani, A. A. (2009, July). A detailed analysis of the KDD CUP 99 data set. In *2009 IEEE symposium on computational intelligence for security and defense applications* (pp. 1-6). IEEE.

Verma, P., Anwar, S., Khan, S., & Mane, S. B. (2018, July). Network intrusion detection using clustering and gradient boosting. In *2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)* (pp. 1-7).

GERÇEK ZAMANLI SICAKLIK VERİSİ İZLEMEK İÇİN WEB TABANLI BİR SİSTEM TASARIMI

Sinan UĞUZ
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
sinanuguz@isparta.edu.tr

Özet
Sıcaklık verilerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi otomasyon olmak üzere birçok uygulama alanı için önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle nesnelerin interneti uygulamalarında farklı algılayıcılardan elde edilen verilerin web tabanlı izlenmesi son dönemde oldukça popüler uygulamalar arasında görülmektedir. Bu çalışmada kablosuz olarak iletilen sıcaklık verilerinin web tabanlı bir uygulama aracılığı ile izlenmesine dönük bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin donanım kısmını Bluetooth ile haberleşen Arduino temelli bir modül oluşturmaktadır. Kablosuz olarak PC'ye iletilen sıcaklık verileri Python dili ile yazılmış sunucu-istemci yazılımı ile oluşturulan web ara yüzünde gerçek zamanlı olarak izlenmiştir. Web sayfası Google Cloud platformu üzerinden yayınlanmıştır. Çalışmanın Bluetooth iletim alanında olmak koşuluyla her türlü anlık sıcaklık izleme uygulaması için kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık verisi, Arduino, Gerçek zamanlı izleme, Web tabanlı sistem

A WEB-BASED SYSTEM DESIGN FOR REAL-TIME TEMPERATURE DATA MONITORING

Abstract
Real-time monitoring of temperature data has an important place for many application fields including automation. Especially in Internet of Things applications, the web based monitoring of data obtained from different sensors has been seen among the popular applications recently. In this study, a system was developed for monitoring the temperature data transmitted wirelessly via a web-based application. The hardware part of the system consists of an Arduino based module that communicates via Bluetooth. The temperature data transmitted to the PC wirelessly were monitored in real-time on the web interface created with the server-client software written in Python language. The web page has been published on the Google Cloud platform. It is thought that the study can be used for real-time temperature monitoring applications provided that it is in the Bluetooth transmission area.

Keywords: Temperature data, Arduino, Real-time monitoring, Web based system

1. GİRİŞ

Gerçek zamanlı veri izleme sistemleri günümüzde nesnelerin interneti uygulamalarının yaygınlaşması ile birlikte farklı uygulama türleri ile gündeme gelmektedir. Arduino ya da Raspberry pi gibi geliştirme kartları ile ya da mikrodenetleyici temelli gömülü sistem uygulamaları ile algılayıcılardan kolaylıkla veri okunabilmektedir. Dolayısıyla bu alanda karşılaşılan problemler veri okumaktan çok, verinin gösterim şekli ile ilgilidir. Okunan veriler için gerçek zamanlı gösterim noktasında farklı ortam alternatifleri söz konusudur. Veriler gerçek zamanlı olarak bir masaüstü uygulama vasıtasıyla gösterilebileceği gibi bir web sayfasında ya da bir mobil uygulama aracılığı ile de gösterilebilmektedir. Bu konu ile ilgili yakın zamanda yapılan çalışmalar incelendiğinde Yilei ve Airong (2017) çalışmalarında, 32 bit ARM Cortex-M3 çekirdekli bir mikro denetleyiciye dayanarak geliştirdikleri gömülü sistemde, DS18B20 sıcaklık algılayıcısı ile ölçtükleri bilgileri nRF24L01 kablosuz haberleşme modülü aracılığı ile ileten gerçek zamanlı bir sistem ortaya koymuşlardır. Seralar için tasarladıkları sistem ile seradaki sıcaklık değerinin belirlenen eşik değerini geçmesi durumunda sistemin otomatik olarak alarm vermesi düşünülmüştür.

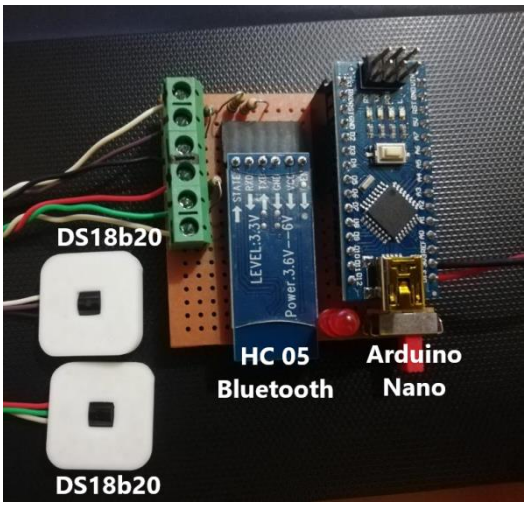
Veriler TFTLCD üzerinde anlık olarak görülebilmekle beraber bu çalışmada masaüstü ya da web tabanlı bir uygulama geliştirilmemiştir. Saha ve Majumdar (2017), bir veri merkezindeki farklı bölgelerdeki sıcaklık bilgilerinin izlenebilmesi amacıyla bir nesnelerin interneti uygulaması

geliştirmişlerdir. SMS ya da e-posta mesajları ile belirli sıcaklık seviyeleri aşıldığında veri merkezi görevlilerinin anında bilgilendirilmesini amaçlayan sistem ESP8266, Wi-Fi router ve kablosuz algılayıcı ağ (KAA) teknolojilerine dayanan bir yapı üzerine kurulmuştur. Ubidots adlı nesnelerin interneti platformu kullanılarak geliştirilen ara yüz yazılımı ile algılayıcılardan okunan sıcaklık verileri gerçek zamanlı olarak izlenmiş ve aynı platform kullanılarak aşırı değerler okunduğunda SMS ya da e-posta uyarıları için geliştirmeler yapılmıştır. (Chatterjee ve ark., 2017) çalışmalarında Bluetooth ve LM35 sıcaklık algılayıcısı kullanarak Arduino tabanlı gerçek zamanlı sıcaklık izleme ve kaydetme sistemi geliştirmişlerdir. Elde edilen gerçek zamanlı sıcaklık bilgileri, tasarlanan temel bir hibrit mobil uygulama (Android, Windows, ios) aracılığıyla MATLAB grafik kullanıcı ara yüzünde ve cep telefonlarında gözlemlenmiştir. Bir alarm durumu oluştuğunda önceden atanmış bir cep telefonuna uyarı mesajları göndermek için GSM modülü de kullanılmıştır. (Dhammi ve ark., 2019) ise daha yüksek derecelerdeki sıcaklıkları ölçmek için kullanılan termokupl algılayıcılarının ölçtüğü verileri kablosuz algılayıcı ağlar ile izlemeye dönük bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. KAA modülü olarak Digi firmasının Xbee serisi modüller kullanılmış ve modüller aracılığı ile iletilen veriler Java ile geliştirilmiş bir uygulama ile izlenmiştir.

Çobanoğlu ve Şentürk (2015), mekanik ve aviyonik (hava araçları) test ve ölçü aletleri için kalibrasyon laboratuvarlarının sıcaklık ve nem değerlerinin sürekli olarak gözlemlenerek kayıt altına alınmasında kullanılan sayısal bir ölçü aleti önerilmiş ve bu amaçla bir uygulama geliştirilmiştir. Arduino tabanlı uygulamada DHT11 algılayıcısı ile elde edilen veriler SD kart içerisinde depolanmıştır. Ancak bu çalışmada da herhangi bir masaüstü ya da web tabanlı izleme ortamı oluşturulmamıştır. Gharghan (2017) çalışmasında GSM modemi, bir hastanın ateşi arttığında acil durum olarak SMS aracılığıyla doktorları gerçek zamanlı olarak uyaran PIC16F877A ve GSM modem destekli bir sistem geliştirmişlerdir. GSM ve mikro denetleyicinin güç tüketimini azaltmak için uyku moduna dayanan enerji tasarruflu bir algoritma uygulanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Gerçekleştirilen çalışmanın ilk aşamasını sıcaklık algılama modülünün tasarlanması oluşturmaktadır. Şekil 2'de görülen sıcaklık algılama modülü Arduino Nano geliştirme kartı, iki adet DS18b20 sıcaklık algılayıcısı, HC-05 bluetooth modülünden oluşmaktadır. Sıcaklık algılayıcılarının farklı bölgelere daha kolay yerleştirilebilmesi amacıyla 3D yazıcıdan özel aparatlar tasarlanmış ve modüller bu aparatların içine yerleştirilmiştir. Modülün güç kaynağı olarak 9V harici pil kullanılmıştır.



Şekil 1. Sıcaklık algılama modülü

Modül tasarımı gerçekleştirildikten sonra algılayıcı tarafından okunan sıcaklık verilerinin bluetooth modül ile seri olarak gönderilmesini sağlayan kodlar Arduino Nano içerisine yazılmıştır. Bu aşamada gerçekleştirilen testlerde verilerin seri haberleşme ile okunabildiği görülmüştür.

Çalışmanın sonraki aşamasında ise web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Web tabanlı uygulama için Flask adlı Python tabanlı web framework'ü kullanılmıştır. Çalışmanın istemci tarafındaki kodları için Socketio, threading, time ve serial kütüphaneleri kullanılmıştır. Socketio gerçek zamanlı web uygulamaları için kullanılan bir kütüphanedir. Web istemcileri ve sunucuları arasında gerçek zamanlı, çift yönlü iletişim sağlamaktadır. Threading modülü ile paralel işlemler yapılabilmesi sağlanırken time modülü ile işlemleri zaman bilgisi öğrenilmektedir.

Web sayfasının localhost haricinde görüntülenebilmesi için bir Google hizmeti olan ve sunucu alt yapı hizmeti sağlayan Gcloud kullanılmıştır. Şekil 2'de görülen web tabanlı uygulama için Google gcloud üzerinde bir hesap oluşturulmuş ve proje için bir sanal makine başlatılmıştır. Gcloud tarafından tahsis edilen Ip adresi üzerinden de web sayfası görüntülenerek gerçek zamanlı olarak sıcaklık bilgileri izlenebilmiştir.



Şekil 2. Geliştirilen web tabanlı uygulama

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada sıcaklık verilerinin gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi için Arduino temelli Bluetooth ile sıcaklık verisi transfer edebilen bir modül geliştirilmiştir. Geliştirilen modül ile elde edilen sıcaklık verileri bir web sayfası üzerinden izlenebilmiştir. Yazılım noktasında Python dili ile geliştirilmiş Flask adlı kütüphane kullanılmıştır. Çalışma sonucunda geliştirilen sistemin başarıyla sıcaklık verilerini Bluetooth çekim alanı içerisinde aktararak web sayfasında gerçek zamanlı olarak gösterebildiği görülmüştür.

Benzer çalışmalar geliştirecek araştırmacıların daha fazla mesafede sıcaklık verilerini iletebilecekleri haberleşme teknikleri kullanmaları önerilebilir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan Flask adlı kütüphane dışında eğer Python tabanlı daha gelişmiş bir kütüphane olan Django'yu kullanabilirler. Bu çalışma için kablosuz algılayıcı ağlar için geliştirilen modüller ile desteklenirse nesnelerin interneti uygulaması halini de alabilir. Ayrıca daha fazla iletişim portu ve daha hızlı veri iletişimi için Raspberry pi

geliştirme kartı üzerinde de çalışmalar yapılabilir. Ayrıca çalışmanın mobil uygulamasının da geliştirilmesi ile farklı bir akıllı telefonlarda daha efektif kullanımı sağlanabilir. Geliştirilen uygulamanın başta giyilebilir teknolojiler olmak üzere tarım, üretim endüstrisi, sağlık, spor vb. bir çok alana entegre edilerek farklı uygulamalarda kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Chatterjee S., Gupta R. (2017). Arduino based real-time wireless temperature measurement system with GSM based annunciation. International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP), Chennai, pp. 0840-0844, doi: 10.1109/ICCSP.2017.8286484.

Çobanoğlu, B., Şentürk, A. (2015). Kalibrasyon Laboratuvarları İçin Sayısal Sıcaklık-Nem Ölçer Kayıt Cihazının Tasarım ve Gerçekleştirimi. Sakarya University Journal of Science, 19(3), 371-375.

Dhammi R. K., Soni K. M., Selvam S., Singh P. (2019). Real Time Monitoring of High Temperature of Remote Places Using Wireless Sensor Network Without use of any Peripheral Hardware. 6th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN), Noida, India, pp. 850-853, doi: 10.1109/SPIN.2019.8711618.

Gharghan S.K. (2017). Energy-Efficient Remote Temperature Monitoring System for Patients Based on GSM Modem and Microcontroller. JCM, 12, 433-442.

Saha S., Majumdar A. (2017). Data centre temperature monitoring with ESP8266 based Wireless Sensor Network and cloud based dashboard with real time alert system. Devices for Integrated Circuit (DevIC), Kalyani, pp. 307-310, doi: 10.1109/DEVIC.2017.8073958.

Yilei F., Airong W. (2017). The design of real-time temperature monitoring based on embedded operating system, Chinese Automation Congress (CAC), Jinan , pp. 3400-3403, doi: 10.1109/CAC.2017.8243367.

HAVA LİMANLARINDA ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Havva GÜLENÇ
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
havva_gulenc@hotmail.com

Kadriye OKTOR
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
oktor@kocaeli.edu.tr

Ercan ARPAZ
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
earpaz@kocaeli.edu.tr

Özet
Teknolojik gelişmeler ve hızlı nüfus artışı ile birlikte çeşitli ulaşım araçlarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Günümüzde hava taşıtlarının da kara taşıtları kadar yaygınlaştığı görülmekte ve bu ihtiyaç neticesinde ülkemizde birçok noktada yeni hava limanları inşa edilmektedir. Artan hava trafiği yeni gürültü problemlerini ortaya çıkarmakta ve bu konuda yeni önlemler alınmasını zaruri kılmaktadır.
Gürültü ile ilgili Avrupa Birliği Konseyi tarafından çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi İle ilgili 18.07.2002 tarihli Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi'nde bir direktif yayınlanmıştır. Ülkemizde de gürültünün azaltılması gayesi ile Çevresel Gürültü Direktifine uyumlu olarak ''Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'' yürürlüğe girmiştir. Ülkemizdeki bütün çalışmalara bu yönetmelik çerçevesinde yön verilmiştir. Çalışma kapsamında Sabiha Gökçen Hava Limanı'nın genel özellikleri, bulunduğu coğrafi konum, sahip olunan meteorolojik etkenler incelenmiştir. Sabiha Gökçen Hava Limanı çevresinde beş farklı noktada uçakların iniş ve kalkışları esnasında gece, gündüz ve akşam ölçümleri alınmıştır. Ölçüm sonuçları Çevresel Gürültünüm Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmiştir. Uçaklarda gürültüye sebep olabilecek etkenler araştırılarak, uçak gürültüsünün azaltılması konusunda alınabilecek tedbirler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uçak Gürültüsü, Hava Limanlarında Gürültü, Havacılık Tarihi

EVOLATION OF ENVIROMENTAL NOISY AT AIRPORT

Abstract
Abstract- With the technological developments and rapid population growth, the need for various means of transportation is gradually increasing. Today, it is seen that aircraft are becoming as common as land vehicles, and new airports are being built in many points in our country as a result of this need. Increased air traffic creates new noise problems and makes it necessary to take new measures in this regard. A directive was published in the Official Journal of the European Communities on 18.07.2002 on the Evaluation and Management of Environmental Noise by the European Union council on noise. In order to reduce noise in our country, "Regulation on Assessment and Management of Environmental Noise" entered into force in accordance with the Environmental Noise Directive. All studies in our country have been directed within the framework of this regulation. Within the scope of the study, the general characteristics of the Sabiha Gökçen Airport, its geographical location, the meteorological factors owned were investigated. During the landing and take-off of the aircraft at five different points around Sabiha Gökçen Airport, night, day and evening measurements were taken. Measurement results were evaluated within the scope of Environmental Noise Assessment Management and Regulation. By investigating the factors that may cause noise in aircraft, measures to reduce aircraft noise were determined.

Keywords: Aircraft Noisy, Noisy At Airports, Aviation History

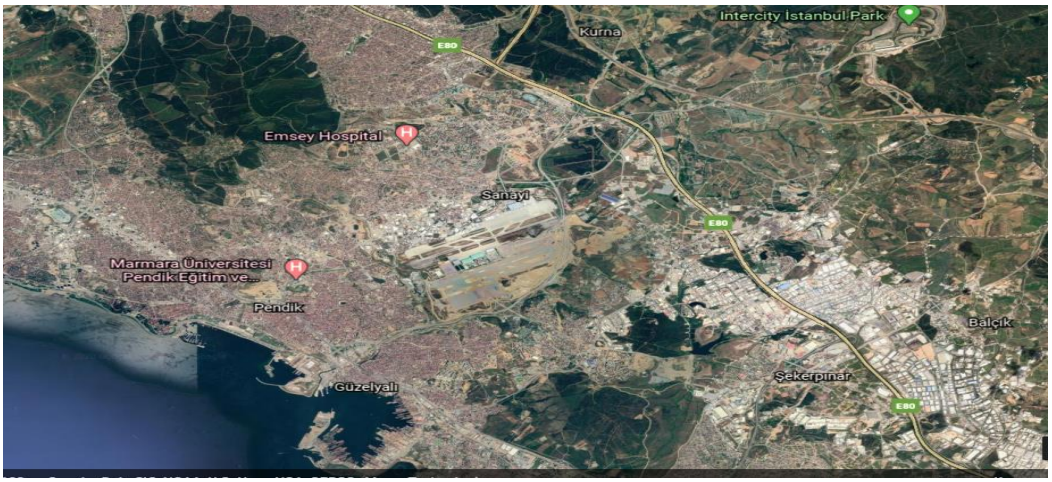
1. GİRİŞ

İnsanoğlunun hayatında huzur ve sükûnetin değeri hiçbir varlık ile değiştirilemeyecek kadar yüksektir. Günümüzde yaşadığımız çevrenin kalitesini, hoş görüntüsünü ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen önemli faktörlerden biri de gürültüdür. Gürültüyü, insanların fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş başarısını azaltan, çevrenin sessizliğini azaltarak ya da yok ederek niteliğini değiştiren hoşa gitmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisi olarak tanımlayabiliriz. Teknolojik gelişmeler ile birlikte makineleşme ve endüstri alanındaki gelişmeler giderek ulaşım faaliyetlerinin artmasına ve ulaşım araçlarının önemli gürültü kaynakları haline gelmesine neden olmuştur. Karayolu gürültüsü tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli gürültü kaynaklarındandır. Havayolu gürültüsü, de bu sektörün gelişmesi ile birlikte özellikle havalimanı yakınlarında önemli gürültü problemleri oluşturmaktadır. (Emekli, 2019). Gürültü ile ilgili Avrupa Birliği konseyi tarafından çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi İle ilgili 18.07.2002 tarihli Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesinde (2002/49/EC) bir direktif yayınlanmıştır. Ülkemizde de gürültünün azaltılması gayesi ile Çevresel Gürültü Direktifine (2002/49/EC) uyumlu olarak ‘’Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’’ yürürlüğe girmiştir. Ülkemizdeki bütün çalışmalara bu yönetmelik çerçevesinde yön verilmiştir. Teknolojik gelişmeler ve hızlı nüfus artışı ile birlikte çeşitli ulaşım araçlarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Günümüzde hava taşıtlarının da kara taşıtları kadar yaygınlaştığını görmekte ve bu ihtiyaç neticesinde ülkemizde birçok noktada yeni hava limanları inşa edilmektedir, artan hava trafiği yeni gürültü problemleri ortaya çıkarmakta ve bu konuda yeni önlemler alınmasını zaruri kılmaktadır. (Danışman, 2010). Çalışma kapsamında Sabiha Gökçen Havalimanının genel özellikleri bulunduğu coğrafi konumu incelemiştir. Havalimanı çevresinde uçakların gürültüleri ölçülmüş, ve ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir. Türkiye’de toplam, 48 ilde olmak üzere faaliyette bulunan 58 hava limanı yer almaktadır. Bu hava limanlarının 37 sinde uluslararası uçuşlar gerçekleştirilmekte ve 18’i de askeri amaçla kullanılmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Yapılan Alan

Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı, İstanbul’un Pendik ilçesi sınırları içerisinde inşa edilmiştir. Havalimanı adını, Türkiye'nin ilk kadın pilotu ve dünyanın ilk kadın savaş pilotu olan Sabiha Gökçen'den almıştır. 2001 yılında hizmete giren 2019 yılında toplam 35.465.508 yolcu trafiğine ev sahipliği yapan Sabiha Gökçen Havalimanı, ülkenin ve İstanbul’un en işlek ikinci havalimanıdır İstanbul'un 2.büyük havalimanı olan Sabiha Gökçen, Kadıköy'e 35km, Taksim'e 40km ve İzmit şehir merkezine 69km uzaklıktadır. Havalimanı’ndan Koz yatağı, Kadıköy, Levent ve Bostancı’ya belediye otobüsleriyle, İzmit ve Taksim’e de havalimanı yolcu servisleriyle toplu ulaşım sağlanmaktadır. Havalimanı koordinatları 40°53'54" Kuzey ve 29°18'33" Doğu olup rakımı 95m (312ft)'dir. Şekil 1’de Havalimanının konumu gösterilmiştir. Şekil 2’den de görüldüğü gibi Havalimanında bulunan apron dizaynı ‘düz (linear)’ olarak isimlendirilen türdedir. Bu tip apron düzeninde, terminal binası içerisinde yeralan yolcu ve bilet işlemleri için daha fazla alandan faydalanılmaktadır. (Yılmaz ve Keskin, 2014).

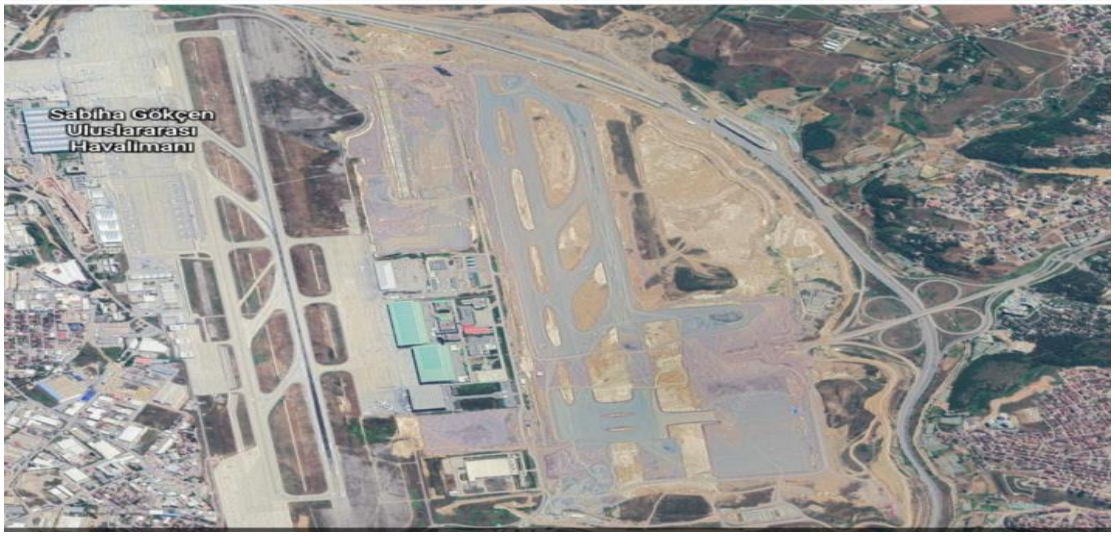


Şekil 1: Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı uydu fotoğrafı (Google Earth, 2020)



Şekil 2 : Düz (linear) tip apron (Google Earth, 2020)

Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı (SGIA), İstanbul İl sınırları içerisinde, Anadolu Yakası'nın doğu kısmında ve Boğaziçi Köprüsü'nün 28 km güneydoğusunda inşa edilmiştir.Sabiha Gökçen Havalimanında 45m genişlikte x 3000m uzunlukta 06/24 yönünde konumlandırılmış 1 pist bulunmaktadır. Sabiha Gökçen Havalimanının içerisinde 4 adet apron 1 adet pist ve pistlere ait taksirutlar bulunmaktadır. Ayrıca iç ve dış hatlar terminal binası, giriş kontrol binası, kule, itfaiye binası, garaj, emniyet binası, regülatör binası, güç merkezi, ısı merkezi, su deposu, gümrük binası bulunmaktadır. Bölge, yoğun yerleşim alanları ve ticari yapılara ev sahipliği yapmaktadır. Çoğunluk ile ticari yapılar kuzey kısımda yer almakta ve doğu bölgesinde de konut ve fabrikalar bulunmaktadır. Batı ve güney bölgelerinde çoğunluklu olarak boş araziler yer almaktadır. Havalimanı bünyesinde bulunan uzunluğu 3000m (9.842ft) olan tek pist 06/24 olarak isimlendirilen pisttir ve konumu şekil 3'te verilmiştir (Yılmaz ve Keskin, 2014). Sabiha Gökçen Havalimanında mevcut piste paralel olacak şekilde 3.500 m x 60 m boyutunda 2. bir pistin yapılması planlanmaktadır. Bağımsız operasyonlu paralel pist, A 380 dahil tüm uçaklara hizmet verebilecektir. 2014 yılı, başlarında başalayan projenin 2020 yıl sonuna kadar tamamlanacağı planlanmaktadır.



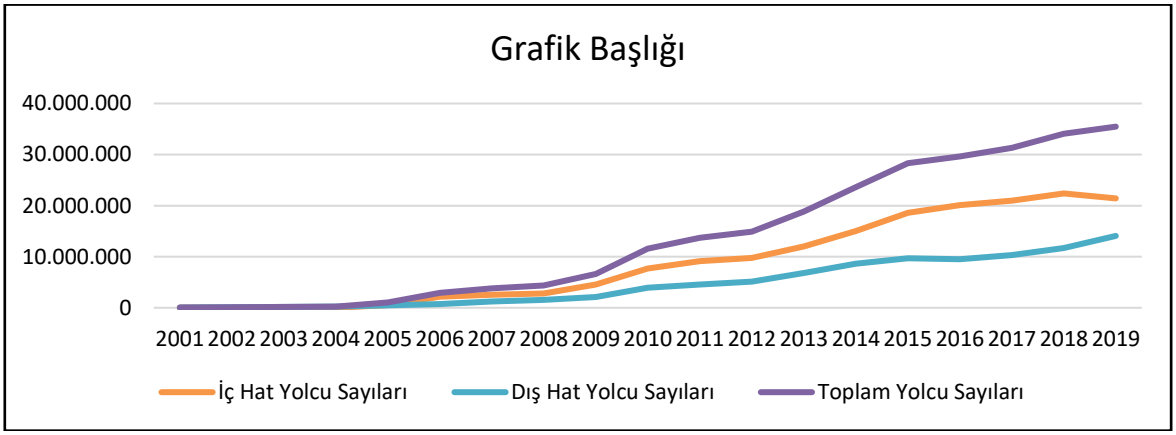
Şekil 3: Sağ tarafta birinci pist ve sol tarafta yapılmakta olan ikinci pist (Google Earth, 2020)

2.2. Ölçümde Kullanılan Cihaz



Şekil 4: Gürültü ölçüm cihazının ön ve arka yüzleri

Yapılan ölçümlerde 2250-Light, Brüel & Kjær'in en modern el tipi ölçüm cihazları olan 2250 ailesinin, sadece akustik uygulamalar için özelleştirilmiş cihazı kullanılmıştır. Opsiyonel olarak 1/1 ve 1/3 oktav bantlarında ayrıntılı frekans analizi yapabildiği için araştırma-geliştirme ve kalite kontrol amaçlı kullanımı da mümkündür. 120 dB dinamik aralık (20 - 140 dB aralığında kademe ayarı gerektirmeyen), 5 Hz - 20 kHz genişbant aralık, 12.5 Hz - 16 kHz oktav bant filtreleri mevcuttur. Cihazın yardımcı aparatları; ölçüme yardımcı yazılım, ses düzeyi kalibratörü SD hafıza kartı, tripod, mikrofon, mikrofon uzatma kablosu, veri transfer kablosudur. Cihaz yapılan ölçümleri anında raporlayabilir. Cihaz kullanıldığı esnada yetkili bir laboratuvar tarafından kalibrasyonu yaptırılmış olmalıdır. Ölçüme başlamadan önce her ölçüm öncesi ses düzeyi kalibratörü ile kalibre edilmelidir.



Şekil 5: Sabiha Gökçen Havalimanı yıllara göre yolcu sayısı değişimi

Tablo 1: Sabiha Gökçen Havalimanı 2019-2020 yılları arasında ki yolcu değişim yüzdesi

Dönem	İç Hat Yolcu Sayıları	Dış Hat Yolcu Sayıları	Toplam Yolcu Sayıları
2019 Ocak-Şubat	3.459.957	1.610.303	**5.070.260**
2020 Ocak- Şubat	3.259.812	2.278.723	**5.538.535**
% Değişim	-3%	21%	**6%**

3. Ölçüm İşlemi

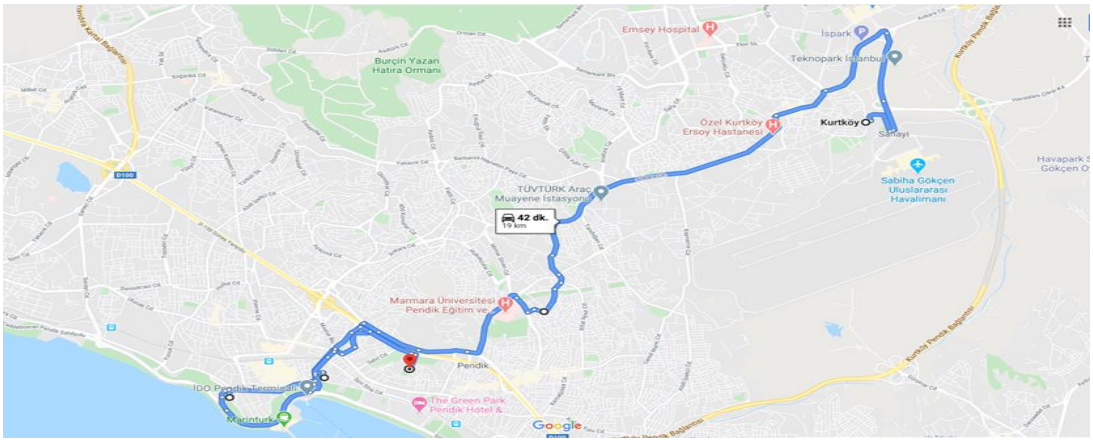
Bulunulan ortam şartları da ölçüm sonucu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Uçak ile alıcı ortam arasındaki mesafe, alıcı ortamın bulunduğu arazi koşulları, alıcı ortamın tepe de veya çukur bir bölgede yer alışı, var ise alıcı ortam etrafındaki yüksek yapılar, ağaçlandırmalar, ölçüm yapılan bölgenin yumşak veya sert bir zeminde oluşu gibi bir çok etken ölçüm sonuçlarını net olarak etkilemektedir. Ölçüm yapılan ortamın hava şartları da ölçüm sonucunu direk olarak etkilemektedir. Yağmurlu, aşırı sıcak, aşırı rüzgarlı havalarda sağlıklı bir gürültü ölçümü yapılamamaktadır. Rüzgar hızının 5m/sn yi geçtiği durumlarda gürültü ölçümü yapılmaması gerekmektedir.

Tablo 2: Gürültü ölçümü yapılan noktalar ve kordinatları

Nokta	Adres	Kordinat
		Enlem Boylam
1	Kurtköy Mah. Kanarya Cad.	40.912624,29.309973
2	Mareşal Fevzi Çakmak Mah. Anılar Sok.	40.886771,29.267460
3	Batı Mah. Gezi Boyu Cad.	40.874966,29.226034
4	Doğu Mah. Feti Bey Sok.	40.877721,29.238543
5	Kaynarca Mah. Ecenil Sok.	40.878888,29.249790

Sabiha Gökçen Havalimanı uçuş rotalarına göre iniş ve kalkış güzergahında bulunan beş farklı nokta, önceden keşif yapılarak Pendik sınırları içerisinde belirlenmiştir. Tablo 2'de ölçüm noktaları görülmektedir. Şekil 6'da da harita üzerinde ölçüm noktaları işaretlenmiştir. Ölçüm işlemlerinin tamamı 19.02.2020 tarihinde 24 saatlik zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4'de belirtilen noktalarda gece, gündüz ve akşam olmak üzere her bir noktada üç farklı ölçüm alınmış ve bu işlem beş farklı noktada tekrar edimiştir. 4,11,14 nolu ölçüm Doğu Mahallesinde, 1,7,8 nolu ölçüm Kurtköy Mahallesinde, 3,12,13 nolu ölçüm Batı Mahallesinde, 5,10,15 nolu ölçüm Kaynarca Mahallesinde, ve 2,6,9 nolu ölçüm Maraşel Fevzi Çakmak Mahallesinde aynı noktalarda gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi 2250-Light, Brüel & Kjær'in en modern el tipi ölçüm cihazı, yerden 1, 5 m yükseklikte tripod ile sabitlenerek gerçekleştirilmiştir. Yönetmelikte belirtilen gece, gündüz ve akşam zaman dilimlerine bağlı olarak ölçüm işlemleri tamamlanmıştır.



Şekil 6: Ölçüm yapılan noktalar harita işaretlenmiştir

4. Bulgular

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesi için bazı parametrelerin bilinmesi gerekmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Lgündüz:TS ISO 1996-2 de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın gündüz zaman diliminin tamamına göre belirlenmiştir.
Lakşam:TS ISO 1996-2 de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın akşam zaman diliminin tamamına göre belirlenmiştir.
Lgece:TS ISO 1996-2 de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın gece zaman diliminin tamamına göre belirlenmiştir.

Yönetmelikte belirtilen gece, gündüz ve akşam zaman dilimleri;
Gündüz: 07.00'den 19.00'a kadar olmak üzere 12 saat,
Akşam: 19.00'dan 23.00'e kadar olmak üzere 4 saat,

Gece: 23.00‘den 07.00‘ye kadar olmak üzere 8 saattir.

Tablo 3: İniş ve kalkış güzergahında yapılan gürültü ölçüm sonuçları

Nokta	Lgece	Lgündüz	Lakşam	Sıcaklık	Rüzgar
1	61,02	59,31	61,66	4-13 derece	3m/sa
2	68,22	72,46	70,04		1,m/sa
3	65,04	71,28	66,18		1,m/sa
4	66,6	72,62	66,64		1,m/sa
5	74,56	65,56	70,67		3m/sa

Tablo 4: İniş-kalkış esnasında ölçülen Lmax, Lmin, Leq değerleri

Ölçm No	Tarih	Leq	Lmax	Lmin	Yön
1	19.02.2020/06:34	62,23	65,73	55,43	İniş yönünde
2	19.02.2020/07:00	68,22	75,98	55,4	İniş yönünde
3	19.02.2020/16:11	71,28	76,71	60,57	Kalkış yönünde
4	19.02.2020/16:24	72,62	78,05	59,82	Kalkış yönünde
5	19.02.2020/16:36	65,56	74,2	50,85	Kalkış yönünde
6	19.02.2020/16:48	72,46	80,26	57,83	Kalkış yönünde
7	19.02.2020/18:43	59,31	63,78	55,82	İniş yönünde
8	19.02.2020/19:07	61,66	65,05	58,48	Kalkış yönünde
9	19.02.2020/19:33	70,04	78,03	61,16	İniş yönünde
10	19.02.2020/19:41	70,67	84,07	50,63	İniş yönünde
11	19.02.2020/22:43	66,64	73,86	52,16	İniş yönünde
12	19.02.2020/22:51	66,18	71,29	55,98	İniş yönünde
13	19.02.2020/23:01	65,04	71,9	47,7	İniş yönünde
14	19.02.2020/23:11	66,6	73,74	52,3	İniş yönünde
15	19.02.2020/23:19	74,56	81,54	61,12	İniş yönünde

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimeliği’nde yer alan havalimanları çevresel gürültü kriterlerinin 23 maddesinin 1 fıkrasının (a) bendinde ‘’ Stratejik gürültü haritası hazırlanması zorunlu olan hava alanının bulunduğu alan ve zaman dilimine bağlı olarak; bu Yönetmeliğin 20 nci maddesinin (a) bendi çerçevesinde yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, hava alanı çevresel gürültü düzeyleri Lgündüz ve Lgece cinsinden Tablo-3’de verilen sınır değerleri aşamaz.’’ ibaresi yer almaktadır. Yönetmelikte yer alan Tablo 3 aşağıda Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5: Havalimanı Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Alanlar	Küçük havaalanları (yılda elli binin altında iniş/kalkışın olduğu havaalanları)		Büyük havaalanları (yılda elli bin üstü iniş/kalkışın olduğu havaalanları) veya askeri havaalanları	
	Lgündüz (dBA)	Lgece (dBA)	Lgündüz (dBA)	Lgece (dBA)
Gürültüye duyarlı alanalr(eğitim, kültür ve sağlık alanalrı), yazlık yerleşim alanalrıve kamp yerleri Otel, motel yazlık yerleşim yerleri ve kamp yerleri	63	53	68	58
Yerleşim alanları	65	55	70	60
Karışık (yerleşim alanları, işyerleri, endüstri ve benzeri.)	67	57	72	62
Endüstriyel alanlar	70	60	75	65

Sabiha Gökçen Havalimanı yılda elli binin üzerinde iniş/kalkışın olduğu büyük havalimanları arasında yer almaktadır. Gürültü ölçümü yapılan beş noktada yerleşim alanı kategorisindedir, bu sebep ile Lgündüz değeri 70 dB ve Lgece değeri 60 dB kabul edilerek değerlendirme yapılmıştır. Tablo 3-de yer alan ölçüm sonuçları Tablo 5-de yer alan sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda 2, 3 ve 4 noktalı adreslerde 70 dB olan Lgündüz sınır değerinin aşıldığı görülmüştür. 60 dB olan Lgece sınır değeri karşılaştırıldığında 1,2, 3, 4 ve 5 noktalı adreslerde yani tüm ölçüm noktalarında sınır değerin aşldığı tespit edilmiştir.

En yüksek ölçüm değeri 74,56 dB ile Kaynarca Mahallesinde kaydedilmiştir, ayrıca yapılan ölçüm esnasında bu noktada uçağın diğer noktalara göre konutlara daha yakın olduğu gözlenmiştir. Kaydeilen en düşük ölçüm değeri ise 59,31 dB ile Kurtköy Mahallesinde kaydedilmiştir. Ölçüm noktaları arasında uçağın konutlara en yakın olduğu alanın Kaynarca Mahallesi ve Mareşal Fevzi Çakmak Mahallesinin yer aldığı 2 ve 5 nolu adresler, uçağın konutlara en uzak olduğu alanın ise Kurtköy Mahallesinde yer alan 1 nolu alan olduğu gözlemlenmiştir. Buradan alıcı konut ile uçaklar arasında ki mesafe arttıkça maruz kalınan gürültü desibelinin azaldığı, mesafe azaldıkça maruz kalınan gürültü desibelinin arttığı yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 4'e baktığımızda 4,11,14 nolu ölçüm Doğu Mahallesinde, 1,7,8 nolu ölçüm Kurtköy Mahallesinde, 3,12,13 nolu ölçüm Batı Mahallesinde, 5,10,15 nolu ölçüm Kaynarca Mahallesinde, ve 2,6,9 nolu ölçüm Maraşel Fevzi Çakmak Mahallesinde aynı noktalarda gerçekleştirildiği bilinmektedir. Eşdeğer sürekli ses düzeyine (Leq) göre iniş ve kalkış yönündeki uçuş değerleri incelenmiştir. Her bir noktada alınan üç ölçümden birisi iniş, ikisi kalkış yönündedir. Kalkış yönünde kaydedilen 5 adet ölçüm arasında en yüksek değer 72,46 dB ile Kaynarca Mahallesinde, en düşük değer ise 61,66 dB ile Kurtköy Mahallesinde kaydedilmiştir. İniş yönündeki uçuşları eşdeğer sürekli ses seviyesine göre değerlendirdiğimizde iniş yönünde en yüksek değer 74,56 dB ile Kaynarca Mahallesinde, en düşük değer ise 59,31 dB ile Kurtköy Mahallesinde kaydedilmiştir. Bu iki sonuçta daha önce bahsettiğimiz mesafe ile maruz kalınan gürültü arasındaki ilişki yorumunu destekler niteliktedir.

Şekil 5 ve Tablo 1'de Sabiha Gökçen Havalimanı'nda ki yolcu sayısının nüfus ile birlikte giderek arttığı görülmektedir. Mevcut havalimanı Pendik sınırları içerisinde bulunmaktadır, Yeni yapılacak

ikinci pist için Tuzla ilçesi sınırlarında 180 hektarlık alan kamulaştırılmıştır. Bu durumun hava limanının konutlara biraz daha yaklaşması ile birlikte uçak yoğunluğu ve gürültü problemlerini beraberinde getireceği ön görülmektedir.

KAYANKLAR

Danışman, A. (2010). Havalimanı Kaynaklı Çevresel Etkiler: Ankara Esenboğa Havalimanı Örneği. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniverrsitesi, Ankara.

Emekli, M.A. (2019) Havalimanı Çevresindeki yapılarda Gürültü Denetiminde Kaynağa İlişkin özelliklerin Değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yılmaz, S. ve Keskin, O. (2014) Havalimanı Gürültü Haritalarının Hazırlanması: İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Öreneği. Yüksek lisans tezi, İstanbun Üniversitesi, İstanbul.

RG, 2010 Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği,4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazete.

Çevre ve Orman Bakanlığı, (2011) Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Klavuzu, Ankara.

Detam Danışmanlık Eğitim Teknik Araştırma ve Mühendislik Ltd. Şti. (2013) İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı 2 Pist ve Mütemminleri İnşaatı Çed Başvuru Dosyası, Ankara

Google Earth, 2020: Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Uydu Fotoğrafları

URL-1 10 Nisan 2020 tarihinde https://www.sabihagokcen.aero/kurumsal-bilgiler/havalimani/havalimani-trafik-raporu adresinden alındı.

URL-2 10 Nisan 2020 tarihinde https://www.sgairport.com/kurumsal/tarihce adresinden alındı.

URL-3 15 Nisan 2020 tarihinde http://proplan.com.tr/Urunler/titresim-ve-akustik/olcum-cihazlari/ses-olcum-cihazlari/2250-light adresinden alındı.

URL-4 15 Nisan 2020 tarihinde https://www.dhmi.gov.tr/sayfalar/istatistik.aspx/TÜRKİYE GENELİ HAVALİMANLARI UÇAK YOLCU VE YÜK TRAFİĞİ İSTATİSTİKLERİ VE TAHMİNLERİ adresinden alındı.

ŞANLIURFA'DA ANTEP FISTIĞINDAN ELDE EDİLEN *NEOSCYTALİDİUM DİMİDİATUM* ETMENİNE KARŞI BAZI FUNGUSİTLERİN İN VİTRO ETKİNLİKLERİ

Berfin KILINÇ
Harran Üniv. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü
Berfinkilinc13@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-7086-0255

M. Ertuğrul GÜLDÜR
Harran Üniv. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü
mguldur@harran.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-3374-5602

Özet
Son zamanlarda Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında görülen gövde çatlamaları, kabuk altı nekrozları ve dal kurumalarına yol açan, bölgemizde ve Türkiye'de Antepfıstığı alanlarında görülen *Neoscytalidium dimidiatum* olarak belirlenen yeni bir fungal hastalık etmeni rapor edilmiştir. Sorun teşkil eden bu etmene karşı beş adet fungisitin in vitro etkinlikleri çalışılmıştır. Çalışmadaki tüm fungusitlerin arazi şartlarındaki dozları baz alınarak laboratuvar koşullarına uyarlanmıştır. Saf olarak geliştirilen *Neoscytalidium dimidiatum* izolatlarından misel diskler alınıp hazırlanmış olan ilaç solüsyonlarına batırılarak PDA (Patato Dextrose Agar) ortamında Petri kaplarına ekimleri yapılmıştır. Kontrol grubu da aynı yöntemle fakat steril damıtılmış su kullanılarak yapılmıştır. Her uygulama üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çalışmada izolatların miselyal gelişme çapları üç gün boyunca her gün ölçülmüştür. Üç günlük gelişme sonucunda kontrol grubu miselleri tamamen Petriyi kapladıktan sonra fungusitlerin izolatlara karşı gösterdikleri % engelleme oranları her üç tekerrürün ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Ölçümler sonucunda, Azoxystrobin + Propiconazole aktif maddesi %88,49 engelleme oranı ile en etkili fungisit olarak tespit edilirken, ikinci etkili fungisit %85,51 ile Thiophanate methyl + Tetraconazole aktif maddesi, üçüncü etkili fungisit %77,77 ile Pyraclostrobin + Fluaxapyroxad aktif maddesi olmuştur. Dördüncü ve beşinci etkili olan fungisitler ise %8,73 ile Metrafenone aktif maddesi ve %4,56 ile Fosforoz asit aktif maddeli fungisitler olmuştur. Kontrol grubu Petrilerinde herhangi bir engellenme gözlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Antepfıstığı, fungisit, engelleme oranı, *Neoscytalidium dimidiatum*, in vitro

IN VITRO ACTIVITIES OF SOME FUNGICIDES AGAINST THE FACTOR OF *NEOSCYTALIDIUM DIMIDIATUM* OBTAINED FROM PISTACHIO IN ŞANLIURFA

Abstract
Recently Pistachio (Pistacia vera L.) seen trunk cracks leading to necrosis and branch dries under the crust in pistachio growing area and Turkey the fungal disease as called *Neoscytalidium dimidiatum* has been reported. In vitro activities of five fungicides were studied against this problematic factor. It was adapted to laboratory conditions based on the field corelation doses fungicides in the study. Mycelium discs were removed from pure *Neoscytalidium dimidiatum* isolates and immersed in fungicide solutions and transfered to petri dishes in PDA (Patato Dextrose Agar). The control group was made with the same method but using sterile distilled water. Each application was made in three replications. In the study, the mycelial growth diameters of the isolates were measured every day for three days. After three days of development, after the control group micelles completely covered the petri dish, the% blocking rates were calculated by taking the average of all three replications of fungicides against isolates. As a result of the measurements, the active substance Azoxystrobin + Propiconazole is determined as the most effective fungicide with 88,49% inhibition rate, while the second effective fungicide is 85,51% with Thiophanate methyl + Tetraconazole active substance, the third effective fungicide has been Pyraclostrobin + Fluaxapyroxad with 77,77%. fourth and fifth effective fungicides were 8.73% Metrafenone active substance and Phosphorous acid active fungicide with 4.56%. No inhibition was observed in the control group petri dishes.

Keywords: Pistachio, fungicide, blocking rate, *Neoscytalidium dimidiatum*, in vitro

1. GİRİŞ

Anacardiaceae familyasının 11 türünden biri olan Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) kabuklu meyveye sahip olan dioik bir bitkidir (Yavuz, 2016). Antep fıstığı meyve içeriğindeki antioksidantlar, proteinler, aroma, vitamin ve mineraller bakımından zengin olmasının yanı sıra kullanıldığı her gıda maddesinin lezzet ve kalitesini artırarak bölge üreticisine önemli katkılar sağlamaktadır (Arpacı, 2010). Pistacia türleri 30-45^0 enlem dereceleri arasında kuzey ve güney yarım kürelerdeki coğrafyalarda yayılış göstermekte ve buralardaki mikroklimalarda yetişebilmektedir (Hashim ve ark., 2018). Antepfıstığı, Orta Asya Gen Merkezi ve Yakın Doğu Gen Merkezi olmak üzere iki gen merkezine sahiptir (Ayfer, 1967). İstatistiklere yansıyan rakamlara göre Dünya'nın yaklaşık 21 ülkesinde Antepfıstığı üretimi yapılmaktadır (Yavuz ve ark., 2016). Üretimin %90'ından fazlası başta, Şanlıurfa, Gaziantep, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Siirt illerinin bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşmektedir (Anonim, 2017). FAO'nun istatistiki verilerine göre Dünya Antepfıstığı üretiminde 3. Sırada yeralan Türkiye için 2018 yılı Antepfıstığı üretim miktarı 240000 ton (TÜİK, 2020) olup 2019 yılı Antepfıstığı üretimini 31931 ton ile Şanlıurfa ili Türkiye üretiminde birinci sırada yerini almıştır (TÜİK, 2020).

Bölgemiz Antepfıstığının gen merkezinde bulunması ve fazla seçici olmayan iklim ve toprak özelliklerine sahip oluşu bu ürünün yetiştirilmesini mümkün kılmaktadır (Anonim, 2011). Antepfıstığı yetiştiriciliğinde karşılaşılan ve çözülmesi gereken başlıca problemler vardır. Bu problemlerden bir tanesi bir biyotik faktör olan bitki koruma problemleridir. Bunlar hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlardır. Türkiye'de ve Şanlıurfa'da Antepfıstığı ağaçlarında son zamanlarda sorun teşkil eden ve ağaçları tahrip eden *Neoscytalidium dimidiatum* adındaki bir fungal hastalık etmeni tespit edilmiştir (Derviş ve ark., 2019).

Neoscytalidium dimidiatum ilk olarak 1933'te İngiliz mikolog Dr. Rolland Marshall Nattrass tarafından Mısır'daki hastalıklı meyve ağaçlarında görülen *Hendersonula toruloidea* olarak tanımlanmıştır (Machouart ve ark, 2013). Daha sonra farklı isimlerle anılan bu hastalık etmeni *Neoscytalidium dimidiatum* olarak adlandırılmıştır (Crous, 2006). Fungusun bilimsel sınıflandırılması, Ascomycosa şubesi, Dothideomycetes sınıfı, Botryosphaeriales takımı, Botryosphaeriaceae familyası, Neoscytalidium cinsi, *Neoscytalidium dimidiatum* türü şeklinde yapılmıştır (Christon, 2016). *Neoscytalidium Dimidiatum* çok sayıda bitki konukçusunda hastalıklara neden olan dematiuslu bir fungustur (Crous ve ark., 2006). İnsanlarda klinik olarak dermatofitoza benzeyen çoğunlukla el ve ayaklarda kronik yüzeysel enfeksiyonlar meydana getirir (Singler ve ark., 1997). Morfolojik olarak kültürler hızla büyüyür, başlangıçta miseller açık renkte ve koyu kahverengi, daha sonra yaşla birlikte siyaha dönüşür Mycelia tek başına veya artrik zincirlerde oluşan ve uzunluk-genişlik oranı ortalama 8.7 ± 3.5 µm x 4.5 ± 2.3 µm olan 0- ila 1-septat, silindirik-kesik veya çubuk şekilli, kalın duvarlı, hiyalinle kahverengi artroconidia'ya ayrılmıştır (Crous ve ark, 2006). Fungus, Güney Amerika, Karayipler, Asya ve Afrika'nın tropikal ve subtropikal bölgelerinde endemiktir, ancak göç ve seyahate ilişkin diğer endemik olmayan bölgelerden giderek daha fazla rapor edilmiştir (Dunn ve ark., 2003).
Neoscytalidium dimidiatum, dünyadaki değişik bölgelerde çok çeşitli odunsu konukçuları kolonize edebilme yeteneğine sahip olan ve fırsatçı olarak tanımlanan bir bitki patojeni bir bitki patojenidir (Von Arx, 1987). Kosta Rika'da (Retana ve ark., 2017) ve Florida'da (Sanahuja ve ark., 2016) kök ve meyve çürümesine, Çin'de (Yi ve ark., 2015), Pithaya hastalıklarına, Kaliforniya ve Brezilya'da asma (*Vitis vinifera*) geriye doğru ölümüne (Correia ve ark., 2016), narenciye (*Citrus* spp.) dal kanseri (Mayorquin ve ark., 2016), Çin'deki tatlı patates (*Dioscorea esculenta*)'in geriye doğru ölümü (dieback) (Lin ve ark., 2017), Mısır'daki süs incirlerinin kanser hastalığı (*F. nitida* ve *F. benjamina*) (Al-Bedak ve ark., 2018), gibi hastalık simptomları görülmüştür. Antep fıstığında hastalık oluşturan *N. dimidiatum* ile ilgili olarak ilk rapor ise Derviş ve ark., (2019), tarafından bildirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırmada Şanlıurfa'da 2019 yılında, Antep fıstığı yetiştirme alanlarında görülen, gövde kabuğunda meydana gelen çatlamalar, gövde kurumaları, kabuk altı nekrozları ve dal kurumaları belirtisi gösteren ağaçlardan (Şekil 1) örnekler alınmıştır. Bu örneklerden elde edilen *Neoscytalidium dimidiatum* hastalık etmenine karşı in vitro düzeyde farklı aktif madde ve kombinasyonlara sahip olan 5 adet fungisit kullanılarak (Tablo 1) fungisit denemesi yapılmıştır. Çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi fitopatoloji laboratuvarında yürütülmüştür.



Şekil 22. Antepfıstığı gövde kabuğunun çatlaması (a), gövdede kuruma ve yanma (b) ve kabuk altı nekrozu (c).

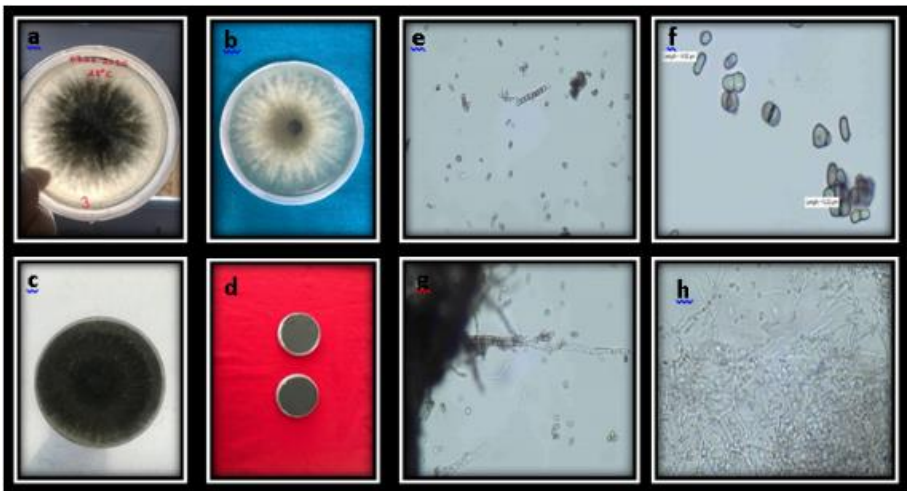
Tablo 4 Denemede kullanılan fungisitlerin ticari isimleri formülasyonları, arazi dozları ve aktif madde oranları

Aktif madde ve oranı	Formülasyon	Arazzi dozları (ml/L)	Ticari Adı
400 g/l Fosforoz Asit	SL (Suda Çözünen Konsantre)	4 ml/L	Driftçe
150 g/l Pyraclostrobin + 75 g/l Fluaxapyroxad	EC (Emülsiye Olabilen Konsantre)	0,8 ml/L	Priaxor
233 g/l Thiophanate-methyl + 70 g/l Tetraconazole	SE (Suspo-Emülsiyon)	1,6 ml/L	Yamato
500 g/l Metrafenone	SC (Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre)	0,2 ml/L	Vivando
62,5 g/l Propiconazole + 37,5 g/l Azoxystrobin	SC (Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre)	2m l/L	Altis

Antepfıstığı yetiştirme alanlarında hastalıklı gövde ve dallardan alınan örnekler laboratuvara getirilip izolasyonlar yapılmıştır (Şekil 2).



İzolasyon sonucu gövde çatlamalarından ve kabuk altı nekrozlarından *Neoscytalidium dimidiatum* etmeni tespit edilmiştir (Şekil 3).
Etmenin Petri kaplalarındaki gelişimi, şekli, rengi ve mikroskop altındaki görüntüsü daha önce antep



Şekil 24. izolasyonlar sonucunda saf olarak gelişen *Neoscytalidium dimidiatum* etmeninin 3 günlük gelişimi ön yüz (a) ve arka yüzü (b), aynı etmenin 5 günlük gelişimi sonucu gelişen siyah misel oluşturan ön(c) ve arka (d) yüzü, fungusun mikroskop altındaki görünümü; sırasıyla, artrik zincir, konidi, artrik misel ve melaninsiz oluşumlar (e, f, g, h)

fıstığında bu hastalık etmenini rapor eden Derviş ve ark., (2019)' nın elde ettikleri etmen ile bemzer özellikler göstermiştir. Antepfıstığı gövdelerinden elde edilen *Neoscytalidium dimidiatum* etmenine karşı farklı aktif maddelere sahip olan beş adet fungisitin in vitro etkinlikleri çalışılmıştır (tablo 1). Çalışmadaki tüm fungusitlerin arazi şartlarındaki dozları baz alınarak ve laboratuvar koşullarında (ml/L düzeyinde) seyreltmeler yapılarak testlenmiştir. Saf olarak geliştirilen 5 günlük *Neoscytalidium dimidiatum* izolatlarından misel diskler alınıp hazırlanmış olan ilaç solüsyonlarına 5 saniyelik sürelerle batırılıp PDA (Patato Dextrose Agar) ortamında Petri kaplarının merkezine ekimleri yapılmıştır. Kontrol grubu da aynı yöntemle fakat steril damıtılmış su kullanılarak yapılmıştır. Her uygulama üç tekerrürlü olarak yapılmış olup tüm petriler 25˚C' ye ayarlanmış olan inkübatöre konulmuştur (şekil 4).



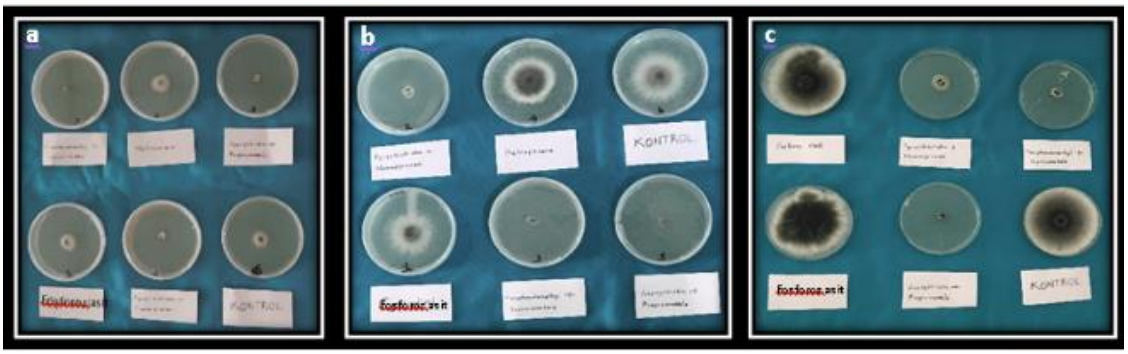
Şekil 25. fungisit çalışması, PDA besi agarının hazırlanıp petrilere homojen bir şekilde dökülmesi (a), fungisit solusyonlarının hazırlanması (b), fungisit solüsyonunun sgteril parafilme damlatılması(c), saf olarak gelişen *N. dimidiatum* misellerinden disk alınması (d), bu disklerin solüsyona batırılıp (e) petri merkezlerine yerleştirilmesi (f), hazırlanan tüm uygulama petrilerinin (g), 25 ºC'deki inkübatöre konulması (h).

Çalışmada izolatların miselyal gelişme çapları petrinin dört tarafından ve üç gün boyunca her gün ölçülmüştür. Üç günlük gelişme sonucunda kontrol grubu miselleri tamamen Petriyi kapladıktan sonra her üç tekerrürün ortalaması alınarak fungusitlerin izolatlara karşı gösterdikleri % engelleme oranları aşağıdaki gibi (1) Abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott, 1925).

$$\% \text{ Engelleme} = \frac{\text{İlaçsız Hastalık Şiddeti} - \text{İlaçlıdaki Hastalık Şiddeti}}{\text{İlaçsızdaki Hastalık Şiddeti}} \times 100 \qquad (1)$$

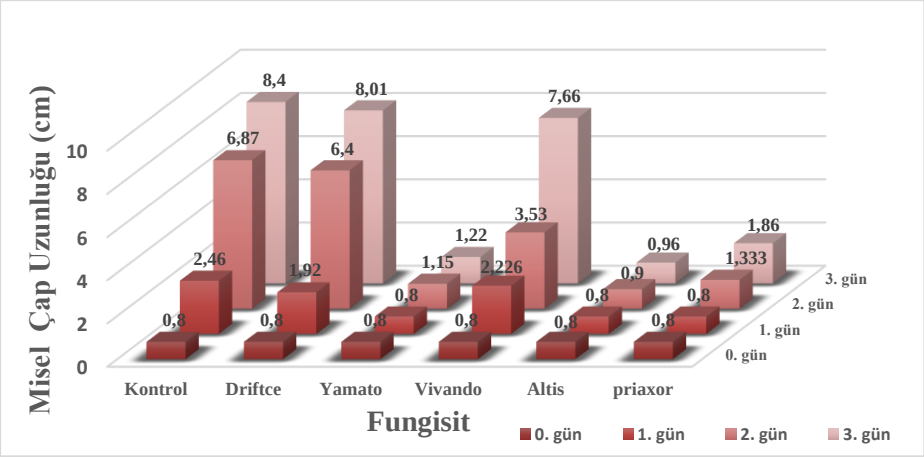
3. SONUÇLAR

Antepfıstığı yetiştirme alanlarında hastalık belirtisi gösteren gövde dokularından yapılan izolasyon sonucu petrilerde gelişen etmenin *Neoscytalidium dimidiatum* hastalık etmeni olduğu tespit edilmiştir. 25˚ C de üç günde saf olarak gelişimi sağlanmış ve çoğaltılıp fungisit denemesi için hazır hale getirilmiş (Şekil 3) olan bu hastalık etmenine karşı yapılan ilaç denemesi, kontrol grubu misellerinin tamamen petriyi kaplaması sonucunda 3 günde tamamlanmıştır (şekil 5).



Şekil 26. fungisit çalışmasından bir gün sonra (a), iki gün sonra (b), üç gün sonra (c) ki petrilerdeki misel gelisimleri

Misel disklerinin ilaç solüsyonuna batırılması ve petri kaplarına yerleştirilmesi ile çalışmanın başlatıldığı gün 0. gün olarak kabul edilmiş olup çalışmanın bittiği gün, kontrol misellerinin petriyi tamamen kapladığı gün olan 3. gündür. Her uygulamanın misel çap uzunlukları petrinin dört tarafından ölçülmüş ve her uygulama başına tekerürlerin ortalaması üç gün boyunca her gün alınmıştır (Şekil 6). Grafik 1 e göre 8,01 cm'lik bir gelişme ile kontrol petrilerine en yakın gelişme göstererek en



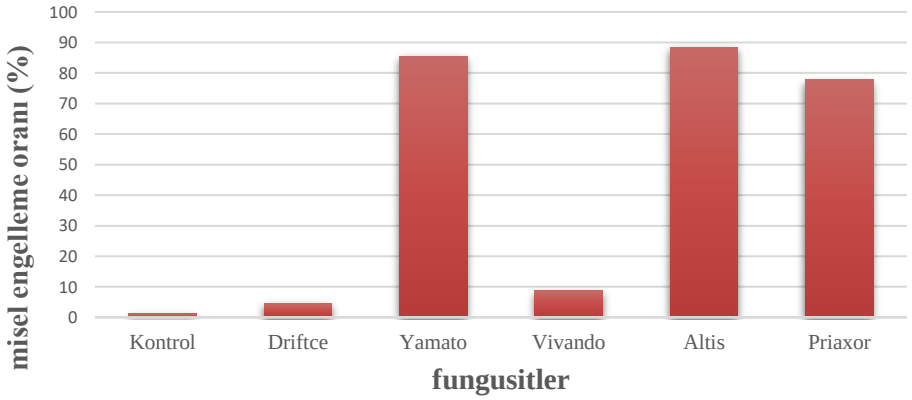
Şekil 6. Fungisit çalışması sonucunda gelişen misellerin günlere göre çap uzunlukları grafiği (0. gün mantar diski çapı, kontrol grubunun 3. gündeki çapı ise petri çapıdır).

etkisiz bulunan fungisit Diriftçe olup ilk günki misel disk ekiminden sonra 0,96cm'lik bir gelişme ile en çok etkili bulunan fungisit Altis olmuştur. Fungisit denemesinin bittiği üçüncü günde her uygulamanın misel çap uzunluk ortalamaları alınıp fungusitlerin % engelleme oranları Abbott formülüne göre (Abbott, 1925) hesaplanmıştır (tablo2).

Tablo 5. Kullanılan fungisitlerin misel engelleme oranları (%)

Uygulama	% Engelleme oranı
Kontrol	1,19
Driftce	4,56
Yamato	85,51
Vivando	8,73
Altis	88,49
Priaxor	77,77

Hesaplanan bu oranlar grafiğe dökülmüştür (Şekil 7).



Şekil 7. Fungisitlerin miselyal gelişime karşı gösterdikleri % engelleme oranları grafiği

Fungisit çalışması sonucunda elde edilen verilere göre 5 fungisitten 3 tanesi etkili bulunmuştur. Misel kolonizasyonunun %50'sinden fazlasını engellemesi açısından birinci etkili olan (%88,49) propiconazole + azoxystrobin aktif maddeli Altis, ikinci etkili bulunan (%85,51) thiophanate–methyl + tetraconazole aktif maddeli Yamato ve üçüncü etkili bulunan (%77,77) pyraclostrobin + fluaxapyroxad aktif maddeli Priaksor fungisitleri olmuştur. Bunları % 8,73'lük bir engelleme oranıyla Metrafenon aktif maddeli Vivando ve %4,56 engelleme oranı ile Fosforoz Asit aktif maddeli Driftçe fungisiti takip etmiştir.

4. TARTIŞMA

Derviş ve ark. 2019 yılında Antepfıstığında gövde ve sürgün yanıklığı, ana dallarda meydana gelen derin kabuk çatlakları ve kanser gibi belirtilerden *Neoscytalidium dimidiatum* etmenini sorumlu tutmuşlardır. Bölge ekonomisi açısından önem teşkil eden Antepfıstığından ilk defa *Neoscytalidium dimidiatum* ile mücadele olanakları araştırılmış ve ilk kez bu fungisitler söz konusu hastalık etmenine karşı uygulanmıştır. Araştırmada en etkili bulunan Azoksystrobin + propiconazole aktif maddesi, en az etkili bulunan ise Fosforoz asit aktif maddesi olmuştur. *Neoscytalidium dimidiatum* hastalığının kimyasal yönetimi için fungisit uygulamasının en etkili zamanlarını belirlemek için sürekli çalışmalar gerekmektedir. Ayrıca bu hastalık etmenine karşı daha fazla aktif madde uygulanmalı ve çevreye daha az zarar veren ve kalıntı riskinin minimum olduğu fungisitler denenmelidir.

KAYNAKÇALAR

AL-BEDAK, O. M., (2018). *First detection of Neoscytalidium dimidiatum associated with canker disease in Egyptian Ficus trees*. For Pathol. https://doi.org/10.1111/efp.12411 adresinden alındı

ANONİM., (2017). *Antepfıstığı Sektör raporları*. Türkiye Cumhuriyeti-Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı, Ankara.

ANONYMUS., (2016). Morphology and Phylogeny of *Neoscytalidium orchidacearum* sp. nov. Botryosphaeriaceae. *Mycobiology*, 44(2), 79-84. https://doi.org/10.5941/MYCO.2016.44.2.79 adresinden alındı

ARPACI, S., (2010). Antepfıstığı ve Geleceği. *TMMOB Kent Sempozyumu*. G. Antep.

Ayfer, M. (1967). Antepfıstığı'nda megasporogenesis, megagametogenesis, embriyogenesis ve bunlarla meyve dökümleri arasındaki münasebetler. Tarım Bakanlığı, Dizerkonca Matbaası, 414, 54

CHRİSTON, J. H., (2016). (Opportunistic Algae, Fungi and Ichthyosporea Associated with Mamalian Livestock Disease. H. C. J. içinde, *The resputin effect: when commensals and symbionts become parasitic* (Cilt 3, s. 261-300).

CORREİA, K. S. (2016). First rapor of Grapevine Dieback Caused by *Neoscytalidium hiyalinum* in Brazil. *Plant Disease*, 100, 2013.

CROUS, P., SLİPPERS, B., MİCHAEL, J., WİNGFİELD, M. J., WALTER, M. F., PHİLİPS, A. and JOHANNES, Z. G., (2006). Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in Mycology*, 55, 235-253.

DERVİŞ, S., TÜRKÖLMEZ, Ş., ÇİFÇİ, O., ULUBAŞ SERÇE, Ç., and DİKİLİTAŞ, M. (2019). First Report of Neoscytalidium dimidiatum Causing Canker, Shoot Blight and Root Rot of Pistachio in Turkey. *Plant Disease*, 1-2

DUNN, J., WOLFE, M., TRACHTENBERG, J., KRİESEL, J., ORLANDİ, R., and CARROLL, K. (2003). Invasive fungal sinusitis caused by Scytalidium dimidiatum in a lung transplant recipient. J *Clin Microbiol*., 41, 5817-9.

FAOSTAT, (2020). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC, Erişim Tarihi: 20. 05. 2020.

HASHIM, I. F., AŞKIN, M. A., and YILDIRIM, A. N. (2018). Bazı Uygulamaların Menengiç (pistacia terebinthus L.) Tohumlarının Çimlenmesi ve Çıkışı Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 13(1), 27-39.

LİN, C. C. (2017). First Report of Dioscorea esculenta Dieback Caused by Neoscytalidium dimidiatum in China. *Plant Dis*., 101, 1320-1321.

MACHOUART, M., LACROİX, C., BUİ, H., FEHUİLHADE, DE CHAUVİN, M., DEROURİN, F., & LORENZO, F. (2004). Polymorphisms and intronic structures in the 18S subunit. FEMS *Microbiol. Lett*, 238, 455-67.

MAYORQUİN, J. S., WANG, D. H., TWİZEYİMANA, M., and ESKALEN, A., (2016). Identification, distribution, and pathogenicity of Diatrypaceae and Botryosphaeriaceae associated with citrus branch canker in the southern California desert. *Plant Dis*., 100, 2402-2413.

RETANA, K., CASTRO, O., and BLANCO, M. (2017). Etiology of stem canker caused by the fungus *Neoscytalidium dimidiatum* on *Hylocereus* spp., in Costa Rica. *Phytopathology*, 107, 19.

SANAHUJA, G., LOPEZ, P., and PALMATEER, A. J., (2016). First Report of *Neoscytalidium dimidiatum* causing stem and fruit canker of Hylocereus undatus in Florida. *Plant Dis*., 100, 1499.

SİNGLER, L., SUMMERBELL, R., POOLE, L., WİEDEN, M., SUTTON , D., and RİNALDİ, M., (1997). İnvasive Nattrassia Mangifera Infections: Literature Review, and Therapeutic and Taxonomic Appraisal. Journal of Clinical Microbiology, 35, 433-40.

TÜİK, (2020). https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr, Erişim Tarihi: 30. O5. 2020

VON ARX, J. A. (1987). *Plant Pathogenic Fungi*. J. Cramer, Berlin.

YAVUZ, M. A., YILDIRIM, H., and ONAY, A., (2016). Antep fıstığı yetiştiriciliğinde son 10 yılın değerlendirilmesi. *Yaşam bilimleri dergisi*, cilt 6 (Sayı 2/2), 22-31.

Yİ, R. H., LİN, Q. L., MO, J. J., WA, F. F., and CHEN, J., (2015). Fruit internal brown rot caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on pitahaya in Guangdong province, China. Australasian *Plant Dis*. Notes, 10, 13.

ÇİFTLİK ATLARINDA VÜCUT KONDİSYON SKORU; ISPARTA ÖRNEĞİ

Fatih Şahiner
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı
sahiner1453@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-1580-3378

Ayşe Kocabıyık
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Şarkikaraağaç Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü
aysekocabiyik@isparta.edu.tr ORCID ID: 0000-0001-8857-3214

Musa Yavuz
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü
musayavuz@isparta.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-4936-1846

Özet
Ülkemiz sahip olduğu iklim özelliklerinin yanında, atın kültürümüzde sadece bir hayvan ya da taşıma aracı olarak değil aynı zamanda can yoldaşı ve yol arkadaşı olarak görülmesi sebebiyle de çok sayıda ata ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye'de 2019 TÜİK verilerine göre federasyona kayıtlı 102467 adet at bulunmaktadır. En çok at bulunan ilk 5 ilimiz sırasıyla Şanlıurfa (7998), Kars (5975), Erzurum (5835), İzmir (4041) ve Aydın'dır (3911). Isparta'da 2018 yılından bugüne at sayısında artış gözlenmekte olup TÜİK 2019 verileri göz önüne alındığında toplam kayıtlı 538 adet at bulunmaktadır. Atların bakım, beslenme ve sağlık durumlarını belirlemek için vücut kondisyon skoru kullanılmaktadır. Vücut kondisyon skoru ile at bedenindeki belli bölgelerinin yağlanma durumunu gözle ve elle tespit ederek puanlamak mümkündür. Atlar üzerinde yapılan gözlem değerleri sayesinde de bireyler arasında gruplandırma yapılabilmektedir. Bu çalışma Isparta Atlı Spor Kulübü'nde bulunan 1-15 yaş aralığında, 12 Arap, 2 İngiliz, 4 yerli 18 at üzerinde yapılmıştır. Bu atlardan 10 tanesi aygır, 8 tanesi kısraktır. Atların vücut kondisyon skorlarının 3-6 puan aralığındadır. Vücut kondisyon skoru 3-4 puan arasında olan at sayısı fazladır. İşletmede uygulanan beslenme, egzersiz ve sağlık programının benzerliğinden dolayı atların vücut kondisyon skorunun birbirine yakın olması beklenmekle birlikte ırk, cinsiyet ve yaş gibi etmenlerden dolayı bir kısım farklılıklarda bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: At, Bakım-beslenme, Isparta, Vücut kondisyon skoru,

BODY CONDITION SCORE IN FARM HORSES; ISPARTA EXAMPLE

Abstract
In addition to its climate characteristics, our country is home to a large number of ancestors, as the horse is not only seen as an animal or a means of transportation in our culture, but also as a companion. According to the TurkStat in 2019, there are 102467 registered horses. Şanlıurfa (7998), Kars (5975), Erzurum (5835), İzmir (4041), Aydın (3911) has the highest number of horses. Isparta province has is ranked to 52 in Turkey with the 538 registered horses. There has been an increase in the number of horses since 2018 and considering the data of TurkStat 2019. Body condition score is used to determine the care, nutrition and health status of horses. With body condition score, it is possible to determine the lubrication status of certain areas of the horse body by observing and palpation. Grouping can be made among individuals based on body condition score. This study was carried out on 12 Arabs, 2 British and 4 domestic 18 horses between the ages of 1-15 in Isparta Equestrian Sports Club. 10 of these horses are stallions and 8 are mare. The body condition scores of horses are in the range of 3-6 points. Most of the horses had 3 or 4 body condition scores. Although the body condition score of the horses is expected to be close to each other due to the similarity of the nutrition, exercise and health program. Body condition scores had some differences due to factors such as race, sex and age.

Keywords: Body Condition Score, Care-Nutrition, Horse, Isparta

1. GİRİŞ

Ülkemiz sahip olduğu iklim özelliklerinin yanında, atın kültürümüzde sadece bir hayvan ya da taşıma aracı olarak değil aynı zamanda can yoldaşı ve yol arkadaşı olarak görülmesi sebebiyle de çok sayıda ata ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye'de TÜİK 2019 verilerine göre federasyona kayıtlı 102467 at bulunmaktadır. En çok at bulunan ilk 5 ilimiz sırasıyla Şanlıurfa (7998), Kars (5975), Erzurum (5835), İzmir (4041) ve Aydın'dır (3911). Son sırada, 36 at ile Rize bulunmaktadır. Isparta at sayısı bakımından Türkiye de 52. sırada yer almaktadır (Tablo 1). Isparta'da 2018 yılından bugüne kadar atların dağılımlarında artış gözlenmekte olup (Tablo 2) sadece TÜİK 2019 verileri göz önüne alındığında 2019'da toplam kayıtlı 538 at bulunmakla birlikte bunların %33,8 ünü 3 yaşından küçük taylar oluşturmaktadır. 3 yaş üstü kısraklar en büyük paya sahip olmakla birlikte (%42,8) en küçük paya ise %14,1 ile 3 yaş üzeri İğdiş at ve %9,3 ile damızlık aygırlar oluşturmaktadır (TÜİK, 2004-2019).

Tablo 1. İllere göre Türkiye'deki at sayısı

Sıralama	İl	At sayısı	%
1	Şanlıurfa	7998	7,8
2	Kars	5975	5,8
3	Erzurum	5835	5,7
4	İzmir	4041	3,9
5	Aydın	3911	3,8
52	**Isparta**	**538**	**0,5**

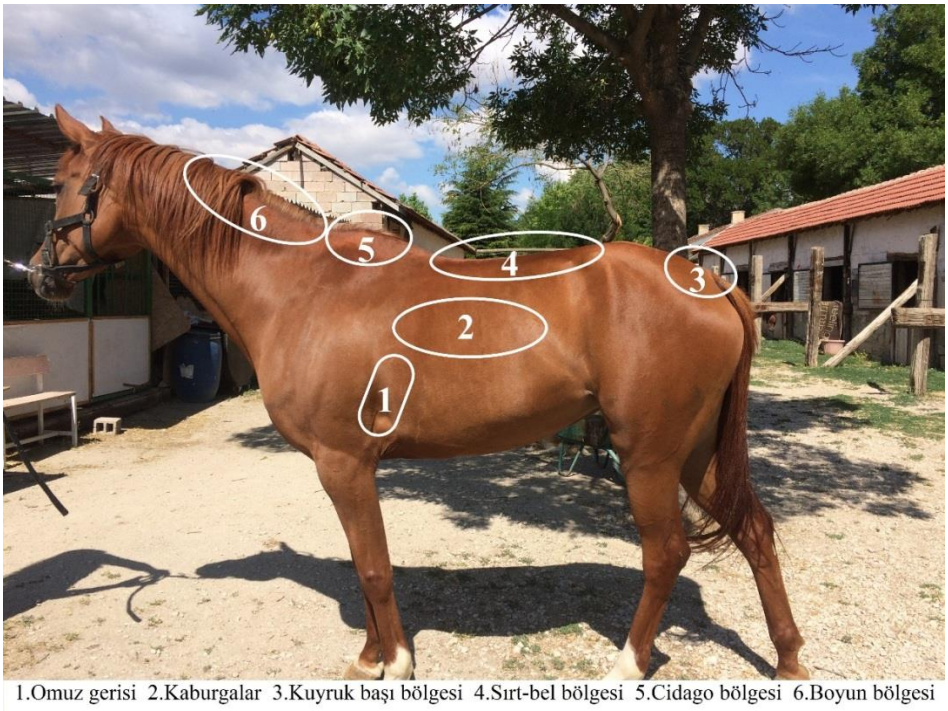
Geçmiş yıllarda atların, tarımdan ulaşıma, hem binek hem de yük ve iş hayvanı olarak gücünden faydalanılmaktaydı. İkinci Dünya Savaşı'na kadar orduların en büyük gücünü atlar oluşturmaktaydı. Bunlardan dolayı ülkeler en iyi at ırklarını yetiştirmek, ve atlara en iyi eğitimleri vermek için yoğun çaba sarf etmekteydiler. Günümüzde motorlu araçların tarım ve iş makinelerinde kullanımının artması, atın gücünden yararlanmayı azaltmış ve buna bağlı olarak tüm dünyada ve ülkemizde at sayısında önemli ölçüde azalmalar olmuş olsa da spor, eğlence ve tedavi alanındaki yeri ve önemi azalmayıp, doğa parklarında gezi amaçlı olarak kullanımında ise artış gözlenmektedir (Yıldırım ve Erden, 2007).

Tablo 2. Yıllara göre Isparta ve Türkiye'deki at sayısı

	Tay		**Kısrak**		**İğdiş**		**Damızlık (Aygır)**		**Toplam**	
Yıllar	**Isparta**	**Türkiye**	**Isparta**	**Türkiye**	**Isparta**	**Türkiye**	**Isparta**	**Türkiye**	**Isparta**	**Türkiye**
2004	352	42342	971	85889	263	66554	224	17629	1810	212414
2005	300	41517	920	85333	318	62766	187	18192	1725	207808
2016	215	27072	233	46945	78	31927	72	14096	598	120040
2017	197	25939	238	44262	76	30304	54	13542	565	114047
2018	180	25378	226	41748	73	28444	46	12506	525	108076
2019	182	24659	230	40422	76	25756	50	11630	538	102467

Hayvanların bakım beslenmelerine göre gösterdikleri zayıflık veya kilo alma durumları kondisyon olarak ifade edilmektedir. Kondisyon derecesi beslenme şekline, yetiştirme yönüne ve amacına göre değişebilmekte, ayrıyeten ırklar ve bireyler arasında farklılık göstermektedir (Şeker ve Köseman, 2016). Alternatif bir yöntem olan vücut kondisyon skorlaması süt sığırlarında (Earle, 1976), koyunlarda ve besi sığırlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Aşırı obezite ve zayıflığın hayvanların sağlık durumları, kullanım performansı gibi değerler üzerindeki olumsuz etkisini iyileştirmek için, atları en uygun vücut kondisyonlarında tutmamız gerekmektedir. Palpasyonla ve görsel olarak atların omuz gerisi, kaburgalar, kuyruk başı bölgesi, sırt-bel bölgesi, cidago bölgesi ve boyun bölgesinin

(Şekil 1) yağlanma derecesinin değerlendirilmesini içeren atların vücut kondisyon puanlaması, Leighton ve Hardman (1980) ve Henneke ve ark. (1983) tarafından oluşturulmuştur. 1983 yılından bu yana, Henneke tarafından geliştirilen yöntem sayesinde atların, standart bir vücut kondisyon sisteminde değerlendirilmesine olanak sağlanmıştır. Henneke (Tablo.3), atların vücudundaki önemli alanlarda biriken yağ miktarına bağlı olarak 1'den 9'a kadar (Tablo.4) sayısal olarak bir sistem oluşturmuştur (Henneke ve ark., 1983). Biriken yağlar hem görsel olarak hem de palpasyonla değerlendirilebilmektedir. Vücut kondisyon skoru (VKS) atların bakım, beslenme ve sağlık durumlarının tespiti için kullanılan bir yöntem olmakla birlikte, atlar bu sisteme göre çok zayıftan (kaşektik) aşırı yağlıya (obez) kadar isimlendirilebilmektedir.



1.Omuz gerisi 2.Kaburgalar 3.Kuyruk başı bölgesi 4.Sırt-bel bölgesi 5.Cidago bölgesi 6.Boyun bölgesi

Şekil 1. Atlarda vücut kondisyon skorunun değerlendirme bölgeleri

Atların kullanım sahaları farklı olsa bile VKS'ları ideal 4-7 aralığında olmalıdır. 500 kg canlı ağırlığa sahip bir atın 9'luk sisteme göre VKS'nun 4'ten 1 birim yükselmesi için 16-20 kg canlı ağırlık kazanması gerekmektedir. Bu da ortalama 60-180 gün arasında değişebilmektedir (Küçük, 2017).

Tablo 3. Atlarda vücut kondisyon skoru puanlama sistemi

VKS Derecesi	Özellik
1.Zayıf	Hayvan aşırı derecede zayıflamış bir deri bir kemik yapıda. Vücuttaki kemik yapısı kolayca fark edilebilir. Yağ dokuları hissedilemez durumda. Kaburga, prosesus spinosuslar, pelvisin çıkıntılı bölgeleri ve kuyruk başı bölgeleri belirgindir.
2.Çok İnce	Hayvan zayıf durumdadır. Omurga kemiği belirgindir. Omurga kemiği etrafında hafif yağ tabakası vardır. Omuzlar, boyun yapıları ve prosesus spinosuslar hafif şekilde görülebilir.
3.İnce	Omurgada yağ oluşumu yarı seviyede, fakat omurga kolayca fark edilebilir yapıdadır. Kaburgaların üzerinde hafif bir yağ örtüsü oluşmuştur ama kaburgalar kolaylıkla görülebilir. Kuyruk başı çıkıntılıdır. Tuber ischii ve Art. Coxa femoris yuvarlak görünümlü şekildedir, fakat kolaylıkla görülemez. Omuzlar, boyun ve cidago görsel olarak belirgindir.
4.Orta İnce	Negatif kırışıklık arka kısım boyunca mevcuttur. Kaburgaların hafif hatları görülebilir. Kuyruk başı bölgesinde hafif yağ hissedilebilir. Omuzlar, boyun ve cidagonun zayıflığı belirgin değildir.
5.Orta	Kaburgalar görsel olarak ayırt edilemez, ancak kolayca hissedilebilir. Arka kısım düz şekildedir. Kuyruk başı etrafında yağ doku yumşak şekilde hissedimeye başlar. Omuzlar ve boyun vücuda düzgün bir şekilde karışır. Prosesus spinosusların üzerinde cidago yuvarlak şekilde görülür.
6.Orta Etli	Sırt ve bel bölgesinde hafif şekilde şişkin görüntü vardır. Kaburgalar üzerindeki yağ süngerimsi yumşaklıkta hissedilebilir. Kuyruk başı bölgesinde de yağ hafif hissedilir. Yağlar omuzların kenarı boyunca, omuzların arkasında ve boynun kenarları boyunca birikmeye başlar.
7.Etli	Arka kısımda kabartılı görünüm vardır. Elle tek tek kaburgalar hissedilebilir, ancak kaburgalar arası yağ dolgunluğu fark edilemez. Kuyruk başı bölgesindeki yağ yumuşaktır. Yağlar omuzların kenarı boyunca, omuzların arkasında ve boynun kenarları boyunca birikir.
8.Yağlı	Arka kısımda kabartılı görünüm vardır. İç kalçalar boyunca yağ birikimi vardır. Kaburgaları hissetmek zordur. Kuyruk başı bölgesinde yağ çok yumuşaktır. Omuzların arkasındaki bölge yağ ile dolgun şekildedir. Boyunda belirgin bir kalınlaşma vardır. Cidago bölgesi yağla dolgun haldedir.
9.Aşırı Yağlı	Kuyruk başı bölgesinde yağ oluşumu bina şeklinde belirgindir. Omuz arkalarında, boyunda ve cidago bölgelerinde yağ birikmeleri vardır. İç kalçalar boyunca yağ birikmiştir. Sırt ve bel bölgesinde belirgin şekilde kabartılı yağ görünümleri vardır.

Atlarda vücut kondisyon skorunun kullanılması, yetiştiricilik yönüne göre atlara uygun rasyon sağlanması ve daha ekonomik ve daha sağlıklı bir işletme oluşturabilmek için faydalı olmaktadır. Dengeli rasyon programlarının ayarlanması ile sağlıklı büyüme, döl verimi performansında iyileşme ve vücut şeklinde istenilen görünüm sağlanabilmektedir. Ayrıca atların egzersiz programı ve kullanım koşulları bu skorlara göre belirlenebilmektedir. VKS belirlenirken kriter olarak cinsiyet, yaş ve atın ne amaçla kullanıldığı da ele alınmaktadır. Atlar üzerinde yapılan gözlem değerleri sayesinde bireyler arasında gruplandırma yapılabilmektedir. Bu sayede atlar için gruplar halinde ya da bireysel olarak beslenme programı ayarlamakta mümkün olmaktadır. Düşük bir VKS, hastalık belirtileri ve davranış bozuklukları ile ilişkili olarak hayvan refahını olumsuz etkilemektedir. Atlarda kilo kaybının nedenleri arasında, ihtiyaçtan daha düşük enerjili rasyonlar, diş problemleri, ağrı, iç parazitler ve çeşitli kronik hastalıklar olabilmektedir (Burn ve ark. 2010).

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada Henneke VKS puanlama sistemi ile Isparta Atlı Spor Kulübü'nde bulunan atların VKS'ları belirlenmiştir (Şekil.2). Çalışma; 1-15 yaş aralığında 12 Arap, 2 İngiliz, 4 yerli 18 at üzerinde yapılmıştır. Bu atlardan 10 tanesi aygır, 8 tanesi kısraktır. Atlar 1'den 18'e kadar sayılarla numaralandırılmıştır (Hayvan Numarası: HN). Atlarla endurans (atlı dayanıklılık) müsabakalarına

katılım sağlanmakta ve temel binicilik eğitimi dersleri verilmektedir. Isparta Atlı Spor Kulübü'nün VKS değerleri belirlenip, atların sağlık durumları, egzersiz, bakım ve beslenme programı hakkında planlama yapılmıştır.



Şekil 2. VKS ölçüm örnekleri

3. SONUÇ

Çalışmanın yapıldığı işletmede atların vücut kondisyon skorları 3-6 puan aralığında dağılım göstermektedir. Cinsiyete göre değerlendirildiğinde kısraklarda ortalama yaş 4,9 ve VKS 4,3 olarak tespit edilmiştir. En yüksek VKS, 8 numaralı, en düşük VKS ise 4 ve 6 numaralı kısraklarda belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Cinsiyete göre ortalama VKS değerleri (Kısrak)

HN	Irk	Cinsiyet	Yaş	VKS
1	Yerli	Kısrak	3	4
2	Arap	Kısrak	3	4
3	Arap	Kısrak	3	4
4	Yerli	Kısrak	3	3
5	Arap	Kısrak	5	5
6	İngiliz	Kısrak	5	3
7	Arap	Kısrak	8	5
8	Arap	Kısrak	9	6
Ortalama			**4,9**	**4,3**

Yine cinsiyete göre değerlendirildiğinde aygırlarda ortalama yaş 8,4 VKS 4,3 olarak tespit edilmiştir. En yüksek VKS 12 numaralı, en düşük VKS 10 ve 14 numaralı aygırlarda belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Cinsiyete göre ortalama VKS değerleri (Aygır)

HN	Irk	Yaş	VKS
9	Yerli	2	5
10	Arap	6	3
11	İngiliz	6	4
12	Arap	6	6
13	Arap	7	5
14	Arap	8	3
15	Arap	11	4
16	Arap	11	4
17	Arap	12	5
18	Yerli	15	4
Ortalama		**8,4**	**4,3**

Yaş gruplandırması yapıldığında ise 2-5 yaş arası atlarda VKS'nun 3-5 arasında değiştiği tespit edilmiş, ortalama VKS ise 4,0 bulunmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. 2-5 yaş arası atlarda ortalama VKS değerleri

HN	Irk	Cinsiyet	Yaş	VKS
9	Yerli	Aygır(İğdiş)	2	5
1	Yerli	Kısrak	3	4
2	Arap	Kısrak	3	4
3	Arap	Kısrak	3	4
4	Yerli	Kısrak	3	3
5	Arap	Kısrak	5	5
6	İngiliz	Kısrak	5	3
Ortalama			**3,4**	**4,0**

Yaş gruplandırması 6-10 yaş arası atlarda VKS 3-6 arasında değişmekle birlikte, ortalama VKS ise 4,6 olarak bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7. 6-10 yaş arası atlarda ortalama VKS değerleri

HN	Irk	Cinsiyet	Yaş	VKS
10	Arap	Aygır	6	3
11	İngiliz	Aygır	6	4
12	Arap	Aygır	6	6
13	Arap	Aygır(İğdiş)	7	5
7	Arap	Kısrak	8	5
14	Arap	Aygır	8	3
8	Arap	Kısrak	9	6
Ortalama			**7,1**	**4,6**

10 yaş üzeri atlardan üç tanesinin VKS'u 4, bir tanesinin ise 5 olarak bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. 10 yaş ve üzeri atlarda ortalama VKS değerleri

HN	Irk	Cinsiyet	Yaş	VKS
15	Arap	Aygır (İğdiş)	11	4
16	Arap	Aygır (İğdiş)	11	4
17	Arap	Aygır (İğdiş)	12	5
18	Yerli	Aygır (İğdiş)	15	4
Ortalama			**12,3**	**4,3**

İşletmede VKS 3 olan 4, VKS 4 olan 7, VKS 5 olan 5, VKS 6 olan ise 2 at vardır.

4. TARTIŞMA

İşletmede uygulanan beslenme, egzersiz ve sağlık programlarının benzerliğinden dolayı atların vücut kondisyon skorunun birbirine yakın olduğu gözlemlenmiş olup ırk, cinsiyet ve yaş gibi etmenlerden dolayı da bir kısım farklılıklar bulunmuştur. Atlar yonca ve arpadan oluşan rasyonla beslenmektedir. Ortalama 400 kg canlı ağırlığındaki atlar 12 kg/gün yem tüketmektedir. İşletmede arpa ağırlıklı beslenme yapılmakta olup, genel durumu iyi olmakla birlikte eldeki imkanlara göre yem miktarının en az 2/3'sinin yulaf olması, düzenli egzersiz ve paraziter uygulamalar önerilmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamızın gerçekleşmesine olanak sağlayan Isparta Atlı Spor Kulübü'nün yöneticilerine ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Yıldırım İG., Erden H., 2007. Atlarda genel vücut yapısının morfometrik yöntemlerle incelenmesi. ADÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi ABD. Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

Henneke DR., Potter GD., Kreider JL., Yeates BF., 1983. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentages in mares. Equine Veterinary Journal 15(4), 371-372.

Burn C.C., Dennison T.L., Whay H.R., 2010. Relationships between behaviour and health in working horses, donkeys, and mules in developing countries. Applied Animal Behaviour Science 126, 109–118.

Russel, A. 1984. Body condition scoring of sheep. In Practice 6, 91-93.

Leighton-Hardman, A. C. 1980. Equine Nutrition. Pelham Books, London. Syf 9-17.

Şeker, İ., Köseman, A., 2016. Atlarda beden kondisyon puanlaması. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 11(2): 239-246.

KÜÇÜK, O. 2017. *Yarış Atı Besleme-Beslenme Hastalıkları,* Ankara: Verda Yayıncılık ve Danışmanlık Hizmetleri.

GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE VİRAJDA SAVRULMA ERKEN UYARI SİSTEMİ TASARIMI

Murat Şahin
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Otomotiv Mühendisliği A.B.D.
muratmkt@gmail.com

Rıza Emre Ergün
Kocaeli Üniversitesi / Ford Otosan İhsaniye MYO / MotorluAraçlar ve Ulaştırma Teknolojileri
emre.ergun@kocaeli.edu.tr

Özet
Gelişen teknolojiler ile artık her şeyin akıllandığı dünyamızda görüntü işleme teknolojilerinin gelişmesi ile taşıtlarda sürücülere yardımcı sistemler de akıllanmaya ve bir sürücü kadar karar verebilme yeteneğine sahip olmaya başlamıştır. Bu çalışmada, seyir halindeki taşıtın viraja girmeden önce, yol durumunun görüntü işleme yöntemleri ile incelenerek, sürücünün, savrulma riskine karşı önceden uyarıldığı bir sürüş destek sistemi yazılımı tasarlanmıştır. Yapılan çalışmada viraj durumu görüntü işleme yöntemiyle algılanmış ve taşıtın mevcut hızı ile viraja girildiğinde viraj yarıçapına göre olası savrulma riski değerlendirilerek sürücüyü uyaran bir algoritma tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan yazılımın simülasyon ortamında denemeleri gerçekleştirilmiştir. Simülasyon çalışmaları sonucunda sistemin etkin bir şekilde uyarı verdiği görülmüştür. Üst segment araçlarda sürüş destek sistemleri olarak, otonom araçlarda ise karar verme mekanizmalarına destek olarak kullanılan bu sistemler, yakın gelecekte trafik kazalarını en aza indirmenin yanında trafikte kaybolan zamanı da azaltmayı hedeflemektedir. Çalışma neticesinde geliştirilen yazılım düşük maliyetli bir gömülü sistem kullanımı ile düşük segmentli binek araçlarda da uygulanabilir duruma getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: görüntü işleme, akıllı otomotiv, otonom araç

DESIGNING EARLY WARNING SYSTEM FOR DEFLECTION IN BEND WITH THE IMAGE PROCESSING METHOD

Abstract
With the development of technologies, in our world where everything is now intelligent, with the development of image processing technologies, assistive systems in vehicles have become more intelligent and have the ability to make decisions as much as a driver. In this study, a driving support system software was designed by examining the road condition with image processing methods before the vehicle is in a corner, and the driver was previously warned against the risk of skidding. In the study, the situation of the bend was perceived by the image processing method and an algorithm design was made to alert the driver by evaluating the possible skidding risk according to the bend radius when the vehicle's current speed is entered into the bend. Experiments of the designed software have been carried out in the simulation environment. As a result of the simulation studies, the system has been shown to give an effective warning. These systems, which are used as driving support systems in upper segment vehicles and as support systems for autonomous vehicles, aim to reduce the time lost in traffic in addition to minimizing traffic accidents in the near future. The software developed as a result of the study has been made applicable in low segment passenger cars with the use of a low cost embedded system..

Keywords: image processing, smart car, self-driving.

1. GİRİŞ

Günümüze kadar dayanacak kalitede fotoğraf çekebilen ilk fotoğraf makinesi Joseph Nicéphore Niépce tarafından 1825 yılında yapılmıştır. İlk deneysel renkli fotoğraf ise James Clerk Maxwell tarafından 1861'de çekilmiştir. Dijital olarak ışık algılama fikri 1961 yılında bir uzay araştırma konferansında önerilmiş, önerilen mantıktaki bir ışık algılama paneli 1968'de üretilmiştir. İlk dijital fotoğraf makinesi ise 1975 yılında Steven Sasson adındaki bir mühendis tarafından Kodak bünyesinde

tasarlanmıştır. Görüntü işleme uygulamaları ilk olarak 1970'lerde uzay çalışmaları için kullanılmaya başlanmış ve günümüze kadar uygulama alanı olarak kendisine çok geniş bir yelpaze açmıştır.
2000'li yıllara kadar büyük oranda üst düzey yazılımcı ve mühendislerin, yüksek kapasiteli ve büyük işlerde kullandığı görüntü işleme teknolojileri, gelişen yeni teknolojiler sayesinde teknoloji ve bilimin her safhasında kolaylıkla ulaşılabilir ve kullanılabilir hale geldi. Yüksek işlem kapasitesine sahip cep telefonları, mini/micro PC'ler, FPGA ve geliştirme kartları dahil içinde işletim sistemi bulunduran hemen her cihazda görüntü işleme teknolojileri aktif olarak kullanılabilmektedir.

Görüntü İşleme, çeşitli uygulamalarda kullanılır: uzaktan algılama, tıbbi görüntüleme, hasarsız inceleme, adli çalışmalar, tekstil, malzeme bilimi, askeri, film endüstrisi, grafik sanatları, baskı endüstrisi, mobil uygulamalar, oyun-eğlence sektörü gibi.

Taşıtlarda görüntü işleme teknolojileri genel olarak; şerit takibi, yaya tespiti, trafik levha ve işaretlerin takibi, sürücü uykusuzluk durumu tespiti, otomatik plaka tanıma, acil durumlarda ve stabil yardımcı oto-pilot sistemi, sürüş destek sistemleri gibi konularında kullanılmaktadır. Taşıtlarda görüntü işleme teknolojilerinin en kompleks uygulandığı sistem oto-pilot sistemleridir. Sürücüye destek olmak amacıyla tasarlanan bu sistemler ile sürücüler gözlerini yoldan ayırmadan yol durumu, araç içindeki sistemlerin durumu ve çevre durumu hakkında bilgi alabilirler. Bu yardımcı sistemler sayesinde hata yapma riski en aza indirilirken, sürücüler daha rahat bir sürüş keyfi yaşar. Ayrıca bu sayede trafik yoğunluğu ve trafikteki kaybolan zamanın önlenmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Görüntü işleme yöntemleri olarak çok fazla işlem ve yöntem vardır. Görselin tamamıyla veya bir kısmıyla işlem yapılabilir. Genel işlemler;

1. Görüntü alma, depolama, iletim: sayısallaştırma / nicemleme, sıkıştırma, kodlama / kod çözme
2. Görüntü Geliştirme ve Restorasyon: İnsan yorumu için resimsel bilgilerin kalitesinin iyileştirilmesi gibi. Hem girdi hem de çıktı görüntü formundadır.
3. Görüntü Anlama ve Görüntü Tanıma: Daha fazla bilgisayar analizi için görüntülerden bilgi çıkarma. Girdi resim biçimindedir, ancak çıktı resim içeriğinin açıklama, yorumlama, sınıflandırma vb. gibi görüntü temsilidir.
4. Yapay zeki bir sistemin (robotlar, otonom araçlar, vb.) bilgisayarla görüşünün ön işleme aşaması olarak nitelendirilebilir.

“Görüntü İşleme Yöntemi İle Virajda Savrulma Erken Uyarı Sistemi Tasarımı” işlemi için temel olarak; sistemin çalışacağı, içerisine kodun koşturulacağı bilgisayar veya gömülü sistem, sistem içerisinde kullanılacak yazılım dili ve görüntü işleme işlemleri için kullanılacak bir kütüphaneye ihtiyaç var.

Bu çalışma için ilk demo denemeleri ve kod çalışmaları için normal bir laptop kullanıldı. Ancak, son sistem için Raspberry Pi 4 ve NVIDIA Jetson Nano kartları kullanılmaya karar verildi. Raspberry Pi 4 işlemci olarak Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz ve 4GB RAM kapasitesi ile güçlü ve ucuz bir seçenek. Sürekli çalışmaya uygun işlemci mimarisi ve ucuz olması nedeniyle, taşıt üzerinde aktif olarak kullanılabilecek, güvenli bir sistem. NVIDIA Jetson Nano ise, NVIDIA'nın geliştirdiği, görüntü sınıflandırma, nesne algılama, segmentasyon ve konuşma işleme gibi uygulamalar için birden çok nöral ağı çalıştırmanıza imkân tanıyan küçük, güçlü bir bilgisayardır. Tablo-1'de gösterildiği gibi iki mini bilgisayarında özellikleri birbirine çok yakın olmakla beraber, NVIDIA Jetson Nano, özellikle görüntü işleme, makine öğrenmesi, yapay zeka uygulamaları gibi işlemler için üretildiği ve bu işlemler için özel kütüphaneleri daha hızlı çalıştırdığı için uygulamada ufak bir farkla Raspberry Pi 4'ten daha iyi performans verir.

Tablo 1. Raspberry Pi 4 ve NVIDIA Jetson Nano Karşılaştırması

	Raspberry Pi 4	NVIDIA Jetson Nano
CPU	Quad-core ARM Cortex-A72 64-bit @ 1.5 Ghz	Quad-Core ARM Cortex-A57 64-bit @ 1.42 Ghz
GPU	Broadcom VideoCore VI (32-bit)	NVIDIA Maxwell w/ 128 CUDA cores @ 921 Mhz
Memory	4 GB LPDDR4**	4 GB LPDDR4
Networking	Gigabit Ethernet / Wifi 802.11ac	Gigabit Ethernet / M.2 Key E *(for Wifi support)*
Display	2x micro-HDMI *(up to 4Kp60)*	HDMI 2.0 and eDP 1.4
USB	2x USB 3.0, 2x USB 2.0	4x USB 3.0, USB 2.0 Micro-B
Other	40-pin GPIO	40-pin GPIO
Video Encode	H264(1080p30)	H.264/H.265 (4Kp30)
Video Decode	H.265(4Kp60), H.264(1080p60)	H.264/H.265 (4Kp60, 2x 4Kp30)
Camera	MIPI CSI port	MIPI CSI port
Storage	Micro-SD	Micro-SD
Price	$55 USD	$99 USD

Programlama dili olarak, yapılacak işlem için Java, Python, C++ gibi diller uygun olmakla beraber, son yıllarda popülaritesi artan, kullanıldığı platform ve yazılımcı destek kütüphaneleri ile öne çıkan Python dili kullanıldı. Ancak uygulama içerisinde multi-threading işlemleri yapılacaksa Python yerine yine iki bilgisayarda da sorunsuz çalışan Java veya C++ kullanmak daha iyi verim sağlar.

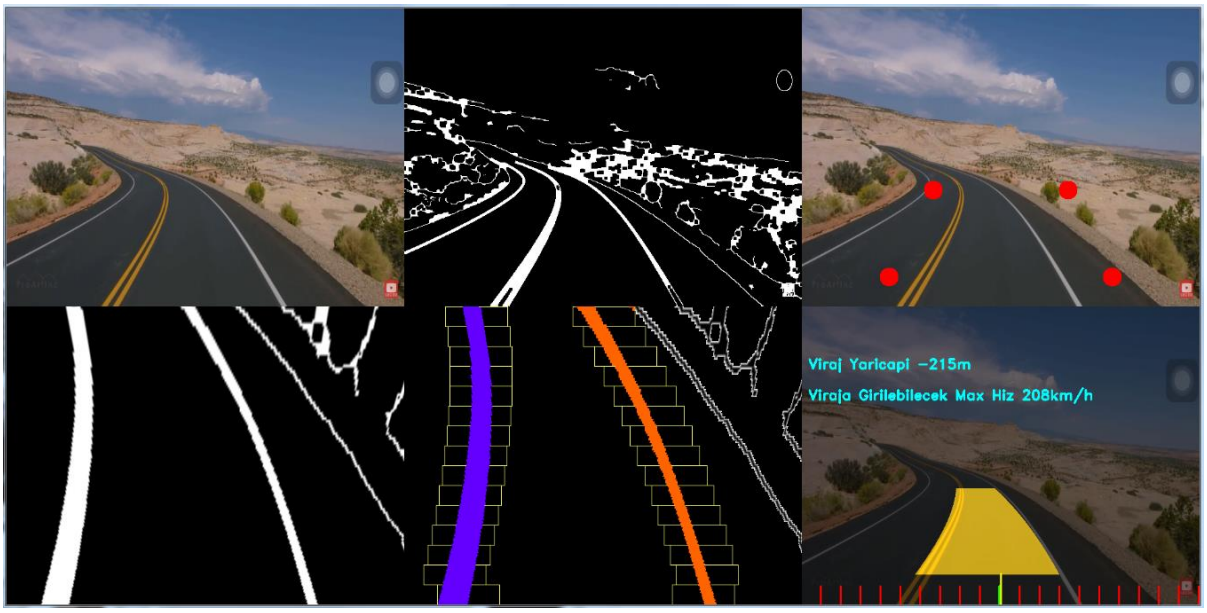
Yazılım dili yanında işlem için gerekli olan bir diğer madde de kullanılacak görüntü işleme kütüphanesi. Görüntü işleme alanında bilinen OpenCV, HALCON, OpenFrameworks, Matlab, Amazon Rekognition, Google Cloud Vision API, AForge.Vision, Microsoft Computer Vision API gibi kütüphaneler yanında yazılım dillerine özelleştirilmiş daha birçok kütüphane mevcuttur. Bu çalışma için OpenCV (Open Source Computer Vision) kütüphanesini kullanmayı tercih ettik.

OpenCV (Açık Kaynak Bilgisayarlı Görme Kütüphanesi) açık kaynak kodlu görüntü işleme kütüphanesidir. 1999 yılında İntel tarafından geliştirilmeye başlanmış, daha sonra Itseez, Willow, Nvidia, AMD, Google gibi şirket ve toplulukların desteği ile gelişim süreci devam etmektedir. İlk sürüm olan OpenCV alfa 2000 yılında piyasaya çıkmıştır. İlk etapta C programlama dili ile geliştirilmeye başlanmış ve daha sonra birçok algoritması C++ dili ile geliştirilmiştir ve birçok yazılım diline entegre olarak stabil çalışabilmektedir. Kütüphane, hem klasik hem de son teknoloji bilgisayar görme ve makine öğrenme algoritmalarının kapsamlı bir setini içeren 2500'den fazla optimize algoritmaya sahiptir. Bu algoritmalar yüzleri algılamak ve tanımak, nesneleri tanımlamak, videolardaki insan eylemlerini sınıflandırmak, kamera hareketlerini izlemek, hareketli nesneleri izlemek, nesnelerin 3B modellerini çıkarmak ve daha pek çok şey için kullanılabilir.

"Görüntü İşleme Yöntemi İle Virajda Savrulma Erken Uyarı Sistemi" çalışmasında, seyir halindeki taşıtın viraja girmeden önce, yol durumunun görüntü işleme yöntemleri ile incelenerek, sürücünün, savrulma riskine karşı önceden uyarıldığı bir sürüş destek sistemi yazılımı tasarlanmıştır. Yapılan çalışmada viraj durumu görüntü işleme yöntemiyle algılanmış ve taşıtın mevcut hızı ile viraja girildiğinde viraj yarıçapına göre olası savrulma riski değerlendirilerek sürücüyü uyaran bir algoritma tasarımı gerçekleştirilmiştir.
Genel çalışma yapısı:

- Çalışma Alanının Belirlenmesi
- Kenar Bulma Yöntemi İle Sınırların Belirlenmesi

- Çalışma Alanının Ayrılıp Şeritlerin Çıkartılması
- Şeritlerin Eğim Yarı Çapının Çıkartılması
- İşlenen Verilerin Ana Görsele Eklenmesi



Şekil 1. Programın Genel Çalışma Yapısı

Kamera mercek yapısından kaynaklı dikkatli bakıldığında anlaşılan bir tümsek etkisi yaratır. Bu nedenle ilk olarak kameradan alınan görüntüye düzleştirme işlem yapılır (Şekil-1'deki 1. görsel). Düzleştirme işleminden sonra yol çizgilerinin tespiti için ana görüntüden önce parazitler temizlenir ve daha sonra kenar bulma algoritması uygulanır (Şekil-1'deki 2. görsel). Yol çizgileri haricinde diğer tüm objelerin de kenar çizgileri bulunacağı için, çalışılacak alanın belirlenip o alana yoğunlaşılması gerekir. Bunun için işlenmiş görsel üzerinde ilgi alanı (ROI) belirlenir ve o alan ayrı bir görsel olarak ayrılır. Ayrılan görsel üzerinde yol çizgilerinin eğimi hesaplanması için görsel düzleştirme yapılır (Şekil-1'deki 4. görsel). Düzleştirilen görsel üzerinde çizgilerin eğimini bulmak için özel bir yaklaşım kullanılır. Bu yaklaşımda katman katman çizgiler kutu içerisine alınır ve sağ ve sol çizgi için ayrı ayrı fonksiyonlarda orta noktaları girdi olarak eklenir. Sonuçta oluşan fonksiyondan yolun yarıçapı bulunması için aşağıdaki 1. ve 2. formüller kullanılır.

$$R_{Eğim} = \frac{\left[1+\left(\frac{dx}{dy}\right)^2\right]^{3/2}}{\left|\frac{d^2x}{dy^2}\right|} \tag{1}$$

$$f(y) = Ay^2 + By + C \tag{2}$$

Viraj eğim yarıçapı bulunduktan sonra, kritik hızı belirlemek için eğimli ve eğimsiz virajlarda aracın maksimum hızını hesaplamakta kullanılan formüller kullanılır.

$$V \leq \sqrt{kgr} \tag{3}$$

$$V \leq gr\tan\theta \tag{4}$$

Son hesaplamalar ile maksimum hız belirlenir ve uyarı olarak ekrana yazılarak sürücü uyarılır (Şekil-1'deki 6. görsel).

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışma ile mevcutta üst segment olarak nitelendirdiğimiz, özellikle pahalı araçlarda ve otonom araçlarda bulunan sürücü destek sistemleri olarak nitelendirdiğimiz teknolojilerin uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak görülmüştür ki, düşük bütçeli mini bilgisayarlar ile içerisine gömülen görüntü işleme yazılımı sayesinde, alt veya orta seğmen diye nitelendirdiğimiz daha uygun fiyata satılan araçlara da bu üst teknolojiler rahatlıkla uygulanabilir ve sürücüler olası risk ve tehlikelerden erken uyarılmış olur. Böylelikle trafikte can ve mal güvenliğinin sağlanmasının yanı sıra sürücülerin trafikte geçirilen zaman da azaltılmıştır.

KAYNAKLAR

Yıldız, N. (Kasım 2010), "Görüntü İşlemenin Dünü, Bugünü ve Geleceği", Elektrik Mühendisliği, 440. Sayı, 11-16.

Cerebro, (2018), *Görüntü İşleme Tekniklerinde Yapay Zeka Kullanımı,* Medium.com Sitesi: https://medium.com/türkiye/görüntü-işleme-tekniklerinde-yapay-zeka-kullanımı-24101616cc97 adresinden alınmıştır.

B. Chitradevi1, P.Srimathi (Kasım 2014), An Overview on Image Processing Techniques, International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (An ISO 3297: 2007 Certified Organization), Vol. 2, Issue 11.

Wang, R. (2011), *Computer Image Processing and Analysis (E161) Ders Notlar,* Harvey Mudd College, http://fourier.eng.hmc.edu/e161/ adresinden alınmıştır.

M. Bourne, (2019), *Radius of Curvature*, Interactive Mathematics, https://www.intmath.com/applications-differentiation/8-radius-curvature.php adresinden alınmıştır.

PLASTİK ENJEKSİYON İLE FARKLI ENDOTERMİK KİMYASA AJAN KATKILI KÖPÜRTME PROSESLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI AKIŞ ANALİZİ VE ÜRETİMİ

Barış Bozkurt
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Polimer Bilimi ve Teknolojisi
bzkrt.baris@gmail.com

Hasan Öktem
Kocaeli Üniversitesi / Hereke Myo, Makine ve Metal Teknolojileri
hoktem@kocaeli.edu.tr

Özet
Son yıllarda plastik enjeksiyon kalıplamadaki rekabet artışı, tasarım ve proses maliyet kazanımlarını ön plana çıkarmıştır. Kimyasal ajan katkılı köpürtme teknolojisi, parçada ağırlık, çevrim süresi, kapama tonajı kazanımları ve parça kalitesinde çarpılma iyileşme avantajları ile paketlemeden beyaz eşyaya, otomotivden gıda sektörlerine kadar farklı alanlarda yaygınlaşan bir üretim teknolojisidir. Bu teknolojinin fayda-maliyet analizi ve parça kalitesindeki iyileşmeleri ileri seviye akış analizi programları ile üretim aşamasına geçmeden simüle edilebilir. Bu çalışmada, konvansiyonel plastik enjeksiyon ile kimyasal köpürtme proseslerinin Autodesk Moldflow Ultimate programında yapılan akış analizleri ve enjeksiyon makinesindeki reel üretim denemeleri sonucunda ağırlıkça %1 oranında kullanılan endotermik Tecocell H1 ajanının Tecocell CS ajanına göre ağırlık düşümü açısından daha avantajlı, CS ajanının ise parçanın çekme ve çarpılma iyileşmeleri konusunda daha avantajlı olduğu, ayrıca H1 ve CS proseslerinin konvansiyonel prosese göre gözle görülür seviyede kapama kuvveti ve çevrim süresi düşüşü sağladığı ortaya konmuştur. Konvansiyonel proses ile üretilen parça, kimyasal köpürtme prosesi sayesinde yaklaşık %7,5 oranında daha hafif, %33 oranında daha az kapama kuvveti, %10 seviyesinde çevrim süresinden kazanç ve %40 çarpılma iyileşmesi ile üretilebileceği hem akış simülasyonu hem de reel üretimler sonucunda kanıtlanmıştır. Çalışmada, Moplen EP548P isimli polipropilen hammaddesi ve TecoCell® H1 ve CS isimli kimyasal köpürtme ajanları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Köpürtme Ajanı, Mikro Hücresel Plastik Enjeksiyon Prosesi, Moldflow, TecoCell®

COMPARATIVE FLOW ANALYSIS AND PRODUCTION OF PLASTIC INJECTION AND VARIOUS ENDOTHERMIC CHEMICAL BLOWING AGENT PROCESS

Abstract
In recent years, the increase competition in plastic injection molding has brought design and process cost gains to the fore. Chemical blowing agent technology that has become widespread in different fields from packaging to white goods, automotive to food industries with its weight, cycle time, clamping tonnage reductions and warpage improvement. Benefit-cost analysis and part quality improvements can be simulated with advanced flow analysis programs before production. As a result of comparative simulation and production study, at the rate of 1% by weight Tecocell H1 is more advantageous in terms of weight reduction compared to the same rate Tecocell CS agent while CS agent is more advantageous in terms of shrinkage and warpage improvements as per H1 agent. In addition, H1 and CS processes provided a considerable clamping force and cycle time reduction compared to the conventional process. It has been proven as a result of both flow simulation and real productions that the part produced by conventional process can be produced with approximately 7.5% lighter, 33% less clamping force, close to 10% cycle time gain and 40% warpage reduction with the chemical foaming process. Polypropylene Moplen EP548P, TecoCell® H1 and CS chemical blowing agent were used.

Keywords: Chemical Blowing Agent, Microcellular Injection Molding, Moldflow, TecoCell®

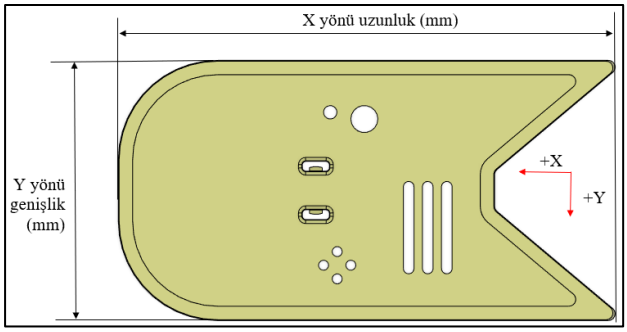
1. GİRİŞ

Son yıllarda plastik enjeksiyon kalıplama teknolojileriyle üretilen parçalara artan talep, kapasite artışlarını, beklenen ürün kalitesindeki mükemmellik, malzeme, ekipman ve proses maliyetlerindeki artışları bunun sonucunda rekabetçi piyasa, malzeme, ekipman ve proses kalemlerinde tasarruf edebilecek yeni teknolojileri beraberinde getirmiştir. Özellikle artan hammadde maliyeti ve çevre kirliliği, istenen özellikleri elde ederken daha az malzeme kullanarak hafif ürünler üretmenin etkili yollarını bulmaya zorlamaktadır. Mikro hücresel termoplastiklerin üretilmesi için kullanılan köpürtme prosesi son 10 yılda yaygın olarak araştırılmaktadır. Mikro hücresel plastikler genellikle hücre çekirdeklenmesi ve polimer matrisindeki kabarcıkların büyümesi ile oluşur. Temel olarak gazı polimer matrisine sokma yoluna bağlı olarak mikro hücresel polimerik köpüklerin üretilmesi için iki ana işlem vardır. Fiziksel köpürme ajanları (PBA) prosesinde, gazlar doğrudan bir ekstrüzyon presinin veya bir enjeksiyon kalıplama makinesinin plastikleştirme ünitesinde polimer matrisine sokulur. Bu yöntem (Mucell® işlemi), Park ve Tomasko tarafından kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. CO_2, N_2, kloroflorokarbonlar veya argon gibi birçok PBA tipi, polipropilen, polietilen veya polistiren gibi farklı polimerle kullanılmıştır. İkinci köpükleme işlemi grubu, kimyasal reaksiyon veya termal ayrışma nedeniyle belirli işlem koşulları altında gazları serbest bırakabilen kimyasal şişirme ajanlarının (CBA) kullanımını içerir. Çoğu CBA'lar ayrışmadan sonra azot (N_2) veya karbon dioksit (CO_2) üretir.

Kimyasal köpürtme ajanlarının reaksiyonları endotermik veya ekzotermik olabilir. Kimyasal köpürtme ajanı katkılı plastik enjeksiyon prosesinde, %0,5-%2 aralığında değişen köpürtücü ajan oranı ile ana polimer hammadde karıştırılarak konvansiyonel enjeksiyon makinesinde proses edilir. İçerde oluşan mikro hücresel köpüksü yapı eriyik viskozitesini düşürerek kolay akış sağlar ve kullanılan ana polimer hammadde miktarını da azaltmış olur. Viskozite düşüşüyle sağlanan kolay akış daha düşük enjeksiyon (dolum) basıncına ihtiyaç duyarken bu sonucunda kesin olarak kullanılan tutma basıncı fazı da belirli bir miktara kadar elemine edilebilir ve böylece gereken kapama kuvveti miktarı azaltılmış olur. Ayrıca içerideki gaz baloncuklarının her bölgeye eşit seviyede kendiliğinden sağladığı içsel tutma basıncı sayesinde farklı çekmeler sonucu oluşan çarpılma problemleri azalır ve ölçüsel istikrar sağlanır. Bu tezde, konvansiyonel ve kimyasal köpürtme proseslerinin hem simülasyon hem de üretim aşamaları karşılaştırmalı olarak incelenecektir. Yapılan çalışmanın temel amacı, konvansiyonel plastik enjeksiyon prosesi ile üretilmiş bir parçayı, kimyasal köpürtücü ajan katkılı köpürtme proses yöntemiyle üreterek parçanın ağırlık, gereken kapama tonajı ve çevrim süresinde elde edilen düşüşleri üretim ve simülasyon çalışmaları ile birlikte karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktır.

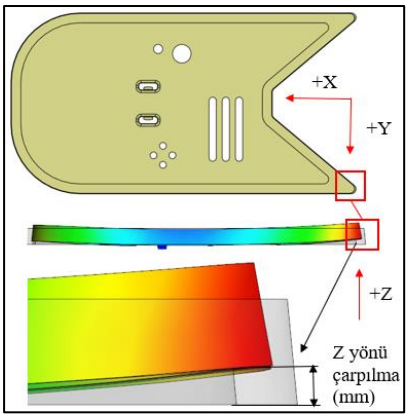
2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada kullanılan parça, anahtarlığa benzeyen figürlerin yer aldığı bir yapıdadır. Et kalınlığı 1,5 mm ile 3,5 mm arasında değişkenlik göstermektedir. Parçanın uzunluk ve genişliğini tanımlayan aynı zamanda parçanın X ve Y yönündeki toplam çekme miktarlarının hesaplanmasında kullanılacak kritik ölçüler Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. X yönü uzunluk ve Y yönü genişlik ölçüleri

Parçanın uç noktasındaki düzlemselliği tanımlayan bir diğer kritik ölçü Z yönü çarpılma miktarı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Z yönü çarpılma ölçüsü

Tablo 1'de parçanın uzunluk, genişlik, çarpılma gibi kritik ölçülerinin maksimum, nominal ve minimum değerleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Parça ölçü ve toleransları

Parça ölçü toleransları (mm)	X yönü uzunluk	Y yönü genişlik	Z yönü çarpılma
Maksimum	72,5	38	2,3
Nominal	72	37,75	0
Minimum	71,5	37,5	0

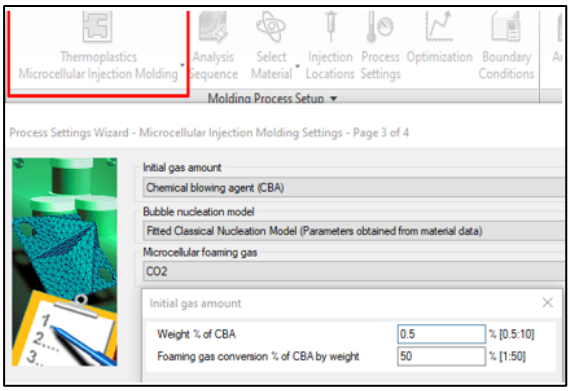
Tablo 2'de parçanın simülasyon programında kullanılacak katı model ölçüleri verilmiştir.

Tablo 2. Katı model ölçüleri

Katı model ölçüleri (mm)	X yönü uzunluk	72,30
	Y yönü genişlik	37,85
	Z yönü çarpılma	0,00

Plastik parçanın hammaddesi Lyondell Basell firmasının Moplen EP548P ticari isimli eriyik akış indeksi (MFI) değeri 16 g/10min olan polipropilen (PP) hammaddesidir. Kimyasal köpürtme ajanı olarak Trexel Inc.firmasının patentli ürünü olan TecoCell® H1 ve CS isimli kimyasal köpürme hammaddeleri ağırlıkça %1 oranında kullanılmıştır. TecoCell® H1 ve CS, 200 °C'de mono sodyum sitrat ($C_6H_7NaO_7$) ve kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) arasında endotermik kimyasal tepkime yaratarak enjeksiyon kovanı içerisinde karbon dioksit (CO_2), su, sitrik tuzlar, bazı çevre dostu inert, zararsız ve kalıp duvarına korozif etki yapmayan yan ürünler oluşturur. Proseste yaklaşık 205℃'nin üzerinde aktifleşir. Ajan reaktifliği H1 için %50, CS için %25 oranındadır. Ağırlıkça %1 olan ajan yüzdesinin H1 için %0.5, CS için %0.25 ağırlıkça reaktif madde içerir. TecoCell® H1 için %0.5 reaktif maddenin %50'si, TecoCell® CS için ise %0.25 reaktif maddenin %19.37'si aktifleşen köpürtücü CO_2 gaz oranıdır. Bu parametreler akış simülasyonunda kullanılmıştır. Hem konvansiyonel hem de kimyasal köpürtme prosesleri akış analizleri için Autodesk Moldflow programının Ultimate modülü kullanılmıştır.

Demo parçası tüm analizlerde 3D ağ örme metodu ile modellenmiş ağ örme değerlerinin doğruluğu kontrol edilmiştir. Kimyasal köpürtme analizleri için ayrıca simülasyon programının özel modülü olan termoplastik mikrohücresel enjeksiyon kalıplama modülü seçilerek prosese uygun tanımlanmış özel çekirdeşme modelleri Şekil 3'de gösterildiği gibi seçilerek analizler tamamlanmıştır.



Şekil 3. Kimyasal köpürtme simülasyon modeli

Akış simülasyonu ile birlikte reel durumu görüntüleyebilmek için deneysel enjeksiyon üretimleri yapılmıştır. Üretimin yapıldığı enjeksiyon makinesinin markası Engel, modeli ise Victory-50'dir. Kapama tonajı 500 KN, plastikleştirme kapasitesi 99 cm^3, maksimum vida stroğu 140 mm ve vida çapı (R) 30 mm'dir. Aşağıdaki Tablo 3'de hem simülasyonda hem de üretim koşullarında parça üretiminde kullanılan 3 ayrı proses parametre şartları gösterilmektedir. Kimyasal köpürtme proseslerinde konyansiyonel prosese göre en büyük farkı tutma fazının neredeyse hiç kullanılmaması veya çok az miktarda tutma süresi olarak kullanılmasıdır.

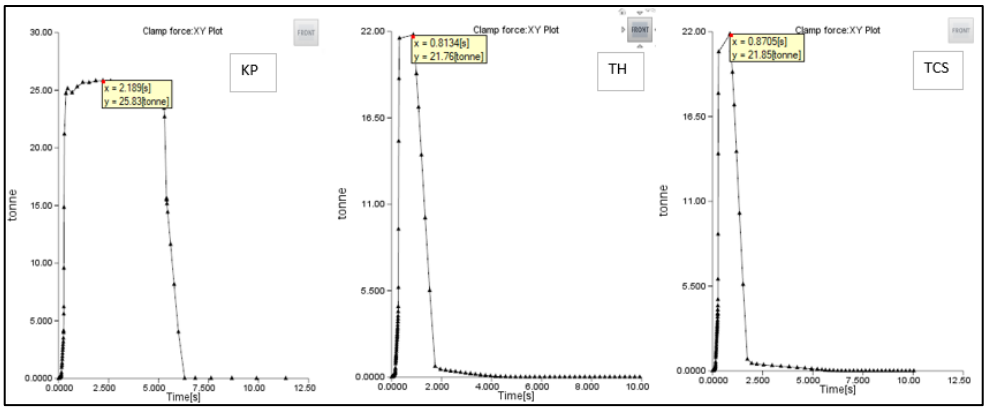
Tablo 3. Proses parametreleri

Proses/Parametre	Ocak sıcaklıkları (°C)	Kalıp sıcaklığı (°C)	Enjeksiyon hızı (mm/s)	Tutma basıncı (bar)	Tutma süresi (s)	Soğuma süresi (s)	Kapama kuvveti (ton)
Konvansiyonel	220	30	110	30	5	6	30
Ajan H1	220	30	110	30	0,5	9	20
Ajan CS	220	30	110	30	0,5	9	20

Kimyasal köpürtme prosesleri üretim aşamasında, kimyasal ajan katkısı gravimetrik olarak %1 oranında kullanılmıştır. Parçaların seri üretim kabul şartı olan kritik ölçüleri (uzunluk-X yönü çekme, genişlik-Y yönü çekme çarpılma değerleri-Z yönü çarpılma) kalibrasyonu yapılmış kumpas ile ölçülmüştür.

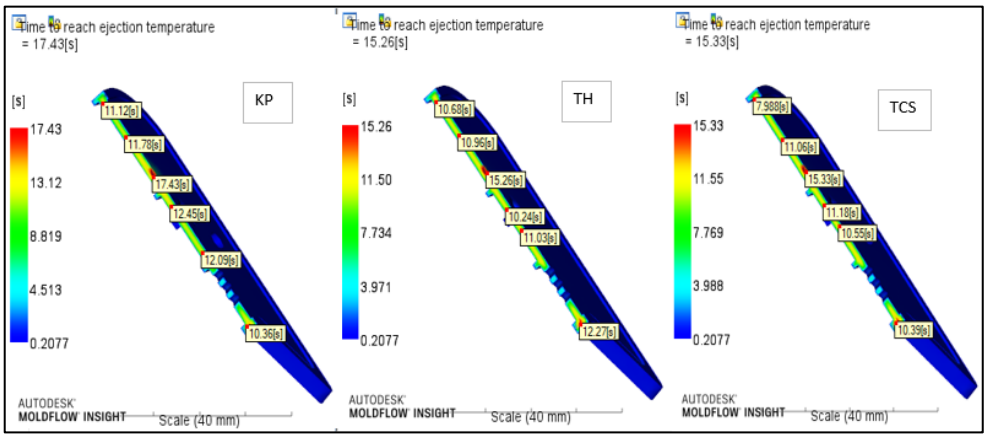
3. SONUÇ

Bu bölümde konvansiyonel enjeksiyon prosesi KP, Tecocell H1 ajan katkılı kimyasal köpürtme prosesi TH, Tecocell CS ajan katkılı kimyasal köpürtme prosesi ise TCS olarak adlandırılacaktır. KP, TH, TCS proseslerinin hem akış analizleri hem de seri üretim deneme sonuçları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İlk olarak Şekil 4'de gösterildiği gibi simülasyon sonucu kapama kuvveti konvansiyonel proseste tutma süresinin sonuna kadar yaklaşık 7 saniye boyunca 25,83 ton, TH için ise 1,75 saniye boyunca 21,76 ton, TCS için ise 2 saniye boyunca 21,85 ton maksimum kapama kuvveti gözlemlenmiştir.



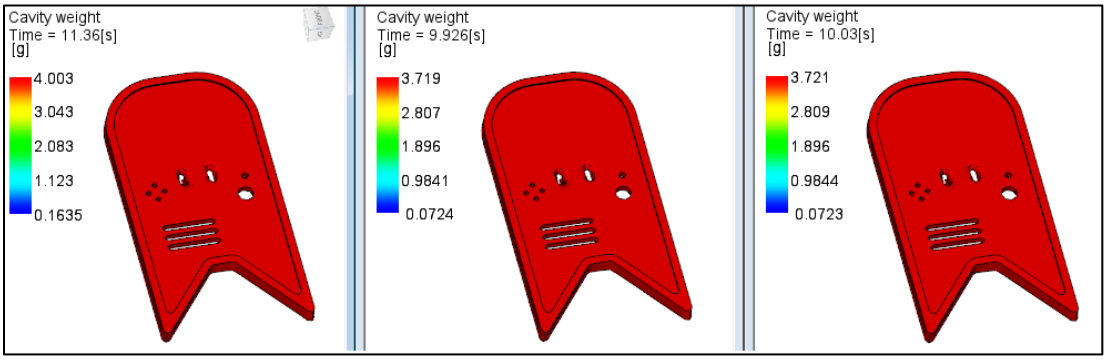
Şekil 4. KP, TH, TCS prosesleri kapama tonajları simülasyon değerleri

Parçanın kalıptan çıkarılması için gereken toplam zamanlar büyükten küçüğe KP, TCS ve TH şeklinde Şekil 5'de gösterildiği gibi sıralanmıştır. Buna göre akış simülasyon sonucu çevrim süresi değerleri, KP için 17,43 s, TH için 15,26 s ve TCS için 15,33 s olarak belirlenir.



Şekil 5. KP, TH, TCS prosesleri kalıptan çıkma süresi simülasyon değerleri

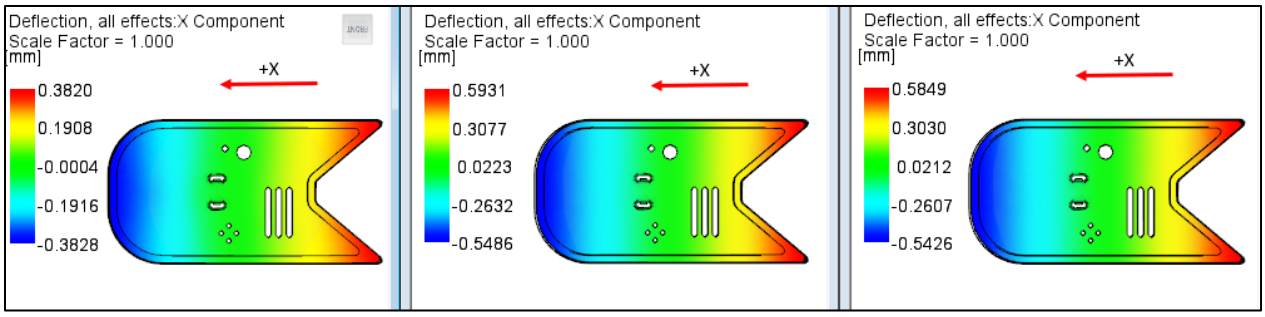
Kimyasal köpürtme prosesinin en büyük avantajlarından biri, konvansiyonel enjeksiyon yöntemleri ile üretilen parçayı, kimyasal ajanın viskozite düşüşü avantajı ile ağırlık düşüşü sağlayarak aynı parçayı üretebilmektir. Şekil 7'de gösterildiği gibi KP prosesiyle simüle edilmiş bir parçanın ağırlığı 4,003 gr, TH proses 3,71 gr ve TCS için 3,72 gr olarak bulunmuştur. KP prosesiyle simüle edilmiş parça ağırlığına göre, TH prosesi ile parça ağırlığında yaklaşık olarak %7,31, TCS prosesi ile yaklaşık %7 ağırlık düşüşü sağlanmıştır.



Şekil 7. KP, TH, TCS prosesleri parça ağırlık simülasyon değerleri

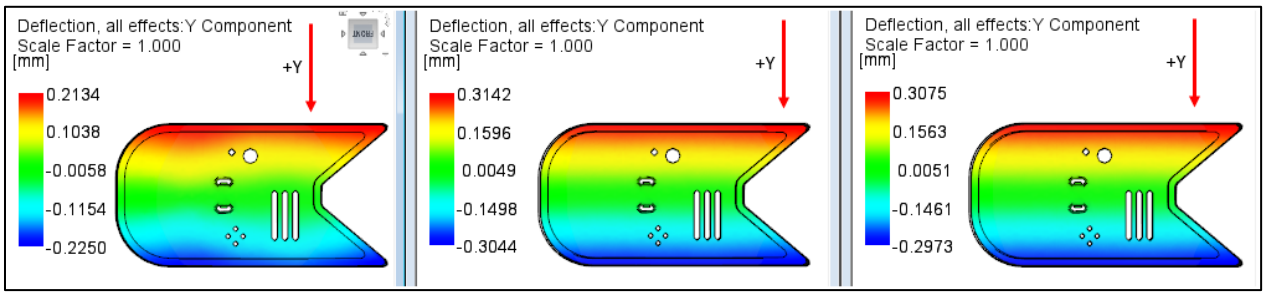
X yönünde toplam yer değiştirme Şekil 8'de gösterildiği gibi büyükten küçüğe 1,1417 mm ile TH, 1,1275 mm ile TCS ve 0,7648 mm ile KP olarak sıralanır. X yönünde toplam yer değiştirmeyi parçanın uzunluk ölçüsü olarak düşünebiliriz. Parçanın datada uzunluk ölçüsü 73,07 mm'dir. Bu

durumda KP prosesinin uzunluk ölçüsü 72,30 mm, TH için 71,92 mm ve TCS için ise 71,9425 olarak bulunur. KP parçasına göre TH parçası %0,525 oranında X yönünde uzunluk ölçüsünden çekerken, TCS parçası %0,49 oranında çeker.



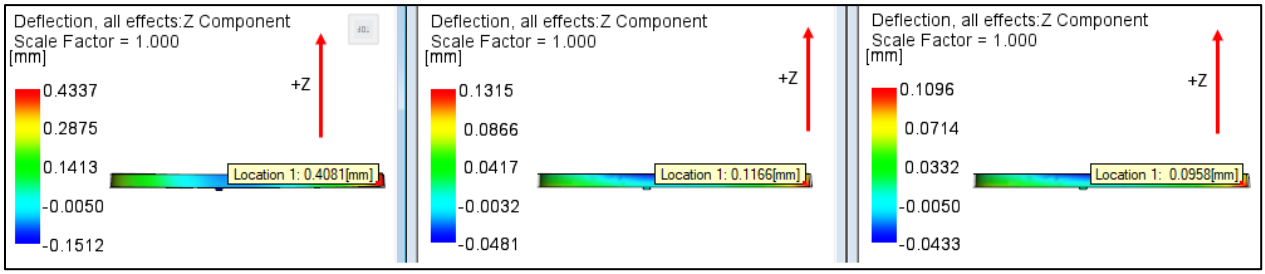
Şekil 8. KP, TH, TCS prosesleri X yönü toplam çekme simülasyon değerleri

Y yönünde toplam yer değiştirme Şekil 9'da gösterildiği gibi büyükten küçüğe 0,6186 mm ile TH, 0,6048 mm ile TCS ve 0,4384 mm ile KP olarak sıralanır. Y yönünde toplam yer değiştirme parçanın genişlik ölçüsü olarak düşünülebilir. Parçanın datada genişlik ölçüsü 38,29 mm'dir. Bu durumda KP prosesinin uzunluk ölçüsü 37,85 mm, TH için 37,67 mm ve TCS için ise 37,6852 olarak bulunur. KP parçasına göre TH parçası %0,475 oranında Y yönünde genişlik ölçüsünden çekerken, TCS parçası %0,435 oranında çeker.



Şekil 9. KP, TH, TCS prosesleri Y yönü toplam çekme simülasyon değerleri

Z yönünde toplam çarpılma Şekil 10'da büyükten küçüğe 0,4337 TH6, 0,1315 mm ile TH ve 0,1096 mm ile TCS olarak sıralanır. KP prosesiyle üretilmiş parçanın Z yönünde çarpılmasına göre, TH prosesi ile üretilen parçada yaklaşık olarak %69, TCS prosesi ile üretilen parçada ise yaklaşık %74 oranında çarpılma düşüşü sağlanmıştır.



Şekil 10. KP, TH, TCS prosesleri Z yönü toplam çarpılma simülasyon değerleri

Deneysel seri üretim sonuçları değerlendirildiğinde, 4 gözlü kalıbın bütün gözlerinin ağırlık, X yönü uzunluk, Y yönü genişlik, Z yönü çarpılma ölçüleri verilmiştir. Oluşan kapama kuvveti ve elde edilen çevrim süreleri Tablo 4'te gösterilmiştir. KP prosesiyle üretilmiş bir parçanın ağırlığı ortalama 3,97 gr, TH proses 3,68 gr ve TCS için 3,73 gr olarak bulunmuştur Z yönü çarpılma değerleri büyükten küçüğe 1,84 mm TH, 1,31 mm ile TH ve 1,11 mm ile TCS olarak sıralanır.

Tablo 4. KP, TH, TCS proses çıktıları

Proses Çıktıları	Proses Değeri	KP	TH	TCS
Ağırlık (gr)	Ortalama	3,97	3,68	3,73
X yönü uzunluk (mm)	Ortalama	72,19	72,01	71,92
Y yönü genişlik (mm)	Ortalama	37,85	37,72	37,75
Z yönü çarpılma (mm)	Ortalama	1,84	1,31	1,11
Çevrim süresi (s)	Değer	16,33	14,82	14,83

TecoCell® H1 ve TecoCell® CS ajanlı proseslerin konvansiyonel prosese göre kapama kuvveti, çevrim süresi, parça ağırlık kazanımları, çarpılma iyileşmeleri ve çekme değerleri gösterilmiştir. Kapama kuvveti açısından, simülasyon tarafında TH ve TCS için yaklaşık %16 seviyesinde bir düşüş gözlemlenirken, %33 oranında bir düşüş seri üretim şartlarında denenerek elde edilmiştir. Ortalama çevrim süresini tayin eden kalıptan çıkma süreleri karşılaştırıldığında TH ve TCS için yaklaşık %12 oranında simülasyon tarafında bir düşüş gözlemlenirken, reel üretim sonuçlarında %9,5 oranında bir çevrim süresi düşüşü gözlemlenmiştir. TH için simülasyonda %7,32, üretim sonucunda %7,19 gibi bir ağırlık düşüş oranı gözlemlenmiştir. TCS için simülasyonda %7,07, üretim şartlarında %5,93 konvansiyonel parçaya göre ağırlık düşüşü elde edilmiştir. Parçanın kritik ölçüsü olan Z yönü çarpılma değeri olarak, TH için simülasyonda yaklaşık %70 oranında, üretimde ise %30 oranında konvansiyonele göre çarpılma iyileşme görülürken TCS için simülasyonda yaklaşık %75 oranında, üretimde ise %40 oranında konvansiyonel parçaya göre çarpılma iyileşmesi görülmüştür.

4. TARTIŞMA

Konvansiyonel prosese göre farklı 2 kimyasal ajan katkılı köpürtme proseslerinin parça ağırlığı, çarpılma, çekme, kapama kuvveti ve çevrim zamanı gibi parametrelere olan etkileri, ayrıca üretim ve simülasyon karşılaştırmalı sonuçları ortaya koyulmuştur:

- Kimyasal köpürtme prosesi ile plastik enjeksiyonla üretilen parça yaklaşık %7,5 ağırlık düşüşü ile üretilmiştir.
- Kimyasal köpürtme prosesi ile plastik enjeksiyonla üretilen parçada yaklaşık %33 kapama kuvveti düşüşü sağlanmıştır.
- Kimyasal köpürtme prosesi ile plastik enjeksiyonla üretilen parçada yaklaşık %10 çevrim süresi düşüşü sağlanmıştır.
- Kimyasal köpürtme prosesi ile plastik enjeksiyonla üretilen parçaya göre daha fazla hacimsel çekme gözlenmesine rağmen parça üzerindeki dağılımda eşit bir yapı elde edilmiştir. Parça üzerindeki daha düzenli çekme dağılımı, çapılma iyileşmesi olarak ortaya çıkmıştır.
- Kimyasal köpürtme prosesi ile plastik enjeksiyonla üretilen parçada Z yönü kritik çarpılma ölçüsünde yaklaşık %40 oranında iyileşme sağlanmıştır.
- Farklı kimyasal köpürtme ajanı kullanımı, kimyasal köpürtme prosesi ile elde edilen kazanımları etkilediği ortaya koyulmuştur.
- Aynı proses şartlarında %50 reaktif madde içeren kimyasal ajan, yaklaşık %7,32 ile, %25 reaktif madde içeren ajan ise %7,07 ile parçada ağırlık düşüşü sağlamıştır.
- Reaktif madde içeriği %50 ve %25 olan kimyasal köpürtme ajanlarının, çevrim süresine etkileri arasında kayda değer bir fark olmamıştır.
- Reaktif madde içeriği %50 ve %25 olan kimyasal köpürtme ajanlarının, kapama kuvvetine etkileri arasında kayda değer bir fark olmamıştır.
- X ve Y yönü % çekme simülasyon değerleri, üretim değerlerinden örnekteki oranda sayısal olarak fazla bulunmuştur. Örnek olarak %50 reaktif madde içeren ajan için, X yönü simülasyon % çekme simülasyon değeri %0,53 iken, üretim değeri %0,26 olarak bulunmuştur.
- Z yönü çarpılma ölçüsünde, %25 reaktif madde içeren ajan, %50 reaktif madde içeren ajana göre daha fazla çarpılma iyileşmesi göstermiştir.
- Z yönü çarpılma iyileşme simülasyon sonuçları üretim sonuçlarına göre daha fazla çarpılma iyileşme olacağı yönünde sonuç ortaya koymuştur.
- Simülasyon sonuçlarının, üretim sonuçlara göre sayısal olarak en uzak yaklaşımı Z yönü çarpılma iyileşme parametresinde olmuştur.

- Kimyasal köpürtme prosesi için doğru modellenmiş Moldflow akış simülasyonunun özellikle ağırlık, kapama kuvveti ve çevrim süresi kazanım verilerinin, üretim sonuçları ile oldukça benzer olduğu ortaya koyulmuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışmamda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve çalışmalarıma yön veren danışmanım Doç. Dr. Hasan Öktem, deney çalışmalarımda yardımcı olan Mr. Martin Jacobi ve Mr. Yılmaz Yığcıoğlu'na, simülasyon çalışmalarım için Mr. Hakan Aktaş, Mr. Sven Theissen, Mr. Michael Gossen'e, tüm çalışmalardaki mali desteği kaynaklı Brightworks Engineering şirketine teşekkürü borç bilirim.

KAYNAKLAR

[1] A.K. Nema, A.V. Deshmukh, K. Palanivelu, S.K. Sharma, and T. Malik. J.,2008. *Cell Plast*., 44.
[2] C.B. Park and N.P. Suh., 1996. *Polym. Eng. Sci*. 26, 1.
[3] C.B. Park, D.F. Baldwin and N.P. Suh., 1995 *Polym. Eng. Sci*. 35, 5.
[4] Gong, S.; Yuan, M.; Chandra, A.; Kharbas, H.; Osorio, A.; Turng (2005) *L.S. Microcellular injection molding*. *Int. Polym. Process.*
[5] S-C. Chen, W-H. Liao; and R-D. Chien, 2012. *Inter. Comm. Heat Mass Trans*., 39.
[6] S. Nakai, K. Taki, and J. Tsujimura, 2008. *Polym. Eng. Sci*., 48, 107.
[7] S. Wong, J.W.S. Lee, H.E. Naguib, and C.B. Park. *Macromol, 2008. Mater. Eng*., 293.
[8] Tromm, M.; Shaayegan, V.; Wang, C.; Heim, H.-P.; Park, 2019. C.B. Investigation of the mold-filling phenomenon in high-pressure foam injection molding and its e ects on the cellular structure in expanded foams. *Polymer*.
[9] X. Han, K.W. Koelling, D.L. Tomasko and L.J. Lee, 2002. *Polym. Eng. Sci*. 35, 11.
[10] X. Qin, M.R. Thompson, and A.N. Hrymak, 2007. *Polym. Eng. Sci*., 47.
[11] Zhao, J.; Zhao, Q.; Wang, C.; Guo, B.; Park, C.B.; Wang, 2017. G. High thermal insulation and compressive strength polypropylene foams fabricated by high-pressure foam injection molding and mold opening of nano-fibrillar composites. *Mater. Des*.
[12] URL-1: https://www.lyondellbasell.com/, (Ziyaret Tarihi: 09.01.2020).
[13] URL-2: http://www.trexel.com/en/tecocell-cfa/, (Ziyaret Tarihi: 10.02.2020)
[14] URL-3: https://www.engelglobal.com/tr/, (Ziyaret Tarihi: 30.03.2020)

3D YAZDIRMA TEKNOLOJİLERİ İLE FARKLI PARAMETRE VE MATERYALLER İLE BASKISI ALINAN NUMUNELERİN ÇEKME DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Kadir Bekar
Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Kompozit Malzeme Teknolojileri
kadirbekar13@gmail.com

Ufuk Çifci
Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği
ufuk.cfc90@gmail.com

Arif Özkan
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği
arif.ozkan@kocaeli.edu.tr

Ali Gürsel
Düzce Üniversitesi / Mühendişlik Fakültesi / Makine Mühendisliği
aligursel@duzce.edu.tr

Özet
Günümüz gelişen üretim teknolojilerinde çok boyutlu yazıcılar da kendine büyük bir yer edinmiştir. Bu anlamda üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin sınır tanımayan gelişimi ile birlikte baskı materyalleri de aynı oranda gelişmekte ve çeşitleri gün geçtikçe artış göstermektedir. Gerek yerli gerekse de yabancı yatırımcılar baskı materyali üretiminde önemli role sahiptir. Bu kapsamda literatürde bulunan farklı parametre ve materyaller ile baskısı alınan numunelerin çekme dayanımına etkisi incelenmiş ve çalışma kapsamında yapılan çekme dayanımı deneyi ile mukayese edilmiştir. Karşılaştırmalar FDM tipi çok boyutlu yazıcıda baskısı alınan numuneler üzerinden değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın amacı çekme dayanımı gerektiren ortamlar için üretilecek parça veya numunelerin yazdırma parametreleri ve kullanılacak materyal seçimi hakkında 3D yazdırma teknolojisi kullanıcılarına rehberlik etmektir.

Anahtar Kelimeler: 3D yazdırma teknolojileri, Çekme dayanımı, Literatür araştırması, Materyal seçimi

EFFECT OF SAMPLES PRINTED BY 3D PRINTING TECHNOLOGIES WITH DIFFERENT PARAMETERS AND MATERIALS ON TENSILE STRENGTH: LITERATURE RESEARCH

Abstract
In today's developing production technologies, multidimensional printers have also taken a big place. In this sense, with the unlimited development of three-dimensional printing technologies, printing materials are developing at the same rate and their types are increasing day by day. Both domestic and foreign investors have an important role in the production of print materials. In this context, the effect of samples printed with different parameters and materials in the literature on tensile strength was examined and compared with the tensile strength test conducted within the scope of the study. Comparisons were evaluated on samples printed on a FDM-type multidimensional printer. The aim of this study is to guide the users of 3D printing technology about the printing parameters of the parts or samples to be produced for the environments that require tensile strength and the choice of material to be used.

Keywords: 3D printing technologies, Tensile strength, Literature research, Material selection

1. GİRİŞ

Üç boyutlu teknoloji veya eklemeli üretim süreci olarak da anılan bu yöntemle fiziksel nesneler dijital bilgiden aktarılarak ilk katmandan son katmana kadar sırası ile yüzeyden yüzeye işlem yapabilmektedir (Gibson et al., 2010; Kruth, 1991; Thompson et al., 2016). 1960 ve daha sonrasında yapılan çalışmalara dayanana bu teknoloji yöntemi 1988 yılında katı sertleştirme diğer bir adıyla ergimiş birikim modelleme (FDM) yönteminin ticarileşmesini hızlandırmış, alınan patent ve yeni çalışmalar sayesinde gelişmeye devam etmesini sağlanmıştır (Gibson et al., 2010; Thompson et al., 2016; Wohlers & Gornet, 2014).

Çalışma prensibi ise daha önceden belirlenmiş tasarım parametrelerinin aracı yazılımlar vasıtası ile gerekli takım yolları oluşturularak (STL) Stereolithography yöntemi ile dijital kodlara çevirmesi ve istenilen üretim yöntemi ve araçları belirlenerek oluşturulan tasarımı üç boyutlu yazıcılar aracılığı ile fiziksel nesneye dönüştürebilmesidir (Çelik & Özkan, 2017; Çifci et al., 2018). Bu teknolojide modelleri tek parça halinde yazdırma işlemi önceliklidir. Yapısal olarak modellenen nesneler için destek birimleri kullanılmakla birlikte istenilen renk ve malzeme seçimine olanak tanımaktadır (Berman, 2012; Çifci, Özkan, & Akgül, 2019; Kuzu Demir et al., 2016). Geleneksel üretim yöntemlerinde uygulanması güç veya karmaşık geometriye sahip olan nesneler kolaylıkla üretilebilmektedir (Aydın & Küçük, 2017; Çifci et al., 2018).

Üç boyutlu yazıcılar sunduğu yenilikler ve tasarım fikirleri açısından geleneksel yöntemler arasında yerini gün geçtikçe sağlamlaştırmaktadır. Plastik türevleri, metal, seramik gibi geniş malzeme üretme yelpazesine sahip olup, gün geçtikçe farklı üç boyutlu obje üretimlerinde yer aldığı görülmektedir (Çifci, Özkan, & Taşdemirci, 2019; Hakan Verdu Martinez & Can, 2016). Bu teknoloji alanında yapılan yatırımlar ve çalışmalar sayesinde üç boyutlu yazıcılar sanayi, hobi, otomotiv, sağlık ve prototip alanlarında olukça yaygın kullanıma erişmiştir. 2014'de oluşan pazar hacmi 4 milyar dolar iken 2020 yılında ise bu değerin 21 milyar dolara ulaşması öngörülmektedir (Thompson et al., 2016; Wohlers & Gornet, 2014).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu çalışmada farklı parametrelerce değerlendirilmiş PLA materyali üzerinde baskısı alınan nesnelerin çekme dayanımları baz alınarak, oluşan optimum değerler incelenmiş ve bu kapsamda literatür çalışması yapılmıştır. Literatür taraması sonucu değerlendirme kapsamına alınan çalışmalar Tablo 1'de gösterildiği gibidir. Literatür taraması sonucu değerlendirme kapsamına alınan çalışmaların baskı parametrelerine ait istatistikler Tablo 2'de gösterildiği gibidir.

Tablo 1. Değerlendirme Kapsamına Alınan Çalışmalar ve Bu Çalışmalarda Kullanılan Baskı Parametreleri

Çalışmanın Künyesi	Materyal Türü	Ortam Türü	Katman Yüksekliği	Nozul Sıcaklığı	Baskı Hızı	Dolgu Türü	Duvar Sayısı	Baskı Yönü	Doluluk oranı	Tarama Açısı
S. Wang ve diğ. (2020)			✓	✓				✓	✓	
D.M.B. Lopez ve diğ. (2020)	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓
M. Günay ve diğ. (2019)				✓	✓		✓		✓	✓
B. Kaygusuz ve diğ. (2018)			✓	✓	✓				✓	
H. Evlen ve diğ. (2017)		✓	✓	✓					✓	
N. Naveed (2020)									✓	✓
H. Kaygısız ve diğ. (2017)	✓		✓	✓	✓		✓		✓	
S. Petersmann ve diğ. (2020)	✓			✓	✓					
J.M. Chacón ve diğ. (2017)		✓	✓		✓					
H. Evlen ve dig. (2019)	✓		✓	✓		✓	✓		✓	
M. Kam ve diğ. (2019)			✓	✓	✓	✓			✓	

S. Wang ve diğ. (2020) çalışmasında yapılan testler 4 farklı parametre içermektedir. Tek eksenli PLA materyalinden üretilmiş test çubukları yazdırma açısı, doluluk oranı, ekstrüzyon sıcaklığı, çizgi

kalınlığı verileri altında incelenmiştir (Wang et al., 2020). D.M.B. Lopez ve diğ. (2020) çalışmasında PLA, ABS ve HIBS malzemeleri olmak üzere birbirlerine kıyasla ve homojen bir kompozit yapıda gerilme dirençlerinin bulunması ve hangi materyallerin veya kompozitlerin daha iyi mekanik özelliklerinin olduğu ortaya konulması amaçlanmıştır (Lopez & Ahmad, 2020).

M. Günay ve diğ. (2019) çalışmasında yapılan çekme testleri, numune üretimindeki farklı işlem parametreleri göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir (Günay et al., n.d.). B. Kaygusuz ve diğ. (2019) çalışmasında 5 farklı ekstrüzyon sıcaklığı baz alınarak ve dolgu yoğunluğuna bağlı olarak çekme dayanımı testi yapılmıştır. Diğer parametreler sabit olarak değerlendirilmiştir (Kaygusuz & Özerinç, 2018). H. Evlen ve diğ. (2017) çalışmasında 9 adet numune %10, %30, %50 doluluk oranında, 0,2mm katman kalınlığında, 220° ekstrüzyon sıcaklığında, açık ve kapalı Kartezyen tipi üç boyutlu yazıcıda basılarak toplamda 18 adet numunede çekme mukavemeti deneyi gerçekleştirilmiştir (Evlen et al., 2018).

N. Naveed (2020) çalışmasında PLA malzeme kullanılarak 0°, 30°, 45°, 60°, 90° doldurma açısına sahip numuneler %100 doluluk oranında 3 adet basılmıştır. Diğer parametrelerinde sabit olduğu deneylerde bu doldurma açısı farklılıklarının ortalama çekme mukavemetine etkisi incelenmiştir (Naveed, n.d.). H. Kaygısız ve diğ. (2017) çalışmasında PLA+ ve ePA-CF filament kullanılarak 3'er adet toplamda 6 adet numune basılmıştır. ePA-CF filament karbon takviyeli bir filamenttir. İki filament ile basılmış numuneler arasındaki çekme mukavemeti gözlemlenmiştir (Kaygısız et al., 2017). S. Petersmann ve diğ. (2020) çalışmasında PLA, PP, PEEK, PETG, PMMA, PVDF materyaline sahip filamentler ile baskısı alınmış numunelerin implant malzemesi olarak kullanılmasına yönelik mekanik olarak yeterli çekme gerilimine sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Her bir malzemede 4 adet test numunesi kullanılmıştır (Petersmann et al., 2020). J.M. Chacón ve diğ. (2017) çalışmasında standart ASTM 638 standartlarında çekme numuneleri düz, dikey ve yanal olarak birer adet basılarak, farklı çizgi kalınlıkları ve yazdırma hızları baz alınarak çekme mukavemeti analizi yapılarak hangi metot ile daha fazla ve mukavemet elde edilebileceği araştırılmıştır (Chacón et al., 2017).

H. Evlen ve dig. (2019) çalışmasında üç boyutlu yazıcı kullanılarak PET ve PLA malzemelerin %10, 20, 30, 40 ve %50 doluluk oranlarında TS 138 A standartlarında mekanik test numuneleri yazdırılmıştır (Evlen et al., 2019). M. Kam ve diğ. (2019) çalışmasında PET-G (Polyethylene Terephthalate Glycol) kullanılarak üçer adet ISO 527-2 standartlarına uygun elde edilen numunelerin bütün numunelerde kullanılacak olan sabit baskı parametreleri göz önünde bulundurulmuş olup, sırası ile Rectilinear, Grid, Triangular, Wiggle, Fast honeycomb, Full honeycombfarklı doldurma şekilleri ile çekme mukavemetine arasındaki etkisi incelenmiştir (Kam et al., 2019).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneyler kapsamında tercih edilen materyal ve uygulanan yöntemler çalışmanın bu kısmında belirtildiği gibidir.

3.1. Materyal

Deneyler kapsamında oluşturulan numuneler FDM teknolojisi kullanan Kartezyen tipi 3B yazıcı ile elde edilmiştir. Tamamen Türk tasarımı olan bu yazıcı, açık kaynaklı ve patentli, FDM tipi 3B yazıcıdır. Bu çalışmada FDM teknolojisi ile kullanımı en yaygın olan ABS ve PLA materyalleri ile numunelerin baskıları alınmıştır. ABS materyali termoplastik özelliğe sahip olup strese karşı yüksek direnç gösteren rijit bir yapısı vardır. Genel olarak ergime sıcaklığı 210°C-250°C aralığındadır. Deneylerde kullanılan ABS materyalinin fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 2'de gösterildiği gibidir (Kuzu Demir et al., 2016; Olivera et al., 2016).

Tablo 2. Deneylerde Kullanılan ABS Materyalinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (Sigma3D, n.d.-a)

Özellikler	Test Koşulu	Test Metodu	Birim	Tipik Değer
Özgül Ağırlık		D792	g/cm³	1.032
Çekme Mukavemeti	2mm/dk	D638	MPa	10.4
Elastik Modülü	2mm/dk	D638	GPa	0.80
Eğme Mukavemeti	1.15mm/dk	D790	MPa	43.05
Eğme Modülü	1.15mm/dk	D790	GPa	2.18
İzod Darbe Dayanımı		D256	kJ/m²	30.45
Geçiş Sıcaklığı Tayini		D3418	°C	100.59-100.08
Isıl Defleksiyon		D648	°C	64.3-61.0
Shore D Sertlik		D2240		78.0-89.5
Erime Akış Hızı	190°C/2.16kg	D1238	g/10dk	4.31AB

PLA materyali zayıf darbe dayanımı, sertlik ve mekanik davranış özellikleri bakımından dezavantajlı olup, boyutsal kararlılığı ve baskı sırasında sağladığı kolaylık bakımından avantaj sağlamaktadır. Ergime sıcaklığı 170°C-220°C aralığındadır (Madhavan Nampoothiri et al., 2010; Murariu et al., 2014). Deneylerde kullanılan PLA materyalinin fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 3'de gösterildiği gibidir.

Tablo 3. Deneylerde Kullanılan PLA Materyalinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (Sigma3D, n.d.-b)

Özellikler	Test Metodu	Birim	Tipik Değer
Özgül Ağırlık	D792	g/cc	1.24
Erime Akış Hızı	D1238	g/10 dk	6 (210°C / 2.16kg)
Bağıl Viskozite	D5225		4
Erime Sıcaklığı	D3418	°C	145°-160°
Geçiş Sıcaklığı Tayini	D3418	°C	55°-60°
Gerilme Dayanım Gücü	D882	MPa	60
Kopmada Çekme Dayanımı	D882	MPa	53
Çekme Uzaması	D256	%	6
İzod Darbe Dayanımı	D256	kJ/m²	16
Eğme Mukavemeti	D790	MPa	83
Eğme Modulü	D790	MPa	3.8
Isıl Defleksiyon	E2092	°C	55

3.2. Yöntem

Bu çalışmada 3B yazdırma teknolojisi ile baskısı alınan farklı doluluk oranlarına sahip numuneler üzerinde çekme mukavemeti deneyi gerçekleştirilmiştir. Uygulamalara ait deneysel tasarım çizelgesi Tablo 4'de gösterildiği gibidir.

Tablo 4. Uygulamalara Ait Deneysel Tasarım Çizelgesi

Materyal Türü	**Doluluk Oranı** *(%)*			**Toplam**
	20	**40**	**60**	
ABS	3	3	3	**9**
PLA	3	3	3	**9**
Toplam	**6**	**6**	**6**	**18**

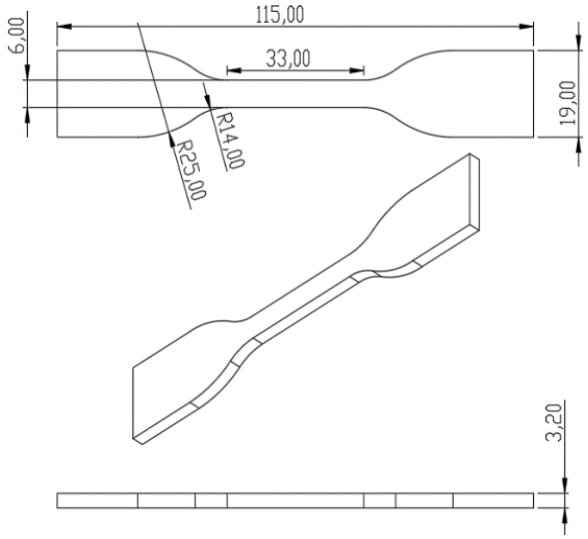
Baskı sırasındaki doluluk oranı dışında belirlenen baskı parametreleri Tablo 5'de gösterildiği gibidir.

Tablo 5. Baskı Sırasında Belirlenen Baskı Parametreleri

Parametre	Birim	ABS	PLA
Filament Çapı	(mm)	1.75	1.75
Nozul Çapı	(mm)	0.4	0.4
Katman Yüksekliği	(mm)	0.3	0.3
Başlangıç Nozul Sıcaklığı	(°C)	220	210
Nozul Sıcaklığı	(°C)	210	190
Başlangıç Tabla Sıcaklığı	(°C)	90	60
Tabla Sıcaklığı	(°C)	90	60
Başlangıç Baskı Hızı	(mm/s)	15	15
Baskı Hızı	(mm/s)	50	50
Başlangıç Parça Soğutma Fanı	(%)	0	0
Parça Soğutma Fanı	(%)	50	100
Alt Duvar Sayısı		3	3
Üst Duvar Sayısı		3	3
Anahat/Çevre Duvar Sayısı		2	2

3.2.1. Deney Numunelerinin Tayini

Çekme mukavemeti deneyi için numune boyutları yaygın olarak kullanılan ASTM D638 standartları baz alınarak tasarlanmıştır (ASTM International, n.d.). Çekme mukavemeti deneyi numunesine ait teknik resim Şekil 2'de gösterildiği gibidir (Kartal, 2017).



Şekil 2. Çekme Mukavemeti Deneyi Numunesine Ait Teknik Resim

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneyler kapsamında elde edilen sonuçlar çalışmanın bu kısmında belirtildiği gibidir.

4.1. Bulgular

Farklı doluluk oranlarına sahip ABS materyali ile baskısı alınan numunelerin çekme mukavemeti deneyi sonuçları Tablo 6'da gösterildiği gibidir.

Tablo 6. ABS Materyali ile Baskısı Alınan Numunelerin Çekme Mukavemeti Deneyi Sonuçları

Doluluk Oranı *(%)*	**Çekme Mukavemeti** *(MPa)*	**Elastik Modül** *(GPa)*	**Kopmadaki Uzama** *(%)*
20	22.5	1.32	10.06
	21.6	1.23	15.93
	21.7	1.25	7.63
Ortalama	**21.65**	**1.267**	**11.207**
40	22.4	1.36	11.66
	22.6	1.34	15.23
	21.8	1.27	10.76
Ortalama	**22.267**	**1.323**	**12.55**
60	23.7	1.26	11.68
	24.5	1.33	16.27
	25	1.37	16.89
Ortalama	**24.4**	**1.32**	**14.947**

Tablo 7 incelendiği zaman ABS materyallerinde %20 ve %40 doluluk oranlarında çekme mukavemetinin ve kopma uzama değerlerinin birbirlerine yakın değerler sergilediği, %60 doluluk oranına bakıldığında ise çekme mukavemetinin daha yüksek değerler gösterdiği, genel olarak doluluk oranı arttıkça çekme mukavemeti ve kopma uzaması değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Farklı doluluk oranlarına sahip PLA materyali ile baskısı alınan numunelerin çekme mukavemeti deneyi sonuçları Tablo 7'de gösterildiği gibidir.

Tablo 7. PLA Materyali ile Baskısı Alınan Numunelerin Çekme Mukavemeti Deneyi Sonuçları

Doluluk Oranı *(%)*	**Çekme Mukavemeti** *(MPa)*	**Elastik Modül** *(GPa)*	**Kopmadaki Uzama** *(%)*
20	42.5	1.97	1.53
	42	2.05	1.7
	42.8	2.2	4.66
Ortalama	**42.433**	**2.073**	**2.630**
40	42.9	2.48	3.32
	43.3	2.31	3.42
	44.4	2.86	2.47
Ortalama	**43.533**	**2.550**	**3.070**
60	48	2.36	2.37
	46.1	2.58	4.71
	47.9	2.52	4.4
Ortalama	**47.333**	**2.487**	**3.827**

Tablo 8 incelendiği zaman PLA materyallerinde %20 ve %40 doluluk oranlarında çekme mukavemetinin ve kopma uzama değerlerinin birbirlerine yakın değerler sergilediği, %60 doluluk oranına bakıldığında ise çekme mukavemetinin daha yüksek değerler gösterdiği, genel olarak doluluk oranı arttıkça çekme mukavemeti ve kopma uzaması değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

4.2. Tartışma

S. Wang ve diğ. (2020) Çekme dayanımının yüksek olduğu parametrelere bakılacak olursa yazdırma açısının 90° derece ve doluluk oranının yüksek olduğu aynı zamanda çizgi kalınlıklarının en düşük seviyelerinde iken ekstrüzyon sıcaklık değerlerinin ise 215° ile 235° aralığında olması çekme dayanımlarının yüksek olduğu parametreler olarak gözlemlenmiştir. Çalışma sonucu oluşan en iyi sonuç ise 54,39 Mpa sahip test çubuğu olmuştur.

D.M.B. Lopez ve diğ. (2020) çalışmasında PLA test numunesi 47,46 Mpa olarak en yüksek gerilme direncini göstermiştir. ABS ise 27,14 Mpa direnç göstermiştir. HIPS test numunesi 20,06 Mpa ile en düşük gerilimi göstermiştir. Kompozit deney çubuklarında ise PLA-ABS-PLA karışımı numunenin 44,40 Mpa ile en yüksek dirence sahip olduğu HIBS-ABS-HIBS direncinin 22,21 Mpa ile en düşük direnci gösterdiği ortaya konulmuştur. Test çubuklarının kalınlık değerleri arttıkça ortalama gerilmelerinde arttığı gözlemlenmiş olup PLA materyalin diğer tekli ve kompozit numunelere göre çekme direncinin yüksek olduğu, HIPS materyalinde ise bu durumun tam tersi olduğu gözlemlenmiştir.

M. Günay ve diğ. (2019) Doluluk oranının artmasıyla birlikte çekme dayanımının arttığı, üç farklı yazdırma hızının dayanıma kötü etki ettiği, yazdırma hızı arttıkça oluşan şekil bozukluklarının dayanıma olumsuz etki ettiği, alt ve üst kabuk sayısındaki artışın çekme dayanımını artırdığı, yüksek derece tarama açısının ise doluluk oranıyla doğru orantılı olarak çekme dayanımı arttırdığı, dolayısı ile en yüksek çekme dayanımının %100 doluluk oranına sahip 30mm/s baskı hızı ve 0/90° tarama açısına sahip numunede 34,60 Mpa olarak görülmüştür.

B. Kaygusuz ve diğ. (2019) Ekstrüzyon sıcaklığı artması ile bir katman diğer bir katmana daha iyi tutunmaktadır. Bu sebeple uzama katsayısının en fazla olduğu sıcaklık 190° de görülmüştür. Öte yandan 210° ve 215° arasında üretilen numunelerde gözle görülür bir fark oluşmamıştır. Artan ekstrüzyon sıcaklığının %10 kadar çekme dayanımını arttırdığı gözlemlenmiştir. Dolgu oranın artması artan ekstrüzyon sıcaklığı ile beraber numunelerin çekme dayanımlarını doğru orantılı olarak yukarıya çekmiştir. Elde edilen verilere üst çekme dayanımı 60 MPa ve 70 MPa arasındaki değerler nominal değerlerdir. Bu çalışmada elde edilen veriler bu aralığı karşılamaktadır.

H. Evlen ve diğ. (2017) Yapılan deney sonuçlarına göre PLA malzeme kullanılarak üretilen deney numunelerinin açık sistemden kapalı sisteme geçişte çekme gerilmelerinde ve uzama miktarlarında artış olduğu, düşük dolum oranlarında kapalı sistemde üretilen numunelerin çekme dayanımında artış gözlenirken yüksek dolum oranında birbirlerine yakın değerler görüldüğü, bu değerlerden en büyüğü açık sistemde bulunan ve %50 doluluk oranına sahip olan ve ortalama 55,17 MPa çekme kuvvetine sahip olan numunelerin olduğu gözlemlenmiştir.

N. Naveed (2020) En düşük çekme ortalama çekme gerilimini 0° ve 30° numunelerde gözlenmiş olup kırılgan malzeme davranışları sergilemiştir. 45° ve 90° derecede ise diğer açılara göre yüksek çekme dayanımı sergilemiştir. En büyük uzama katsayısı ise 45° basılan numunelerde görülmüştür. 0° 30 °ve 60° arasındaki kırık yüzeyler oluşurken 45° ve 90° de bu sonuca rastlanmamış olup, çekme mukavemetine doğrudan etki etmiştir.

H. Kaygısız ve diğ. (2017) çalışmasında PLA+ ve ePA-CF (karbon takviyeli) numuneler kullanılmıştır. ePA-CF filament karbon takviyeli bir materyaldir. PLA+ malzemenin çekme mukavemeti 61,9 MPa, ePA-CF malzemenin 112,81 MPa olduğu ölçülmüş ve karbon takviyesinin mukavemeti ciddi arttırdığı görülmüştür. Bunun sebeplerinden biri ise karbon içindeki lif örgüsüdür dayanıma ciddi katkı sağlamasıdır. Öte yandan klasik karbon fiber dayanımı 1500 Mpa değerlerindedir.

S. Petersmann ve diğ. (2020) çalışmasında PLA, PP, PEEK, PETG, PMMA, PVDF materyaline sahip filamentler ile baskısı alınmış numunelerin implant malzemesi olarak kullanılmasına yönelik mekanik olarak yeterli çekme gerilimine sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Çekme testlerinde en yüksek çekme dayanımı 77 MPa ile PMMA gözlemlenirken, bunu takiben PEEK 66 MPa, PLA ise 64 MPa,

PETG 32 MPa, PVDF 28 MPa takip etmiştir. En düşük çekme dayanımı ise 16 MPa ile PP gözlemlenmiştir. PEEK ve PMMA yüksek sertlik ve mukavemet değerleri açısından kraniyal implantlar gibi yük taşıma için kullanılabilir. PEEK malzeme kullanılması fiyat bakımından uygun olacağı yönündedir. PLA ise mekanik özellikleri bakımından kısa süreli yük taşıyan uygulamalarda kullanılabilir. PP ve PVDF yüksek esneklik sayesinde dikiş malzemeleri olarak veya implant kırılmalarını engellemek için kullanılabilir.

J.M. Chacón ve diğ. (2017) Numuneleri düz, dikey ve yanal olarak birer adet basılarak, farklı çizgi kalınlıkları ve yazdırma hızları baz alınarak çekme mukavemeti analizi yapılarak hangi metot ile daha fazla ve mukavemet elde edilebileceği araştırılmıştır. Dik olarak üretilen numunelerde bütün baskı hızları ve çizgi kalınlıkları baz alındığında en düşük çekme değerleri gözlemlenmiştir. Bütün baskı hızlarında basılan dikey numunelerde çizgi kalınlıkları arttıkça mukavemetin genel olarak arttığı gözlemlenmiştir. Yanal olarak üretilen test numuneleri ise düz şekilde üretilen numunelere yakın değerler gözlemlenmektedir. 20 mm/s hızından 50 mm/s geçerken çekme mukavemetinde artış gözlenirken 50mm/s' den 80mm/s geçerken daha düşük değerler görülmektedir. Çizgi kalınlıklarının artışı düşük hızlarda dayanıma olumlu etki yaparken yüksek hızlarda bu oranın tersine durumlar sergilediği gözlemlenmiştir. Genel olarak bakıldığında en yüksek çekme mukavemeti 50mm/sn 'de 0,06 katman kalınlığı kullanılarak 89,1 MPa ile düz olarak üretilen numunelerde görülmüştür. En düşük oran ise yine 50mm/s 'de 0,06 katman kalınlığına sahip dikey olarak üretilen numunede gözlemlenmiştir. Ortalamaya bakıldığında en iyi sonuçların 50mm/s hızlarda ve 0,06 ile 0,12 katmanlar arasında gerçekleştiği ve yanal üretim şeklinin düz şekilde üretime yakın değerler sergilediği fakat dikey üretimin diğerlerine göre daha kötü sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.
H. Evlen ve dig. (2019) PLA numunelerde %10 doluluk oranından %30 değerlerine çıkıldığında gittikçe artan bir çekme mukavemeti elde edildiği, fakat %40 ve %50 doluluk oranında çekme mukavemetinin azaldığı görülmektedir. Düşük doluluk oranı olan %10 doluluk oranına sahip çizgi kafes dolgu örüntülü numunelerde en küçük çekme mukavemeti değeri 31 N/mm2 olarak elde edilirken, en yüksek çekme mukavemeti değeri ise %30 doluluk oranına sahip numunelerde 48 N/mm2 olarak elde edilmiştir. PET malzemenin çekme eğrilerinde ise doluluk oranı %10'dan %50'ye doğru gittikçe çekme mukavemetinin arttığı görülmüştür. En düşük doluluk oranı olan %10 doluluk oranına sahip çizgi kafes dolgu örüntülü numunelerde ise en küçük çekme mukavemeti değeri 34 N/mm2 olarak elde edilirken, en yüksek çekme mukavemeti değeri ise %50 doluluk oranına sahip numunelerde 42 N/mm2 olarak elde edilmiştir.

M. Kam ve diğ. (2019) Full honeycomb doldurma şekline sahip numunelerde en düşük çekme dayanımı değeri 12,12 MPa olarak elde edilirken, en yüksek çekme dayanımı değeri 18,39 MPa olarak Rectilinear doldurma şekline sahip numunelerde elde edilmiştir. 0,17 ile Full honeycomb en yüksek uzama 0,06 ile Rectilnear ve Grid doldurma şekillerinde gözlemlenmiştir.

5. SONUÇ

Yapılan araştırmalar sonucunda çekme mukavemeti deneylerinde; ABS ve PLA materyal ile baskısı alınan numunelerde doluluk oranı arttıkça az da olsa çekme mukavemetinin de doğru oranda arttığı, ortalama kopmadaki uzama oranları karşılaştırıldığında ABS materyalin PLA materyale göre daha iyi değerler sergilediği, PLA materyalinin ABS materyaline kıyasla daha yüksek çekme dayanımı sağladığı gözlemlenmiştir.

Ekstrüzyon sıcaklığının arttırılması katmanların birbirlerine daha iyi tutunmasını sağlayarak 210°-235° nozzle sıcaklıkları arasında çekme dayanımına olumlu katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir.
Oluşturulan düşük katman kalınlıklarına sahip numunelerde çekme mukavemetine olumlu etki ettiği, katman sayısı arttıkça üretilen nesnede şekil bozuklukları görüldüğü ve bu durumun çekme mukavemetine olumsuz yansıdığı, yüksek et kalınlıklarına sahip parçalarda bu durumun daha iyi analiz edilebileceği gözlemlenmiştir.

İncelenen parametreler dahilinde yüksek yazdırma hızlarında üretilen nesnelerin genel görünümünde bozukluklar ve yırtılmalar oluştuğu ve çekme mukavemetine olumsuz etki ettiği, daha iyi sonuçlar

elde edilebilmesi adına 30mm/s veya daha az yazdırma hızları seçilmeli, fakat bunun üretim süresi olarak daha fazla zaman kaybına neden olduğu gözlemlenmiştir.

Araştırmada kullanılan tarama açılarına göre numunelerde 0°, 30°, 45°, 90° açıları kullanılmış olup 0° ve 30° ve 60° derecelerde kırılgan bir yapı sergilemesi kopma uzamasını ve çekme mukavemetinde düşüşe sebep olmuştur. 45° ve 90° açılarda ise çekme mukavemetine olumlu etkide bulunduğu ve diğer açılara oranla daha yüksek değerler sergilediği gözlemlenmektedir.

PLA malzemesi neme ve ısıya duyarlı bir materyal olduğundan, üretilen numunelerin açık ve kapalı ortamda özellikle yüksek dolum oranlarında çekme mukavemetinde artış görülmekte olup, düşük dolum oranlarında ise açık sisteme oranla yakın değerler sergilediği gözlemlenmiştir.

Farklı doldurma şekillerinden elde numunelerde en yüksek çekme ve uzama değerleri Rectilinear (doğrusal) dolgu biçimi sağlarken bunu Grid (kafes örüntülü) dolgu biçimi takip etmiştir. Farklı şekiller ve açılara sahip dolum şekilleri çekme mukavemetine olumsuz etki ettiği gözlemlenmiştir.
Araştırmalarda üretilecek nesneler farklı şekillerde ve metotlarda üretilebilmektedir. Bu çalışmalarda düz, dikey, yanal olmak üzere üretilen nesneler arasında yanal ve düz üretim şekilleri arasında çekme gerilmelerinde yakın değerler gözlenirken en yüksek çekme değerlerinin doğrusal üretim metotlarında görüldüğü, en düşük çekme değerinin ve şekil bozukluklarının ise dikey üretim metodunda gözlemlenmiştir.

Çalışmalarda kullanılan tekil ve kompozit malzemeler çekme değerleri için ele alındığında PLA malzemesi, PP, ABS, PET-G, PVDF gibi malzemeler ile kıyaslandığında daha fazla çekme mukavemeti gösterdiği, PMMA ve PEEK gibi malzemelere yakın veya daha az çekme mukavemeti gösterdiği, fakat genel büyük yükler karşısında direncinin düşük olduğu, sadece ufak taşıma kapasiteleri için kullanıma daha uygun olduğu, bazı materyaller ile kompozit olarak kullanılarak çekme dayanımında saf PLA malzemesine yakın değerler sergilediği, Karbon lifleri sayesinde karbon takviyeli nesnelerde çekme mukavemetinin yüksek olduğu, mekanik direncinin arttırılması için çalışmaların devam edilmesi gerektiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı çekme dayanımı gerektiren ortamlar için üretilecek parça veya numunelerin yazdırma parametreleri ve kullanılacak materyal seçimi hakkında 3D yazdırma teknolojisi kullanıcılarına rehberlik etmektir.

6. KAYNAKLAR

ASTM International. (n.d.). *Standards and Publications*. Retrieved January 23, 2020, from https://www.astm.org/Standard/standards-and-publications.html

Aydın, L., & Küçük, S. (2017). Üç boyutlu yazıcı ve tarayıcı ile hastaya özel medikal ortez tasarımı ve geliştirilmesi. *Politeknik Dergisi*, *20*(1), 1–8.

Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, *55*(2), 155–162. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2011.11.003

Çelik, K., & Özkan, A. (2017). Eklemeli imalat yöntemleri ile üretim ve onarım uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *5*(1), 107–121.

Chacón, J. M., Caminero, M. A., García-Plaza, E., & Núñez, P. J. (2017). Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection. *Materials and Design*, *124*(124), 143–157. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.03.065

Çifci, U., Özkan, A., & Akgül, İ. (2018). Üç boyutlu tasarım ve imalat teknolojilerinin imalat için tasarıma olan etkilerinin incelenmesi. *3rd International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry*, 486–493.

Çifci, U., Özkan, A., & Akgül, İ. (2019). Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin maliyet ve destek malzemesi gereksinimleri yönünden kıyaslanması ve imalat sektöründe uygulanabilirliği. *4th International Congress on 3d Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry*, 482–488.

Çifci, U., Özkan, A., & Taşdemirci, Ç. (2019). Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin hızlı prototip uygulamaları için farklı materyaller aracılığıyla yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin incelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*(3), 1627–1643.

Evlen, H., Erel, G., & Yılmaz, E. (2018). Açık ve kapalı sistemlerde doluluk oranının parça mukavemetine etkisinin incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, *21*(3), 651–662.

Evlen, H., Özdemir, M. A., & Çalışkan, A. (2019). Doluluk oranlarının PLA ve PETG malzemelerin mekanik özellikleri üzerine etkileri. *Politeknik Dergisi*, *22*(4), 1031–1037.

Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2010). *Additive Manufacturing Technologies 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing Second Edition* (2nd ed.). Springer.

Günay, M., Gündüz, S., Yılmaz, H., Yaşar, N., & Kaçar, R. (n.d.). PLA esaslı numunelerde çekme dayanımı için 3D baskı işlem parametrelerinin optimizasyonu. *Politeknik Dergisi*, *(*), *. https://doi.org/10.2339/politeknik.422795

Hakan Verdu Martinez, E., & Can, E. (2016). Bilgisayar destekli seramik üretim yöntemi olarak üç boyutlu yazıcılar ve günümüz koşullarında uygulama örneği. *Sanat & Tasarım Dergisi*, *6*(1), 1–14.

Kalmaz, C. (2020). *Sigma3D Yerli Açık Kaynak Yazıcı*. https://3boyutlubaski.com/2020/04/sigma3d-yazici-yapimi-asamalari/

Kam, M., Saruhan, H., & İpekçi, A. (2019). Farkı doldurma şekillerinin üç boyutlu yazıcılarda üretilen ürünlerin mukavemetine etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*, 951–960.

Kartal, F. (2017). Taguchi metodolojisi ile eriyik yığma modelleme süreci parametrelerinin optimizasyonu. *Int. J. 3D Print. Technol. Digit. Ind.*, *1*, 49–56.

Kaygısız, H., Yakut Pektürk, H., & Topuz, P. (2017). Karbon fiber takviyeli filamentler kullanarak 3 boyutlu yazıcıda basılan malzemelerin mekanik özelliklerinin incelenmesi. *2. 3B Baskı Teknolojileri Uluslarası Sempozyumu (3B-BTS2017)*, 213–217.

Kaygusuz, B., & Özerinç, S. (2018). 3 boyutlu yazıcı ile üretilen PLA bazlı yapıların mekanik özelliklerinin incelenmesi. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, *16*(1), 1–6.

Kruth, J. P. (1991). Material increase manufacturing by rapid prototyping techniques. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, *40*(2), 603–614.

Kuzu Demir, E. B., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H., & Kuzu, A. (2016). Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye'deki uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, *17*(2), 481–503.

Lopez, D. M. B., & Ahmad, R. (2020). Tensile mechanical behaviour of multi-polymer sandwich structures via fused deposition modelling. *Polymers*, *12*(3), 651.

Madhavan Nampoothiri, K., Nair, N. ., & John, R. . (2010). An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research. *Bioresour. Technol.*, *101*(22), 8493–8501.

Murariu, M., Laure-Dechief, A., Paint, Y., Ramy-Ratiarison, R., Dubois, P., & Marie-Raquez, J. (2014). Recent advances in production of poly(lactic acid) (PLA) nanocomposites: A versatile method to tune crystallization properties of PLA. *Nanocomposites*, *1*(2), 71–82.

Naveed, N. (n.d.). Investigate the effects of process parameters on material properties and microstructural changes of 3D-printed specimens using fused deposition modelling (FDM). *Materials Technology*. https://doi.org/10.1080/10667857.2020.1758475

Olivera, S., Muralidhara, H. ., Venkatesh, K., Gopalakrishna, K., & Vivek, C. . (2016). Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: A review. *J. Mater. Sci.*, *51*(8), 3657–3674.

Petersmann, S., Spoerk, M., Van De Steene, W., Üçal, M., Wiener, J., Pinter, G., & Arbeiter, F. (2020). Mechanical properties of polymeric implant materials produced by extrusion-based additive manufacturing. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *104*, 103611.

Sigma3D. (n.d.-a). *PowerABS Fiziksel, Mekanik ve Termal Özellikleri*. Retrieved April 10, 2020, from https://sigma3dprinter.com/belgeler/powerabs-test-sonuclari.pdf

Sigma3D. (n.d.-b). *PowerPLA TDS*. Retrieved April 10, 2020, from https://sigma3dprinter.com/belgeler/PowerPLA TDS.pdf

Thompson, M. K., Moroni, G., Vaneker, T., Fadel, G., Campbell, R. I., Gibson, I., Bernard, A., Schulz, J., Graf, P., Ahuja, B., & Martina, F. (2016). Design for Additive Manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and constraints. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.05.004

Wang, S., Ma, Y., Deng, Z., Zhang, S., & Cai, J. (2020). Effects of fused deposition modeling process parameters on tensile, dynamic mechanical properties of 3D printed polylactic acid materials. *Polymer Testing*, *86*, 106483.

Wohlers, T., & Gornet, T. (2014). *History of Additive Manufacturing*.

EFFECT OF SENSORY MARKETİNG ON CONSUMER BUYING

Ariola Harizi
Slovak University of Agriculture, Nitra Slovakia
ariolaharizi@hotmail.com

Azeta Tartaraj
University Aleksander Moisiu Durres, Albania
azetatartaraj@yahoo.co.uk

Brunela Trebicka
University Aleksander Moisiu Durres, Albania
brunelat@hotmail.com

Abstract
From studying consumer behavior to many researchers defined that customers are mostly attracted towards from brands based upon sensory experience. Human senses, consumer experiences and sensations are considered in emerging marketing paradigms as a major sub phenomenon. Sensory Experience based on consumer behavior have been used from many marketers all around the world in order to developed the marketing ways based on human emotion. How sensory is effecting buying of products like sight, smell, hearing, touching and taste? Results of several studies conducted by many researchers has proved to many results and analysis on sensory marketing. The main objective of this study seeks to analyze and examine the effect of sensory marketing on buying food products.

Keywords: Sensory, marketing, consumer behavior, human sense
JEL Classification: D90, D91, M39, Q1, Q17

Introduction

Many studies have been conducted and have highlighted the role of psychology on consumer buying. In adult life, people normally know what they are doing. This experience of controlling one's own actions and, through them, the course of events in the outside world is called 'sense of agency'. It forms a central feature of human experience; however, the brain mechanisms that produce the sense of agency have only recently begun to be investigated systematically (Haggard 2017). Human confidence judgments are thought to originate from metacognitive processes that provide a subjective assessment about one's beliefs (Sanders, Hangya, and Kepecs 2016). The sense of agency is a central aspect of human self-consciousness and refers to the experience of oneself as the agent of one's own actions. Several different cognitive theories on the sense of agency have been proposed implying divergent empirical approaches and results, especially with respect to neural correlates (David, Newen, and Vogeley 2008).

Sensory |Marketing is the use of people as instruments to measure sensory response to stimuli (Hultén et al. 2009). Sensory marketing which is one of the comprising methods is; a marketing technique that aims to seduce the consumer by using his senses to influence his feelings and behavior (Erenkol 2015). Within marketing, the field of sensory marketing has developed which explores the role of the senses in consumer behavior (Krishna and Schwarz 2014). Traditional marketing views consumers as rational decision-makers who care about functional features and benefits, but in contrast, experiential marketers view consumers as rational and emotional human beings who are concerned with achieving pleasurable experiences (Fyall et al. 2019). Packaging is a critical aspect of the marketing offer, with many implications for the multi-sensory customer experience, it can affect attention, comprehension of value, perception of product functionality, and also consumption, with important consequences for consumer experience and response (Krishna, Cian, and Aydınoğlu 2017). Understanding "what" consumers want and "why" are two of the most significant hurdles faced by any business creating products for consumers. Sensory research can help identify issues that contribute to a product's success (or failure) (Stone 2012). Krishna defines it as “marketing that engages the consumers’ senses and affects their behaviors (Krishna and Schwarz 2014).

Marketers are increasingly allowing consumers to sample sensory-rich experiential products before making purchase decisions (Schmallegger and Carson 2008). 5 senses play key role at human life and upon ever-growing increase of products with different brands, applying senses for establishing brand has great importance, a customer is often attracted towards a brand based upon its sensory experience (Sayadi, Mobarakabadi, and Hamidi 2015). What messages to send to the target audience to create in their minds the intended country's identity by using the appropriate personality traits in communication applications (Rojas-Méndez, Papadopoulos, and Alwan 2015).

In complex food matrices, it is not always easy to establish relationships between the individual chemical stimuli concentration, physiological perception, and consumer reaction. Consumers' responses to food are not only based on the sensory characteristics of the product and on their physiological status but they are also related to other factors, such as previous information acquired about the product, their past experience, and their attitudes and beliefs (Costell, Tárrega, and Bayarri 2010).

The goals of this study are to analyze Sensory Marketing Factors, by creating a literature framework of Projective Mapping as it follows.

Sensory Marketing Using Five Senses

Customers want products "that dazzle their senses, touch their hearts and stimulate their minds" Five different types of experiences, or strategic experiential modules (SEMs), that marketers can create for customers are distinguished: sensory experiences (SENSE); affective experiences (FEEL); creative cognitive experiences (THINK); physical experiences, behaviours and lifestyles (ACT); and social-identity experiences that result from relating to a reference group or culture (RELATE). These experiences are implemented through so-called experience providers (ExPros) such as communications, visual and verbal identity, product presence, electronic media, etc, (Bernd Schmitt (1999) Experiential Marketing).

It is concluded that the stimulus to the five senses at stores illustrate an important opportunity for an "approach" between brand and consumer, and differentiate themselves from their competitors (Acevedo, Sérgio, and Fairbanks 2017). These types of sensory changes can affect day-to-day activities, making it more difficult for individuals to communicate and to interact with the world around them. The five senses allow us to receive information from the environment in the form of sound, light, smell, taste, and touch (Backman et al. 2018). Branding is a key factor in marketing and the aim of sensory branding is to use all the five senses at the same time to create a five dimensional experience for the consumer (Khanna and Mishra 2013). Consumer acceptance has been recognized as a key factor to successfully negotiate market opportunities (Siró et al. 2008). Food scientists, with their expertise at testing the sensory effects of foods, can make an important contribution to the ability of food producers to predict consumer preference and choice (Berget, Varela, and Næs 2019). Consumers are the final step in the production chain, it is useful to identify which factors affect their behavioral patterns (Font-i-Furnols and Guerrero 2014).

Multiple studies have shown that how food is presented, served, and marketed strongly influences what and how much people consume and that most people have a limited capacity to avoid these influences (Cohen 2018). Food marketers are interested in youth as consumers because of their spending power, their purchasing influence, and as future adult consumers. Multiple techniques and channels are used to reach youth, beginning when they are toddlers, to foster brand-building and influence food product purchase behavior. These food marketing channels include television advertising, in-school marketing, product placements, kids clubs, the Internet, toys and products with brand logos, and youth-targeted promotions, such as cross-selling and tie-ins (Story and French 2004).

Projective Mapping

Projective mapping (PM) has attained much attention in recent literature as a method for fast sensory profiling and measurement of consumer perception, little work has been done to understand the consumer's individual differences in these experiments (Berget, Varela, and Næs 2019). Projective mapping (PM) based techniques are frequently used to develop consumer perception maps holistically for identifying and characterizing samples with similar characteristics (Kim, Kim, and Chung 2019). Projective mapping (PM), one of the most holistic product profiling methods in approach, is increasingly being used to uncover consumers' perception of products and packages. Assessors rely on a process of synthesis for evaluating product information, which would determine the relative importance of the perceived characteristics they use for mapping them (Varela, Antúnez, et al. 2017)

Value negotiations incorporate and differentially weight sensory perceptions, monetary considerations, health and nutrition beliefs and concerns, convenience, social relationships, quality of food choices, and so forth. Strategies employed to simplify the food choice process develop over time, across cultures, and across different economic and social strata. The conceptual process model for food choice must incorporate the rich and complex bases of food practices, and on a forward basis provide a theoretical framework for further research and practice (Furst et al. 1996). Studies have indicated that profiling and (dis)similarity scaling yield different perceptual product maps (Risvik et al. 1994).

Sensory marketing can be used to create subconscious triggers that define consumer perceptions of abstract notions of the product (e.g., its sophistication, quality, elegance, innovativeness, modernity, interactivity) the brand's personality. It can also be used to affect the perceived quality of an abstract attribute like its color, taste, smell, or shape (Sayadi, Mobarakabadi, and Hamidi 2015). Consumers' categorization and product descriptions were explored when consumers based their positioning on the products' similarities and differences (analytical approach, “classic napping”) both in blind and informed conditions, and when consumers were focusing on their preference or choice (affective approach). The affective approach to projective mapping successfully revealed consumers' drivers of liking and choice from a holistic perspective, where consumers summarized their main drivers for categorizing products as they would do when choosing in real life situations, based on their preferences (Varela, Berget, et al. 2017).

2. Data and Methods

This study is based on primary data, by analyzing different studies on sensory marketing, in order to have a better framework toward a empirical study in the future. In psychology, the dominant computer metaphor of information processing has been challenged by researchers demonstrating various manners in which mental activity is *grounded* in sensory experience (Krishna and Schwarz 2014). Let we analyze every “folder” of human sense.

Smell

Quantitative Sensory Analysis is an in-depth and unique treatment of the quantitative basis of sensory testing, enabling scientists in the food, cosmetics and personal care product industries to gain objective insights into consumer preference data - vital for informed new product development (Lawless 2013). Smell is mediated by specialized sensory neurons in the nasal cavity. The sense of smell along with taste is a form of chemoreception, and it plays a critical role in the life and survival of animals, such as avoiding predators, finding receptive mates, recognizing trails and territory, and locating food (Moon, Jun Yoo, and Soo Han 2014). It is widely accepted that the recognition of odorants by receptors is governed by the detection of physico-chemical properties and that the physical space is highly complex (Auffarth 2013). The consumer product industry (perfumes, food and beverage, and pesticides) devotes billions of dollars each year supporting olfactory research in an effort to enhance product design and marketing. With so many intersecting areas of research, anthropology has a tremendous contribution to make to this growing body of work that crosses traditional disciplinary lines and has a clear applied component. Also, anthropology could benefit from considering the power of the olfactory system in memory, behavioral and social cues, evolutionary history, mate choice, food decisions, and overall health (Hoover 2010).

The sense of smell is stimulated unconsciously by fragrances and affects a person's mood either in the positive or negative direction, indicating scents ability to contribute to a sensory experience. Research regarding scents, as sensory stimuli, shows that the introduction of different scents with regard to both the brand and the service environments affect both sales and profitability (ADRIAN 1948).

Touching

Touch is the ability to perceive the world through physical contact (Lepora 2018). The somatosensory system decodes a wide range of tactile stimuli and thus endows us with a remarkable capacity for object recognition, texture discrimination, sensory-motor feedback and social exchange (Abraira and Ginty 2013). The sense of touch seems to carry information at the same time about the external object touching our skin, and also about our body itself. Four such The sense of touch seems to carry information at the same time about the external object touching our skin, and also about our body itself. The sense of touch seems to carry information at the same time about the external object touching our skin, and also about our body (Serino and Haggard 2010). Whether people can identify emotions from the experience of being touched by a stranger on the arm (without seeing the touch) (Hertenstein et al. 2006).

Prior research has assumed that touch has a persuasive effect only if it provides attribute or structural information about a product. Under this view, the role of touch as a persuasive tool is limited. People who are motivated to touch because it is fun or interesting, a communication that incorporates touch leads to increased affective response and increased persuasion, particularly when the touch provides neutral or positive sensory feedback. People who are not motivated to touch for fun will also be persuaded by a communication that incorporates touch when they are able to make sense of how the touch is related to the message (Laros and Steenkamp 2005).

Sight

Investors are more sensitive to salient, in-your-face fees, like front-end loads and commissions, than operating expenses; they buy funds that attract their attention through exceptional performance, marketing, or advertising (Barber, Odean, and Zheng 2005). Sensory evaluation is a scientific discipline that is used to measure, analyze, evoke, and interpret the reactions to those characteristics of foods and materials as they are perceived by the senses of sight, smell, taste, touch, and hearing (Stone and Sidel 2004). Consumer promotions and advertising might play a joint and complementary role in increasing product usage: promotions by encouraging stockpiling, and advertising by building the usage-related salience needed to deplete the stockpiled inventory (Wansink and Deshpande 1994).

Hearing

Hearing is one of the major senses and like vision is important for distant warning and communication. It can be used to alert, to communicate pleasure and fear. It is a conscious appreciation of vibration perceived as sound (Alberti 2001). MOST verbal communication occurs in contexts where the listener can see the speaker as well as hear him (Mcgurk and Macdonald 1976). There are many different hearing aid treatment options available that can help improve hearing in suitable individuals with hearing impairment. For those working with older people, it is important to understand hearing aids in order to maximise effective communication and facilitate social independence in these individuals (Hampson 2012). The inevitable deterioration in hearing ability that occurs with age - presbycusis - is a multifactorial process that can vary in severity from mild to substantial (Jennifer P. Lundine and Rebecca J. McCauley 2016). Qualities of hearing experience include ease of listening, and the naturalness, clarity and identify ability of different speakers, different musical pieces and instruments, and different everyday sounds (Gatehouse and Noble 2004).

Tasting

Information about a product may shape consumers' taste experience (Lipartito and Mintz 1998). Initiatives intended to create alternatives to the conventional, industrialized, global food system are now emerging. Conceptual framings of alternative food systems have been based principally on the reflections of academics and policy specialists rather than on the views of the producers and eaters

who constitute the bulk of the food localization movement (Kloppenburg, Jack, Lezberg, S., De Master, K., Stevenson, G., Hendrickson 2000). A conjoint design was applied to examine the effects of three conjoint factors (based on the results of two focus groups): one intrinsic attribute (sweetener, with levels of sugar and Stevia) and two extrinsic attributes (brand and package size) on preference and purchase probability for chocolate and sugar substitute chocolate. Tasting and ingredient information were linked to the intrinsic factor (De Pelsmaeker et al. 2017). Heightened preference for sweet-tasting foods and beverages during childhood is universal and evident among infants and children around the world. The liking for sweet tastes during development may have ensured the acceptance of sweet-tasting foods, such as mother's milk and fruits. Moreover, recent research suggests that liking for sweets may be further promoted by the pain-reducing properties of sugars (Kloppenburg et al. 2000). Five different sources of food emotions are proposed to represent the various reported eliciting conditions: sensory attributes, experienced consequences, anticipated consequences, personal or cultural meanings, and actions of associated agents (Macht 2008).

Results and Discussion

This paper presents a literature re-view of Sensory human science, as a way to understand for a future experimental study in order to contribute in marketing for a better using of tools and techniques to sell products in the food market, emotion-filled and narrative-rich material provided by primary methods and by literature. The contributions of this paper to the literature may be summarized as follows:

1. Identifying the relationships between the five sensory marketing factors and consumer emotions;
2. Identifying the relationships among packing and consumer emotions;
3. Verifying significant differences among the relationships previously mentioned, according to customer usage motivations.

The next logical step for the project moves to different types of behaviors, different types of shoppers, different cultures of consumers, and different natures of the them (who they are, what is their momentary state such as stressed versus relaxed), etc.

Conclusion

A brand is one way to distinguish products from each other, while simplifying consumers' decisions in choosing an appropriate product. Brand building is not just about design but also strategy, which is even more important in the process. Sensory marketing represents a way for companies to influence consumers' senses (sight, hearing, smell, touch, taste) and evoke the emotions affecting their buying behaviour and perceptions of the product or brand (Nadanyiova, Kliestikova, and Kolencik 2018). Consumers of today tend to take functional attributes for granted and seek for an emotional involvement in the purchasing process. Sensory marketing aims at strengthening the relationship between a brand and its consumers on a deeper level through the involvement of the human senses; sight, sound, smell, taste and touch (Suhonen and Tengvall 2009).

References

Bernd Schmitt (1999) Experiential Marketing, Journal of Marketing Management, 15:1-3, 53-67, DOI: 10.1362/026725799784870496

Abraira, Victoria E., and David D. Ginty. 2013. "The Sensory Neurons of Touch." Neuron.

Acevedo, Claudia Rosa, Victor Sérgio, and Lopes Fairbanks. 2017. "The Effects of Sensory Marketing on Shopping Experience and on Consumer Decision Making." European Journal of Business and Social Sciences.

ADRIAN, E. D. 1948. "The Sense of Smell." Advancement of science.

Alberti, Peter W. 2001. "The Anatomy and Physiology of the Ear and Hearing." Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control.

Auffarth, Benjamin. 2013. "Understanding Smell-The Olfactory Stimulus Problem." Neuroscience and Biobehavioral Reviews.

Backman, Chantal et al. 2018. "What Is the Impact of Sensory Practices on the Quality of Life of Long-Term Care Residents? A Mixed-Methods Systematic Review Protocol." Systematic Reviews.

Barber, Brad M., Terrance Odean, and Lu Zheng. 2005. "Out of Sight, out of Mind: The Effects of Expenses on

Mutual Fund Flows." Journal of Business.
Berget, Ingunn, Paula Varela, and Tormod Næs. 2019. "Segmentation in Projective Mapping." Food Quality and Preference.
Cohen, Deborah A. 2018. "Food for Thought." Nutrition Today.
Costell, Elvira, Amparo Tárrega, and Sara Bayarri. 2010. "Food Acceptance: The Role of Consumer Perception and Attitudes." Chemosensory Perception.
David, Nicole, Albert Newen, and Kai Vogeley. 2008. "The 'Sense of Agency' and Its Underlying Cognitive and Neural Mechanisms." Consciousness and Cognition.
Erenkol, Anıl Değermen. 2015. "Sensory Marketing." Journal of Administrative Sciences and Policy Studies.
Font-i-Furnols, Maria, and Luis Guerrero. 2014. "Consumer Preference, Behavior and Perception about Meat and Meat Products: An Overview." Meat Science.
Furst, Tanis et al. 1996. "Food Choice: A Conceptual Model of the Process." Appetite.
Fyall, Alan et al. 2019. "Experiential Marketing." In Marketing for Tourism and Hospitality,.
Gatehouse, Stuart, and Illiam Noble. 2004. "The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ)." International Journal of Audiology.
Haggard, Patrick. 2017. "Sense of Agency in the Human Brain." Nature Reviews Neuroscience.
Hampson, R. 2012. "Hearing Aids." European Geriatric Medicine.
Hertenstein, Matthew J. et al. 2006. "Touch Communicates Distinct Emotions." Emotion.
Hoover, Kara C. 2010. "Smell with Inspiration: The Evolutionary Significance of Olfaction." American Journal of Physical Anthropology.
Hultén, Bertil et al. 2009. "What Is Sensory Marketing?" In Sensory Marketing,.
Jennifer P. Lundine, and Rebecca J. McCauley. 2016. "A Tutorial on Expository Discourse: Structure, Development, and Disorders in Children and Adolescents." American Journal of Speech-Language Pathology.
Khanna, Prateek, and Shirish Mishra. 2013. "The Impact of Sensory Branding (Five Senses) on Consumer: A Case Study on 'Coca Cola.'" VSRD International Journal of Business and Management Research.
Kim, Mi Ran, Kwang Pyo Kim, and Seo Jin Chung. 2019. "Utilizing Hedonic Frame for Projective Mapping: A Case Study with Korean Fermented Soybean Paste Soup." Food Quality and Preference.
Kloppenburg, Jack, Lezberg, S., De Master, K., Stevenson, G., Hendrickson, J. 2000. "Tasting Food , Tasting Sustainability : Defining the Attributes of An ..." Human Organization.
Kloppenburg, Jack et al. 2000. "Tasting Food, Tasting Sustainability: Defining the Attributes of an Alternative Food System with Competent, Ordinary People." Human Organization.
Krishna, Aradhna, Luca Cian, and Nilüfer Z. Aydınoğlu. 2017. "Sensory Aspects of Package Design." Journal of Retailing.
Krishna, Aradhna, and Norbert Schwarz. 2014. "Sensory Marketing, Embodiment, and Grounded Cognition: A Review and Introduction." Journal of Consumer Psychology.
Laros, Fleur J.M., and Jan Benedict E.M. Steenkamp. 2005. "Emotions in Consumer Behavior: A Hierarchical Approach." Journal of Business Research.
Lawless, Harry T. 2013. Quantitative Sensory Analysis: Psychophysics, Models and Intelligent Design Quantitative Sensory Analysis: Psychophysics, Models and Intelligent Design.
Lepora, Nathan F. 2018. "Touch." In Living Machines: A Handbook of Research in Biomimetic and Biohybrid Systems,.
Lipartito, Kenneth, and Sidney W. Mintz. 1998. "Tasting Food, Tasting Freedom: Excursions into Eating, Culture, and the Past." Ethnohistory.
Macht, Michael. 2008. "How Emotions Affect Eating: A Five-Way Model." Appetite.
Mcgurk, Harry, and John Macdonald. 1976. "Hearing Lips and Seeing Voices." Nature.
Moon, C., S. Jun Yoo, and H. Soo Han. 2014. "Smell." In Encyclopedia of the Neurological Sciences,.
Nadanyiova, Margareta, Jana Kliestikova, and Juraj Kolencik. 2018. "Sensory Marketing from the Perspective of a Support Tool for Building Brand Value." Economics and Culture.
De Pelsmaeker, Sara et al. 2017. "Is Taste the Key Driver for Consumer Preference? A Conjoint Analysis Study." Food Quality and Preference.
Risvik, Einar et al. 1994. "Projective Mapping: A Tool for Sensory Analysis and Consumer Research." Food Quality and Preference.
Rojas-Méndez, José I., Nicolas Papadopoulos, and Mohammed Alwan. 2015. "Testing Self-Congruity Theory in the Context of Nation Brand Personality." Journal of Product and Brand Management.
Sanders, Joshua I., Balázs Hangya, and Adam Kepecs. 2016. "Signatures of a Statistical Computation in the Human Sense of Confidence." Neuron.
Sayadi, Mehrnaz, Houshang Mobarakabadi, and Kambiz Hamidi. 2015. "Sensory Marketing and Consumer Buying Behavior." Advanced Social Humanities and Management.
Schmallegger, Doris, and Dean Carson. 2008. "Blogs in Tourism: Changing Approaches to Information

Exchange.” Journal of Vacation Marketing.
Serino, Andrea, and Patrick Haggard. 2010. “Touch and the Body.” Neuroscience and Biobehavioral Reviews.
Siró, István, Emese Kápolna, Beáta Kápolna, and Andrea Lugasi. 2008. “Functional Food. Product Development, Marketing and Consumer Acceptance-A Review.” Appetite.
Stone, Herbert. 2012. Sensory Evaluation Practices Sensory Evaluation Practices.
Stone, Herbert, and Joel L. Sidel. 2004. “Introduction to Sensory Evaluation.” In Sensory Evaluation Practices,.
Story, Mary, and Simone French. 2004. “Food Advertising and Marketing Directed at Children and Adolescents in the US.” International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity.
Suhonen, Terhi, and Jenny Tengvall. 2009. “Branding in the Air: A Study about the Impact of Sensory Marketing.” Bachelor Thesis within Business Administration.
Varela, Paula, Lucía Antúnez, et al. 2017. “Influence of Consumers’ Cognitive Style on Results from Projective Mapping.” Food Research International.
Varela, Paula, Ingunn Berget, et al. 2017. “Projective Mapping Based on Choice or Preference: An Affective Approach to Projective Mapping.” Food Research International.
Wansink, Brian, and Rohit Deshpande. 1994. “‘Out of Sight, out of Mind’: Pantry Stockpiling and Brand-Usage Frequency.” Marketing Letters.

KAPALI ÇEVRİM RÜZGAR TÜNELİ TASARIMI VE KONTROLÜ

Ömer Can AYDIN
Marmara Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Mekatronik Mühendisliği
omercanaydin@hotmail.com ORCID No: 0000-0002-6273-8858

Gökhan GÖKMEN
Marmara Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Mekatronik Mühendisliği Bölümü
gokhang@marmara.edu.tr ORCID No: 0000-0001-6054-5844

Özet
Yeni üretim süreçlerinde seri üretim odaklı çalışıldığı için zaman çok önemlidir. Bu yüzden araç ve yapıların üretilmeden, test süresinde nasıl bir davranış göstereceği bilinmesi istenir. Çünkü test sonrası ar-ge çalışmalarıyla küçük değişiklikler yapılarak, ürün üretilmeden hatalar daha kısa sürede ortadan kaldırılır. Bu testlerin yapımında rüzgar tünelleri kullanılır. Rüzgar tünelleri savunma, uçak ve otomotiv sanayisi gibi alanlarda tercih edilirken; yüksek aerodinamik, ısı, ışık, duman görüntüleme vb. testlerin yapılmasıyla kaliteli, daha doğru ürünlerin ortaya çıkmaktadır. Havada hareket eden ya da bir hava akımının etkisinde kalan her türlü araç ve yapıların üzerine, aerodinamik kuvvet ve momentler etki eder. Bu kuvvetlerin bulunması, akım şeklinin ve yapısının belirlenmesinde rüzgar tünelleri kullanılır. İlk rüzgar tünellerinin yapılışı 19. yüzyılın sonlarına doğru gerçekleşmiştir. Bu tüneller kare kesitli ve pervane hava akışı olarak kullanılmıştır. Dış gövde ise doğrusal borularla yapılmıştır. Wright kardeşler, yaptıkları ilk uçağı ve uçağa ait parçaları bu tarz bir tünelde denemişlerdir [1,2]. Otomotiv testlerinde, mevcut tünele aracı yerleştirmek mümkün olmayabilir. Bu durumda otomobile ait birebir ölçekli numune oluşturulabilir. Numune mini otomobil üzerinde basma kuvvetleri, dumanla yada iplikle akım görüntüleme testleri yapılabilir. Hızlanmayı engelleyecek dış etkenleri azaltmak ve aerodinamiği incelemek gerekir. Bu tarz çalışmalar havacılık sektöründe uçaklarda; savunma sektöründe roketle, savaş uçaklarında, uydu antenleri ve paraşütlerin rüzgar dayanımı gibi bir çok alanda bahsedilebilir. Rüzgar tünelinde fan yardımıyla istenilen debide hava akımı oluşturulacak ve sıcaklık kontrol metodu PID yapısıyla rüzgar tüneli belirlenen sıcaklık artış değeriyle, hedeflenen sıcaklık değerine ulaşacaktır. Sistem tasarlanan otomasyona bağlanarak hava debisi ve sıcaklık değerleri kayıt altına alınarak, test edilen ürünün davranışı izlenecektir. Sıcaklık artışında kullanılan endüstriyel ısı kontrol cihazının kendi kontrol algoritmasıyla, PID Nichols-Ziegler metodu karşılıklı olarak değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar Tüneli , Rüzgar Tüneli Tasarımı , Sıcaklık Kontrolü , Proses Kontrol

DESIGN AND CONTROL OF CLOSED LOOP WIND TUNNEL

Abstract
Time is very important as new production processes are focused on mass production. Therefore, it is desirable to know how the tools and structures will behave during the test period. Because after the test, small changes are made with R & D studies and errors are eliminated in a shorter time before production. Wind tunnels are used in the construction of these tests. While wind tunnels are preferred in fields such as defense, aircraft and automotive industries; high aerodynamics, heat, light, smoke flow shape etc. Quality tests, more suitable products are revealed. Aerodynamic forces and moments affect all vehicles and structures moving in the air or under the influence of an air flow. Wind tunnels are used to find these forces and to determine the shape and structure of the flow. The construction of the first wind tunnels took place towards the end of the 19th century. These tunnels are square cross section and used as propeller air flow. The outer body is made of linear pipes. Wright brothers tried their first plane and parts of it in a tunnel. In automotive testing, it may not be possible to place the vehicle in the existing tunnel. In this case, one to one sample of the car can be created. Current imaging tests can be performed on the sample mini car with compression forces, smoke flow shape. Acceleration is very important in luxury sports vehicles. It is necessary to reduce the external factors that prevent acceleration and to study aerodynamics. It can be used in the defense sector in many areas such as rockets, fighter aircraft, satellite antennas and wind resistance of parachutes.

In the wind tunnel, the air flow will be created at the desired flow with the help of the fan, and the temperature control method will reach the targeted temperature value with the PID structure, the wind tunnel will reach the targeted temperature value. The PID Nichols Ziegler method will be evaluated mutually with the control algorithm of the industrial temperature control device used in temperature increase.

Keywords: WindTunnel , WindTunnel Design , Temperature Control , Process Control

1. GİRİŞ

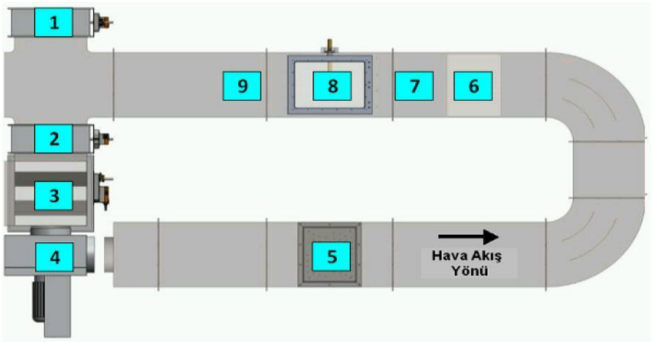
Günümüz teknolojisinde mühendislik alanındaki çalışmalarda, teorik bilgilerin yanı sıra yapılan deneysel çalışmalar oldukça önemlidir. Teorik çalışmalar kağıt üzerinde kaldığı için gerçekleri biraz daha soluk görmemize neden oluyor. Bunun önüne geçebilmek için deneysel çalışmalarla, yapılmak istenen çalışmalara doğru adımlarla ve istenilene uygun şekilde ulaşılabilir. Deneysel çalışmalarda kullanılan test cihazları, yapılan testin hızlı bir şekilde cevaplayabilirken, tek dezavantajı ilk yatırım maliyetidir. Fakat üretimdeki en önemli etken zaman olduğu için ilk yatırım maliyeti ihmal edilebiliyor. Çünkü ürünün davranışını seri üretime geçmeden doğrulanması gerekir. Bu doğrulamayı gerekli testler yapılmayıp, üretim sonrası sahadan gelen cevaplara göre revize etmek büyük problemlere yol açabilir. Bu problemleri yaşamamak için ürünü sahaya sürmeden önce tüm testlerin standartlara uygun şekilde yapılıp, ürünün davranışının incelenmesi gerekir. Ne zamanki testler başarıyla tamamlanır, o zaman ürün üretime hazırdır. Rüzgar tünellerinde çalışmalar iki şekildedir. Test edilen ürünü hareket ettirerek sonuca ulaşmak direkt yöntem, ürünü sabit tutup akışkana hareket kazandırarak sonuca ulaşmak ters yöntem şeklindedir. Direkt yöntemlerle araç ve yapıların test yapılması maliyetli ve zordur. O yüzden rüzgar tünellerinde daha çok ters yöntem tercih edilir. Ters yöntem, ürün birebir boyutlarda veya ölçekli olarak test bölmesine bağlanır. Fan veya türbinler yardımıyla hava akımı oluşturularak, ürün üzerinden hava akımı geçmesi sağlanır. Test bölmesine bağlı olan sensörler, ölçüm cihazları ile yapılan test verileri ölçülmüş olur [3,4].

2.MATERYAL VE METOD

2.1. Tünelin Tasarımı

Kapalı çevrim rüzgar tüneli tasarımında aşağıdaki şekilde dış kısmı 1.5mm kalınlığındaki DKP sacdan yapılmıştır. 40cm x 40cm kesitten oluşturulmuştur. Tünel içinde hava akımı saat yönünün tersinde olacaktır. Isıtıcı bloğu 15 kW lık kapasiteden oluşmaktadır.

1) Tünelin hava çıkış damperi
2) Tünelin ara damperi
3) Tünelin hava giriş damperi
4) Tüneldeki hava akışı sağlayan fan
5) Kaset tipi ısıtıcı blok
6) Tüneldeki hava akışı düzenleyen hava kanalları
7) Sıcaklık ölçer (K tipi termokupl)
8) Test bölümü
9) Hava akış ölçer sensörü (Şekil 1)



Şekil.1 Tünel Şeması

2.2.Sistemin Çalışma Şekli

Kapalı çevrim rüzgar tünelinde, test sırasında hava çıkış damperi ve hava giriş damperi kapatılır , ara damper açılır. Hava akışı sağlayan fan çalıştırılarak saat yönü tersinde hava akışı sağlanır. Tünelin içi 25°C oda sıcaklığından 50°C lik sıcaklığa getirilerek, 50°C sıcaklıkta tutulmaya sağlanması sıcaklık kontrol cihazlarıyla birlikte sağlanmıştır. Burada hassas bir çalışma olması için dakikada 1°C lik artış olması üzerine sistem tasarlanmıştır. Sıcaklık artışının kontrolünü, sıcaklık kontrol cihazında PID algoritması kullanılarak yapılmıştır. Testlerin yapılmasında fan hızı 0,8 m/sn hızda ac sürücü kontroller ile sürülmüştür. Sıcaklık bilgisi K tipi termokupl ile algılanıp direk ısı kontrol cihazlarına bağlanmıştır.

Test bitiminden sonra yeni bir test yapılabilmesi için tünelin içindeki sıcaklığın tekrardan 25°C sıcaklığa düşürülmesi gerekmektedir. Bu işlemin yapılabilmesi için hava çıkış damperi ve hava giriş damperi açılır, ara damper kapatılır. Fan maksimum hızda çalıştırılarak kısa sürede tünelin içindeki sıcaklık düşürülür. Bu kısımların kontrolü PLC yardımıyla yapılmaktadır. Test süresince tüm sıcaklık ve hava akış verileri HMI paneline kaydedilmiş olup, istenildiği zaman panel üzerinden veriler çekilebilmektedir.

2.3. Tünelin Kontrol Yapısı

Tasarlanacak olan rüzgar tünelinde hava akışı sağlamak için fan tercih edilirken, fanın hız kontrolü yapılarak debi sabit değilde değişken olarak amaçlanmıştır. Burada fanın hız kontrolünde ac motor sürücüsü kullanılarak motora ait frekans değiştirilerek fanın hızıyla değişiklik yapılacaktır. Tünele bağlanacak olan ısıtıcı blok, tünelin test sırasında istenilen sıcaklıkta tutulmasını sağlayacaktır. Isıtıcı bloğun kontrolünde PID kontrol yapısına sahip endüstriyel ısı control cihazı kullanılacaktır. Test süresinde okunan sıcaklıklar ve hava akışı anlık olarak kaydedilecek olup, test sonrasında ürüne ait analizlerin alınan verilerle doğru şekilde yorumlanması sağlanacaktır. Tüm system programlanabilir lojik kontroller (PLC) ile control edilip, değerler opertör panelinde (HMI) görsel olarak kaydedilebilir olacaktır. Test kısmına bağlanacak olan ürün büyüklük olarak test alanina sığacaksa; orjinal olarak kendisi; eğer test alanina sığmayacaksa ölçeklendirilerek testler yapılabilir.

2.4. PID ve Nichols-Ziegler Metoduyla Sıcaklık Kontrolünün Yapılması

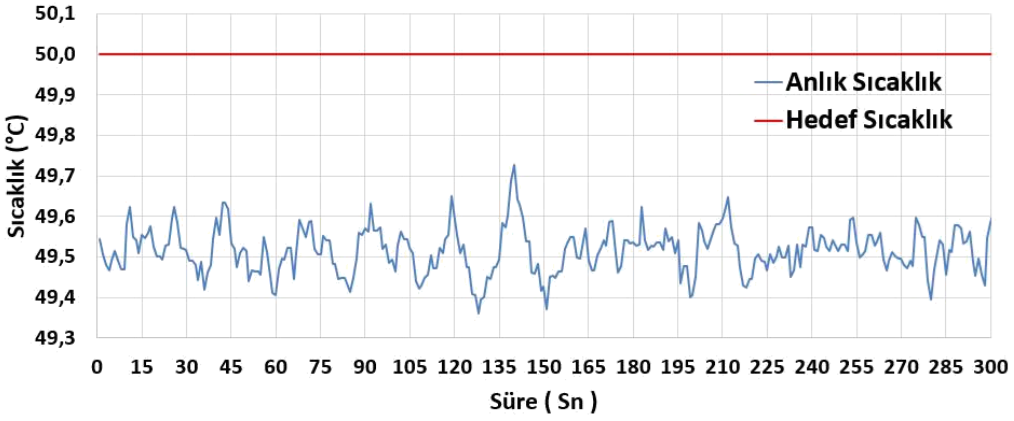
Tünelin, ısı kontrolde kullanılacak olan PID destekli kontrollerde; Oransal(P), İntegral(I), Türevsel(D) denetleyici kontrol döngüsü yöntemi kullanılacaktır. P mevcut hataya bağlıyken, I geçmişten gelen hataların toplamı, D ise geleceği tahmin etme olayıdır. Sıcaklık kontrolünde üçlü kontrol mekanizması PID yöntemi kullanılacaktır. Sıcaklık kontrolünde Eurotherm 3508 sıcaklık kontrol cihazı kullanılmıştır[5,6,7]. Piyasadaki sıcaklıkla ilgili kontrol cihazlarının bir kısmında otomatik ayar(autotune) özelliği mevcuttur.Isı kontroller otomatik ayar modunda çalıştırılıp, sıcaklık kontroller sistemi öğrenir ve P,I,D katsayıları ortaya çıkar. Bazı sistemlerde otomatik ayar başarılı sonuçlar verirken bazı sistemlerde sonuçlar başarılı olmayabilir. Başarılı olmayan durumlarda en çok tercih edilen Nichols-Ziegler metoduyla birlikte manuel ayarlama yapılarak uygun P,I,D katsayıları bulunabilir. Eurotherm 3508 sıcaklık kontroller cihazında otomatik ayar yapıldığında çıkan P,I,D değerleriyle yapılan çalışma sonucu başarısız olmuştur[8].

Manuel ayar yapılırken, sıcaklık kontrol cihazı üzerinde I ve D katsayılarına 0(sıfır) girilir. P katsayısı değiştirilerek salınım yaptırılır. Hedef sıcaklık ile birlikte anlık sıcaklık değeri gözlenir. Hedef sıcaklığın birbirini tekrarlayan salınımlar yapması gerekir. Anlık sıcaklığın salınım yapmaması durumunda P değeri kademeli olarak artırılıp, azaltılarak salınım yapılması beklenir. Salınım elde edildiğinde Tablo.1 deki katsayılar kullanılacaktır.

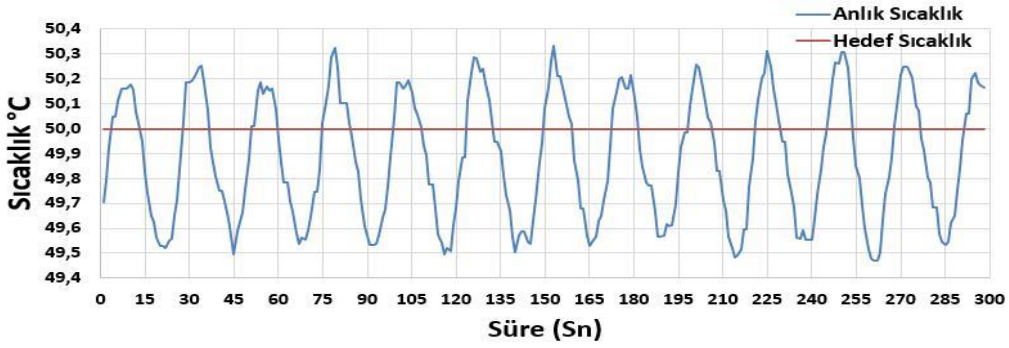
Tablo.1 Nichols-Ziegler Parametre Katsayıları

Type of control	Proportional band (PB)	Integral time (Ti) seconds	Derivative time (Td) seconds
Proportional only	2xPB	OFF	OFF
P + I control	2.2xPB	0.8xT	OFF
P + I + D control	1.7xPB	0.5xT	0.12xT

P katsayısı 5 yapıldığında düzgün bir salınım Şekil 2 de gözlenmemiştir. P katsayısı 2 yapıldığında düzgün bir salınım Şekil 3 de ortaya çıkmıştır. Şekil 3 deki yapılan salınımda periyot süresi 24sn olarak gözlenmiştir.



Şekil.2 P katsayısı 5 için alınan sonuçlar



Şekil.3 P katsayısı 2 için alınan sonuçlar

P katsayısı 2 için, periyot süresi 24 sn çıkmıştı. Tablo 1 deki katsayılar kullanılarak, Nichols-Ziegler metoduyla uygun P,I,D değerleri bulunabilecektir.

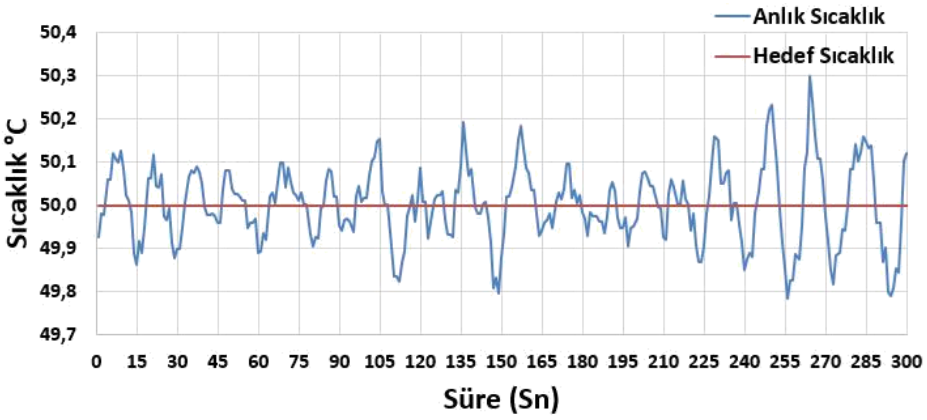
P (Oransal) : 1,7*Pb(referans P değeri) : 1,7*2 = 3,4

I (Integral) : 0,5*T (periyot süresi) : 0,5*24 = 12

D (Türev) : 0,12*T (periyot süresi) : 0,12*24 = 2,88

Nichols-Ziegler metodu kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu ortaya çıkan P,I,D değerleri sırasıyla 3,4 , 12 ve 2,88 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre 25°C sıcaklıktan 50°C sıcaklığa

ulaşılmasında sıcaklık artış rampası dakikada 1°C olacak şekilde sıcaklık kontrol cihazına tanımlanmıştır. 50°C yapılan anlık sıcaklık incelemesinde 50,3°C ile 49,8°C arasında bir kısımda sıcaklığın oynadığı Şekil 4deki gibi gözlenmiştir.



Şekil.4 P:3,4 I:12 D:2,88 değerleri 50°C için alınan sonuçlar

Yapılan 8 deneme çalışmasında, Eurotherm 3508 sıcaklık kontrol cihazına girilen parametre değerleri sonucunda, sıcaklığın 50°C ye ulaşması sonrasında kaydedilen sıcaklık verilerinin analiz edilmesi sonucunda ortalama değerleri aşağıdaki Tablo2 deki gibidir. Yapılan tüm deneme çalışmalarında sıcaklık artış rampası 1°C girilmiştir. Deneme çalışmalarının başlangıç sıcaklığı 25°C,hedef sıcaklığı 50°C olduğundan, tüm deneme çalışmalarında 25 dakika süre sonunda tünelin sıcaklığı 50°C ulaşmıştır. Tüneldeki hedef sıcaklık 50°C olduğundan, tünel sıcaklığı 50°C ulaştıktan sonraki verilerin ortalamasında en iyi değerin 5 numaralı denemede olduğu gözlenmiştir.

Tablo.2 Yapılan Denemelere Ait Veriler

	Deneme1	Deneme2	Deneme3	Deneme4	Deneme5	Deneme6	Deneme7	Deneme8
P	5	3	2	1	3,4	1,7	2,55	2,5
I	X	X	X	X	12	15	12,5	X
D	X	X	X	X	2,88	3,6	3	X
Ortalama Sıcak. Değer	49,52	49,72	49,88	50,21	50,00	50,12	50,02	49,79

3. SONUÇ

Nichols-Ziegler PID parametre tablosu referans alınarak sıcaklık kontroller aracılığıyla salınım yapılarak kendini tekrarlayan eğriler gözlenerek , salınım periyodu bulunarak uygun P,I,D değerleri bulunmuştur. Çalışmada Nichols-Ziegler metoduyla tespit edilen PID katsayılarına yakın değerlerde yapılan denemeler ile daha iyi sonuç verebilen PID kontrolörler elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın, araştırma ve geliştirilmesinde desteğini esirgemeyen Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi'nden akademik danışmanım Sn. Prof. Gökhan GÖKMEN'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1] Donald D. Baals and William R. Corliss. NASA. "Whirling Arms and the First Wind Tunnels" . https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/WindTunnel.history.html Jun 12 2014
[2] NASA Glenn Research Center . "Types of Wind Tunnels". https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/tuntype.html. May 05 2005
[3] Metin KAYA – Ses Altı Rüzgar Tünelleri ,Dizayn Esasları Emmeli Tip Ses Altı Rüzgar Tüneli Tasarımı - İTÜ Yüksek Lisans Tezi -Mayıs 2003

[4] Arifuzzaman, Md., 2012. Design Construction and Performance Test of a Low Cost Subsonic Wind Tunnel . International Journal of Engineering Inventions , Volume 2 , Issue 10 , 83-92.
[5] A. A.A., Adogbeji O.V, A. O.I, and S. Olaoluwa, "Design, Constructionand Performance Evaluationof Low Cost Electric Baking Oven," Innov. Syst. Des. Eng., vol. 3, no. 11, pp. 38–49, 2012
[6] A. Yasmine Begum , G.V.VenkataMarutheswar, K.AyyappaSwamy "Tuning of PID Controller for superheated Steam Temperature System using Modified Zeigler-Nichols Tuning Algorithm" International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249 – 8958, Volume-2 , Issue-5 , June 2013
[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Ziegler%E2%80%93Nichols_method (05.04.2020).
[8]https://www.eurotherm.com/download/3504-3508-engineering-manual-ha027988-iss-19/?wpdmdl=27895&ind=0 (05.04.2020).

PAMUKLU KUMAŞLARIN GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE PLAZMA TEKNOLOJİSİNİN KUMAŞLARA UYGULANMASI

Numan HARIMDAR
Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Tekstil Mühendisliği
numanharimdar_20@hotmail.com Orcid: 0000-0002-4620-1874

Feyza AKARSLAN
Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Tekstil Mühendisliği
feyzaakarslan@sdu.edu.tr Orcid: 0000-0000-0000-0000

Özet
Tekstil materyallerinin fiziksel ve performans özelliklerinin geliştirildiği tekstil terbiye işlemlerinde çok miktarda su ve kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu işlemler sırasın da çevreye çok fazla su ve kimyasal madde atık olarak verilmektedir. Bu nedenle konvansiyonel terbiye işlemlerinde çevreye daha az zarar veren, çevre dostu ve su kullanımını azaltan alternatif yöntemler üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de plazma teknolojisidir. Bu çalışmada %100 pamuklu örme ve dokuma kumaşlara Flovan, Apyrol PGH ve Apyrol CEP kimyasalları ile güç tutuşurluk apresi uygulanarak kimyasalların karşılaştırması yapılmıştır. Ayrıca kumaşlara atmosferik plazma uygulaması ile güç tutuşurluk apresi uygulanmıştır. Apre uygulamalarının sonunda tüm kumaşlara güç tutuşurluk testleri yapılarak kimyasalların güç tutuşurluk özellikleri karşılaştırılmıştır. Daha sonra plazma uygulanan numuneler ile uygulanmayan numunelerin güç tutuşurluk özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Testler sonucunda tüm kumaşların güç tutuşurluk özelliğinin arttığı tespit edilmiştir ve Apyrol CEP kimyasalının daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Plazma uygulanan numunelerde Apyrol PGH ve Apyrol CEP kimyasallarında güç tutuşurluk özelliği artarken Flovan kimyasalında küçük düşüşler gözlenmiştir. Kimyasal bitim işlemlerinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri renk farlılıklarıdır. Kumaşlarda meydana gelen renk farklılıklarını (ΔL*, Δa*, Δb*,ΔC*, ΔH*, ΔE) belirlemek için renk değişim ölçümleri yapılmıştır. Bitim işlemi uygulanan kumaşlarda renk değişimlerinin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pamuklu kumaş, güç tutuşurluk, plazma teknolojisi

DEVELOPING FLAMMABILITY OF COTTON FABRICS AND APPLICATION OF PLASMA TECHNOLOGY TO FABRICS

Abstract
In textile finishing processes where the physical and performance properties of textile materials are developed, a large amount of water and chemicals are used. During these processes, too much water and chemicals are given to the environment as waste. For this reason, researches are conducted on alternative methods, which are less harmful to the environment, environmentally friendly and reduce water use in conventional finishing processes. One of these methods is plasma technology. In this study, 100% cotton knitted and woven fabrics were compared with chemicals using Flovan, Apyrol PGH and Apyrol CEP chemicals and flame retardant finish. In addition, flame retardant finish was applied to the fabrics with atmospheric plasma application. At the end of the finishing applications, the flammability tests of all fabrics were performed and the flammability properties of the chemicals were compared. Then, the changes in the flammability properties of the samples that were not applied with the plasma applied samples were investigated. As a result of the tests, it was determined that the flammability of all fabrics increased and Apyrol CEP chemical was shown to give better results. While the flammability of Apyrol PGH and Apyrol CEP chemicals increased in plasma applied samples, small decreases were observed in Flovan chemical. One of the most important problems encountered in chemical finishing processes is color differences. Color change measurements were made to determine the color differences (ΔL *, Δa *, Δb *, ΔC *, ΔH *, ΔE) occurring in fabrics. It has been determined that there are color changes in the fabrics where finishing is applied.

Keywords: Cotton fabric, flammability, plasma technology

1.GİRİŞ

Tekstil ürünleri gündelik yaşantımızın her alanında kullandığımız ve daima temas halinde olduğumuz malzemelerdir. Tekstil materyalleri oteller, çocuk yuvaları ve hastaneler gibi toplu yaşam alanlarında, kişisel alanlarda yoğun bir şekilde bulunan materyallerdir. Geniş yüzey alanına sahip ve pek çoğu organik yapıda olan tekstil malzemelerinin yanıcılığı yüksektir (Horrocks, 2001). Yanma ise saniyeler içinde büyük can ve mal kayıplarına neden olabilen büyük bir felakettir. Bu yüzden yanma reaksiyonunun başlamadan önlem alınması veya yanma başlar başlamaz müdahale edilmesi büyük önem taşımaktadır (Saxena ve Gupta, 1990).

Güç tutuşur özelliğe sahip tekstiller, aleve veya yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında tutuşmayan, tutuşsa bile kendi kendine sönebilen veya yanmanın hızını azaltan tekstillerdir. Mal ve can güvenliği açısından güç tutuşur tekstillerin üretimi ve günlük yaşamda kullanımı daha da önemli hale gelmiştir (Çelebi. 2009).

Tekstil bitim işlemleri, kumaşa özel fonksiyonel özelliklerin verildiği, kumaşın performansının geliştirildiği kumaş üretim sürecinin son adımıdır. Kimyasallarla yapılan bitim işlemleri, kumaşa arzu edilen bir özelliği kazandırmak için materyallere kimyasal eklenmesi esasına dayanmaktadır. Kimyasal işlemler, insan ve çevre sağlığına zararlı etkileri olabilen çok çeşitli ve çok fazla miktarda kimyasal kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. (Schindler ve Hauser, 2004). Bu şekilde yoğun konsantrasyonlarda kimyasal kullanımı, çevre ve tekstil materyallerinin performans özellikleri üzerine negatif etkileri olabilmektedir. Bu sebeple konvansiyonel terbiye işlemlerine alternatif, negatif etkileri olmayan yeni teknolojilerin uygulanabilirliği, son yıllarda yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Bu alanda alternatif yöntemlerden biri olan plazma tekniği de tekstil materyallerinin ilave fonksiyonel özellikleri için kullanılabilmektedir (Cai vd., 2003).

1.1.Plazma Teknolojisi

Plazma, maddenin en yüksek enerjiye sahip olan dördüncü halidir. Katı bir maddeye enerji verildiği zaman sıkı bir kafes içerisinde olan atomların arasındaki mesafe artarak atomların titreşimlerini daha kolay yapabilir hale gelmektedir. Bu enerji ile katı madde hal değiştirerek sıvı hale geçmektedir. Sıvı hale geçen maddeye enerji verilmeye devam edilirse, atomların hareketlilikleri daha da artarak yapı içerisindeki atomlar serbest hale geöçerek rastgele yönlerde hareket etmektedirler. Yani madde buharlşarak gaz hale geçmektedir. Eğer enerji verme işlemi devam ettirilirse, atom ve moleküller rastgele yönlerden hareket eden yüklü parçacıklara (iyon ve elektronlar) ayrışmaya başlamakta ve madde plazma haline geçmektedir (Shishoo, 2007). Plazma halinin genel tanımı: maddenin çok sayıda gaz atom ve/veya molekülünün elektriksel olarak yüklenmiş ya da iyonlaşmış durumda bulunduğu, eşit sayıda zıt yüklü parçacığı içeren ve dolayısıyla net yükü sıfır olan ve elektriği ileten bir halidir (Denes, 1997).

1.2.Plazma Teknolojisinin Tekstil Materyallerindeki Uygulamaları

Konvansiyonel tekstil bitim işlemleri, tekstil materyalinin bitim maddesi içeren bir flottede, alınan flotte oranı %70–80 olacak şekilde emdirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde kimyasal içeriği yüksek konsantrasyonlarda çalışmak, çevreye ve tekstil materyalinin performans özelliklerine ciddi zararlar vermektedir. Plazma işlemleri su kullanılmayan ve neredeyse hiç atık madde oluşturmayan çevre dostu işlemlerdir. Plazma işlemi, hızlı reaksiyon süresi, düşük maliyet, kullanılan kimyasal madde miktarının çok düşük olması gibi ekstra avantajlara da sahiptir. Tekstil materyallerinde plazma teknolojisi, kir itici, yağ itici ıslanmayı artırmak ya da azaltmak, güç tutuşurluk, antibakteriyellik, yünlü kumaşlarda keçeleşmeyi azaltmak gibi ekstra özellikler için kullanılır (Yuranova vd., 2003, Cai vd., 2003). Bu çalışmada %100 pamuklu örme ve dokuma kumaşlara Apyrol Cep, Apyrol PGH ve Flovan CVF kimyasalları güç tutuşurluk apresi uygulanmıştır. Ayrıca plazma uygulamasının güç tutuşurluk özelliği üzerine etkilerinin belirlemek için kumaşlara plazma teknolojisi ile uygulama yapılmıştır. Uygulama yapılan tüm kumaşlara 45º eğik yanma testi yapılmıştır. Bitim işlemleri sonucunda oluşan renk farklılıklarını belirlemek için CIE Lab sistemine göre renk değişim testleri yapılmıştır.

2.MATERYAL VE METOT

2.1. Kumaşlar

Çalışmada kullanılan kumaşlar Uslucan Tekstil Firmasından temin edilmiştir. Kumaşların gramaj ve lif içeriği Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kumaşların özellikleri

Kumaş	Gramaj (g/m²)	Kumaş türü
D-1	180	% 100 pamuklu dokuma kumaş
D-2	70	% 100 pamuklu dokuma kumaş
Ö-1	130	% 100 pamuklu örme kumaş
Ö-2	100	% 100 pamuklu örme kumaş

2.2.Kimyasallar

Güç tutuşurluk apre işleminde kullanılan Apyrol Cep, Apyrol MH, Apyrol S ve Apyrol PGH kimyasalları CHT firmasından, Flovan CVF kimyasalı ise Huntsman firmasından temin edilmiştir.

2.3. Metod

Çalışmada kumaşlara uygulanan güç tutuşurluk apresi Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Güç tutuşurluk reçeteleri

Reçete No	Reçete Kodu	Reçete İçeriği	Durulama
1	R-1	200 g/L Apyrol PGH	Yok
2	R-2	150 g/l Flovan CWF	Yok
3	R-3	Apyrol Cep 400 g/l Apyrol MH 40 g/l Apyrol S 30 g/l Fosforik asit %85 20 g/l	4 pasaj su ile durulama 50 ºC 4 pasaj 15–20 g/l soda yıkama 40 ºC 4 pasaj 10–15 g/l soda yıkama 60 ºC 4 pasaj 10 g/l soda yıkama 60 ºC 4 pasaj su ile durulama 50 ºC 2 pasaj su ile durulama 40 ºC

Güç tutuşurluk apresi emdirme yöntemi ile AF %80 olacak şekilde yapılmıştır. Daha sonra tüm kumaşlar 110ºC de 3 dk kurutulmuştur ve 150 ºC de 5 dk fikse edilmiştir. Apre işlemi yapılan kumaşlar ve ham kumaş DIN 54335 standardına göre 7.5cm x 15cm ebatlarında hazırlanarak, güç tutuşurluk testleri 45º eğik yanma testi yapılmıştır.

Renk değişim ölçümü Minotta Spectrophometer CÖ-1600 d cihazı ile (Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Müh.Lab.) yapılmıştır. Bu cihazla numunelerin reflaktans değerleri 400-700 nm arasında ölçülmüştür. Maksimum absorbsiyonun olduğu dalga boyundaki reflaktans değerleri esas alınarak değerlendirme yapılmıştır. Boyanmış maddelerin renk ölçümleri CIE Lab sistemine göre 10º'lik gözlem açısı kullanılarak D65 gün ışığı altında yapılmış ve L*, a*, b*, C*, h değerleri kaydedilmiştir. L* değeri, parlaklık koordinatı; a* değeri, kırmızı-yeşil koordinatı; b* değeri, mavi-sarı koordinatı anlamına gelmektedir. L, bir rengin açıklığını-koyuluğunu, a ve b ise renk nüansını oluşturmaktadır. C* değeri, doygunluk farkı, h ise açısal renk farkını vermektedir. Renk ölçümü yapılırken güç tutuşurluk bitim işlemi görmemiş kumaş referans değer olarak kabul edilerek renk değişim (dE) değeri aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

$$dE = \sqrt{(L - Lx)^2 + (a - ax)^2 + (b - bx)^2} \quad (1)$$

Hesaplamalar sonucunda dE değerinin düşük olması farklılığın az olduğunu, dE değerinin yüksek olması ise farklılığın çok olduğu göstermektedir (Kadem ve Gülşen, 2014).

3.SONUÇ

Güç tutuşurluk bitim apresinin kumaşlar üzerindeki etkisini belirlemek için 45^0 eğik yanma testleri yapılmıştır. Atmosferik plazma yönteminin güç tutuşurluk özelliği üzerine etkileri karşılaştırmalar yapılarak incelenmiştir. Uygulama yapılan tüm kumaşların renk değişimleri TS EN ISO 105-J03 standardına göre yapılmıştır.

3.1. Güç Tutuşurluk Test Sonuçları

Gramajları farklı 2 dokuma ve 2 örme kumaşların 45^0 eğik yanma test sonuçları Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 0.1. Güç tutuşurluk bitim işlemi uygulanan kumaşların yanma test sonuçları

Uygulama	Kumaş No	Kumaşın tutuştuğu süre (sn)	Yanmadaki ilerleme (mm)	Yanma hızı (mm/sn)
Ham Kumaş	D-1	1,5	110	5,4
	D-2	0,5	110	9,1
	Ö-1	2,9	110	2
	Ö-2	1,5	110	2,3
Apyrol PGH İle İşlem Görmüş Kumaş	D-1	5	100	1,46
	D-2	1	108	5,63
	Ö-1	5,4	105	1,48
	Ö-2	3,1	20	Tutuşma Söndü
Flovan İle İşlem Görmüş Kumaş	D-1	4	105	3,4
	D-2	1,5	110	6,4
	Ö-1	3,8	40	Tutuşma Söndü
	Ö-2	2,6	105	3,07
Apyrol CEP İle İşlem Görmüş Kumaş	D-1	7	110	1,69
	D-2	2,2	113	5,79
	Ö-1	10	110	1,62
	Ö-2	2,8	4,5	Tutuşma Söndü

Yapılan testler sonucunda bitim işlemi uygulanan tüm kumaşların güç tutuşurluk özelliğinin iyileştiği görülmektedir. Kumaş gramajının artması ile güç tutuşurluk özelliğinin arttığı yapılan test sonuçlarında görülmektedir. Dokuma kumaşlar ile örme kumaşların güç tutuşurluk özellikleri bakımından karşılaştırıldığında örme kumaşların güç tutuşurluk özelliğinin daha iyi olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak örme kumaşların gözenekli yapılarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak kumaşlara en iyi güç tutuşurluk özelliği kazandıran kimyasal Apyrol CEP kimyasalıdır.

Atmosferik plazma ile beraber güç tutuşurluk bitim işlemi uygulanan dokuma ve örme pamuklu kumaşların yanma test sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 0.2. Plazma ve güç tutuşurluk bitim işlemi uygulanan kumaşların yanma test sonuçları

Uygulama	Kumaş No	Kumaşın tutuştuğu süre (sn)	Yanmadaki ilerleme (mm)	Yanma hızı (mm/sn)
Plazma Ve Apyrol PGH ile İşlem Görmüş Kumaş	D-1	4,4	90	1,43
	D-2	1	110	5,47
	Ö-1	5	100	1,62
	Ö-2	2,5	60	Tutuşma Söndü
Plazma Ve Flovan İle İşlem Görmüş Kumaş	D-1	6	95	2,6
	D-2	1,7	110	5,1
	Ö-1	4,3	50	Tutuşma Söndü
	Ö-2	2,8	110	2,93
Plazma Ve Apyrol CEP İle İşlem Görmüş Kumaş	D-1	11	105	1,34
	D-2	2.5	115	4,60
	Ö-1	11.5	100	1,38
	Ö-2	3,5	3	Tutuşma Söndü

Plazma ile işlem yapılan kumaşların test sonuçları incelendiğinde genel olarak güç tutuşurluk özelliğine olumlu bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Plazma ve R-1 reçetesi ile bitim işlemi yapılan kumaşların tutuşma sürelerinin azaldığı fakat yanma hızının Ö-1 kumaşı hariç azaldığı görülmektedir. Plazma ve R-2, R-3 reçetesi ile işlem gören kumaşların tutuşma süreleri ve yanma hızlarında iyileşmeler olmuştur.

3.2. Renk ölçüm sonuçları

Renk, hammaddenin özelliğinden, son apre işlemine kadar, üretimin her aşamasından etkilenen bir olgudur. Özellikle kimyasal apre uygulamaları sonucunda oluşan renk farklılığı önemli sorunlar yaratmaktadır. Güç tutuşurluk bitim işlemi yapılan kumaşların TS EN ISO 105-J03 standardı ile yapılan renk ölçümleri yapılmıştır. İşlem görmemiş kumaş numuneleri referans alınarak güç tutuşurluk bitim işlemi gören numunelerin renk ölçümü yapılmıştır. R-1 reçetesi ile işlem gören kumaşların renk ölçüm sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 0.3. Apyrol PGH ile işlem gören kumaşların renk ölçüm sonuçları

Kumaş No	L	a	b	c	H	ΔE
Ham Kumaş (D-1)	83,558	0,23	9,93	9,932	88,673	3,356
D-1	84,481	0,463	13,148	13,156	87,983	
Ham Kumaş (D-2)	74,366	0,315	4,262	4,254	4,252	3,078
D-2	74,952	-0,459	7,26	7,274	3,621	
Ham Kumaş (Ö-1)	85,266	0,128	11,513	11,524	89,363	2,802
Ö-1	85,975	0,63	14,172	14,186	87,453	
Ham Kumaş (Ö-2)	79,899	0,046	8,327	8,327	89,681	2,466
Ö-2	81,102	0,24	10,525	10,526	89,236	

Bütün kumaşların renkleri açılmıştır. D-2 kumaşı hariç bütün kumaşlar kırmızı skalaya kayarken, D-2 kumaşı yeşil skalaya kaymıştır. Bütün kumaşlar sarı skalaya kaymıştır. Bütün kumaşların parlaklığı artmıştır. **ΔE**' ye baktığımızda kumaşların renk farklılığı artmıştır.

Tablo 3.4'de Flovan ile işlem görmüş kumaşların yapılan renk ölçüm sonucundaki L*, a*, b*, C*, h değerleri verilmiştir.

Tablo 0.4. Flovan İle İşlem Gören Kumaşların renk ölçüm sonuçları

Kumaş No	L	a	b	c	H	ΔE
Ham Kumaş (D-1)	83,558	0,23	9,93	9,932	88,673	2,246
D-1	82,37	0,837	11,737	11,767	85,923	
Ham Kumaş (D-2)	74,366	0,315	4,262	4,254	4,252	3,127
D-2	76,25	0,025	6,715	6,716	89,783	
Ham Kumaş (Ö-1)	85,266	0,128	11,513	11,524	89,363	1,117
Ö-1	85,46	0,418	12,574	12,581	88,098	
Ham Kumaş (Ö-2)	79,899	0,046	8,327	8,327	89,681	2,497
Ö-2	79,235	0,684	10,468	10,67	86,322	

D-1 ve Ö-2 kumaşlarının rengi koyulaşmış, D-2 ve Ö-1 kumaşlarının rengi açılmıştır. D-1, Ö-1 ve Ö-2 kumaşları kırmızı skalaya kayarken; D-2 kumaşı yeşil skalaya kaymıştır. Bütün kumaşların sarı skalaya kaydığı görülmüştür. Bütün kumaşların parlaklığı artmıştır. D-1, D-2 ve Ö-2 kumaşlarında renk farklılığı yüksek çıkarken Ö-1 kumaşında ise renk farklılığı düşüktür.

Tablo 3.5'de Apyrol CEP ile işlem görmüş kumaşların yapılan renk ölçüm sonucundaki L*, a*, b*, C*, h değerleri verilmiştir.

Tablo 0.5. Apyrol Cep ile işlem gören kumaşların renk ölçüm sonuçları

Kumaş No	L	a	b	c	H	ΔE
Ham Kumaş (D-1)	83,558	0,23	9,93	9,932	88,673	2,257
D-1	81,611	1,087	10,685	10,71	84,191	
Ham Kumaş (D-2)	74,366	0,315	4,262	4,254	4,252	3,329
D-2	77,694	-0,296	4,333	4,343	3,924	
Ham Kumaş (Ö-1)	85,266	0,128	11,513	11,524	89,363	2,465
Ö-1	84,506	0,272	9,173	9,177	88,304	
Ham Kumaş (Ö-2)	79,899	0,046	8,327	8,327	89,681	2,883
Ö-2	82,709	0,19	8,957	8,959	88,782	

Yapılan uygulama sonucunda D-1 ve Ö-1 kumaşlarında az da olsa renkte açılma; D-2 ve Ö-2 kumaşlarında ise koyulaşma görülmüştür. D-2 kumaşı hariç diğer kumaşlar kırmızı skalaya kayarken, D-2 kumaşı yeşil skalaya kaymıştır. "b" değerine bakıldığında ise Ö-1 maviye kayarken diğerleri sarı skalaya kaymıştır. Parlaklık Ö-1 kumaşında azalırken diğer kumaşlarda artmıştır. Renk değişimi göz önüne alındığında tüm kumaşlarda renk değişimi olmuştur.

Plazma ve Apyrol PGH ile işlem görmüş kumaşların yapılan renk ölçüm sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 0.6. Plazma ve Apyrol PGH ile işlem gören kumaşların renk ölçüm sonuçları

Kumaş no	L	a	b	c	H	ΔE
Ham Kumaş (D-1)	83,558	0,23	9,93	9,932	88,673	3,362
D-1	84,357	0,675	13,165	13,183	87,066	
Ham Kumaş (D-2)	74,366	0,315	4,262	4,254	4,252	2,098
D-2	73,883	-0,52	6,273	6,295	4,74	
Ham Kumaş (Ö-1)	85,266	0,128	11,513	11,524	89,363	3,267
Ö-1	85,926	0,521	14,688	14,697	87,698	
Ham Kumaş (Ö-2)	79,899	0,046	8,327	8,327	89,681	5,883
Ö-2	83,542	0,688	14,139	24,156	87,215	

D-1, Ö-1 ve Ö-2 kumaşlarının renkleri açılmıştır. D-2 kumaşının ise rengi koyulaşmıştır. Yine D-1, Ö-1 ve Ö-2 kumaşlarının renkleri kırmızı skalaya kayarken, D-2 kumaşı yeşil skalaya kaymıştır. Bütün

kumaşlar sarı skalaya kaymıştır. Bütün kumaşların parlaklığı artmıştır. Bütün kumaşlarda renk farklılığı yüksektir.

Tablo 3.7'de Plazma ve Flovan ile işlem görmüş kumaşların yapılan renk ölçüm sonucundaki L*, a*, b*, C*, h değerleri verilmiştir.

Tablo 0.7. Plazma ve Flovan ile işlem gören kumaşların renk ölçüm sonuçları

Kumaş No	L	a	b	c	H	ΔE
Ham Kumaş (D-1)	83,558	0,23	9,93	9,932	88,673	2,144
D-1	82,961	0,836	11,898	11,927	85,981	
Ham Kumaş (D-2)	74,366	0,315	4,262	4,254	4,252	2,186
D-2	73,665	0,059	6,279	6,279	89,463	
Ham Kumaş (Ö-1)	85,266	0,128	11,513	11,524	89,363	4,331
Ö-1	84,66	1,377	15,615	15,676	84,959	
Ham Kumaş (Ö-2)	79,899	0,046	8,327	8,327	89,681	2,46
Ö-2	77,468	0,291	8,039	8,045	87,927	

Bütün kumaşlar da renk açılması görülmüştür. D-1, Ö-1 ve Ö-2 kumaşları kırmızı sklaya kayarken, D-2 kumaşı yeşil skalaya kaymıştır. D-1, D-2 ve Ö-1 kumaşları sarı skalaya kayarken, Ö-2 kumaşı mavi skalaya kaymıştır. Yine D-1, D-2 ve Ö-1 kumaşlarının parlaklığı artarken, Ö-2 kumaşının parlaklığı azalmıştır. Bütün kumaşların renk farklılığı yüksek çıkmıştır.

Tablo 3.8'de plazma ve Apyrol CEP ile işlem görmüş kumaşların yapılan renk ölçüm sonucundaki L*, a*, b*, C*, h değerleri verilmiştir.

Tablo 0.8. Plazma ve Apyrol Cep ile işlem gören kumaşların renk ölçüm sonuçları

Kumaş No	L	a	b	c	H	ΔE
Ham Kumaş (D-1)	83,558	0,23	9,93	9,932	88,673	1,156
D-1	83,608	0,847	10,776	10,809	85,505	
Ham Kumaş (D-2)	74,366	0,315	4,262	4,254	4,252	2,631
D-2	76,993	-0,293	4,092	4,102	4,101	
Ham Kumaş (Ö-1)	85,266	0,128	11,513	11,524	89,363	0,432
Ö-1	85,587	0,371	11,357	11,363	88,128	
Ham Kumaş (Ö-2)	79,899	0,046	8,327	8,327	89,681	3,46
Ö-2	83,282	0,289	9,009	9,013	88,164	

Kumaşların tamamının rengi açılmıştır. D-2 hariç diğerleri kırmızı skalaya kayarken; D-2 yeşil skalaya kaymıştır. D-1 ve Ö-2 kumaşları sarı skalaya kayarken; D-2 ve Ö-1 kumaşları mavi skalaya kaymıştır. Parlaklık D-2 ve Ö-1 de azalırken diğerlerinde artmıştır. Renk farklılığı Ö-1 ve D-1 de az çıkarken diğerlerinde yüksek çıkmıştır.

4.TARTIŞMA

Genel olarak kumaş kalınlığı arttıkça güç tutuşurluk özellii artmaktadır. Ayrıca örme kumaşların güç tutuşurluk özelliği dokuma kumaşlara göre daha iyidir. Bunun sebebi olarak örme kumaşların gözenekli yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Plazma ile yapılan bu çalışmada; plazmanın Apyrol CEP ve flovan kimyasallarında güç tutuşurluk özelliği üzerine olumlu etkileri görülürken; Apyrol PGH kimyasalında olumsuz etkileri görülmüştür. Apyrol PGH ve Apyrol CEP kimyasallarının örme kumaşlarda daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Flovan ın ise dokuma kumaşlarda daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. En iyi güç tutuşurluk Apyrol CEP ve plazma uygulamasındaki Ö1 kumaşında görülürken; en az artış Apyrol PGH ın plazmalı uygulamasında ki Ö2 kumaşında elde edilmiştir.

En fazla renk değişimi Apyrol PGH'ın plazmalı uygulamasında Ö2 kumaşında görülürken; en az değişim Apyrol CEP in plazmalı uygulamasında Ö1 kumaşında görülmüştür. Bütün kumaşlarda renk değişimi yüksek çıkarken yalnız Apyrol CEP ve plazma uygulamasında Ö1 kumaşında renk değişiminin düşük olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Cai, Z., Qiu, Y., Zhang, C., Hwang, Y.J. ve Mccord, M. (2003). Effect of atmospheric plasma treatment on desizing of PVA on cotton. Textile research journal, 73, 670-674.

Çelebi, K., (2009). Poliester Örme Kumaşın Güç Tutuşurluk Davranışının İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96s, Bursa.

Denes, F. (1997). Synthesis and surface modification by macromolecular plasma chemistry. TRIP, 5(1), 23–31.

Horrocks, A. R. (2001) Textiles. In: Horrocks, A. R. and Price, D. (eds.) Fire Retardant Materials. Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 128–81.

Kadem F. D. ve Gülşen G. 2014. Polyester Esaslı Kumaşlara Boya Banyosuna İlave Edilen Borlu Kimyasallarla Güç Tutuşurluk Özelliği Kazandırılması Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29(1), 165-171s, Adana.

Saxena, N.K., Gupta ,D.R. (1990) Development and evaluation of fire retardant coat-ings, Fire Technology (26) 329–341.

Shishoo, R. (Ed.). (2007). Plasma technologies for textiles. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Yuranova, T., Rincon, A.G., Bozzi, A., Parra, S., Pulgarin, C., Albers, P. ve Kiwi, J. (2003). Antibacterial textiles prepared by RF-plasma and vacuum-UV mediated deposition of silver. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 161(1), 27–34.

FIXED POINT RESULTS IN PARTIAL FUZZY METRİC SPACES

Başak Aldemir
Kocaeli University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics
baldemir787@gmail.com

Elif Güner
Kocaeli University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics
elif.guner@kocaeli.edu.tr

Ebru Aydoğdu
Kocaeli University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics
ebru.diyarbakirli@kocaeli.edu.tr

Halis Aygün
Kocaeli University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics
halis@kocaeli.edu.tr

Abstract
Partial metric spaces and their generalizations to the fuzzy environment with fixed point theory have a wide range of applications in several branches of mathematics and other disciplines such as optimizations, computer science, economics, engineering, etc. Because of the usefulness of these concepts, we study some fundamental fixed point theorems in partial fuzzy metric spaces given by Sedghi et al (2015). We first investigate the relationships with partial metric space and fuzzy metric space of partial fuzzy metric spaces. Then we obtain some fixed point results by using this relation. Moreover, we prove Banach fixed point theorem in partial fuzzy metric space. Finally, we give some examples to illustrate the validity of these theorems.

Keywords: Fixed point theorem, partial metric, partial fuzzy metric.

1.INTRODUCTION

In 1965, Zadeh introduced the theory of fuzzy set. There are many practical problems where the nature of uncertainty in the behavior of a given system possesses fuzzy rather than stochastic nature. Many authors have presented the notion of fuzzy metric space in different ways (George and Veeramani, 1997; Kramosil and Michalek, 1975; Kavela and Seppo, 1984).

Grabiec (1988) gave the fuzzy version of Banach contraction principle which the fuzzy metric space means Kramosil and Michalek (1975). Afterward, many authors (Rodriguez-Lopez and Romaguera, 2004, Piera, 2001, Gregori et al., 2010) proved fixed point theorems on fuzzy metric space in several senses.

Partial metric space was introduced by Matthews (Matthews, 1994) as a generalization of metric space where the distance from a point to itself is not necessarily zero. This concept is motivated by the experience of computer science, Bukatin et al. (2009) showed how the mathematics of nonzero self-distance for metric space has been established. They also considered some possible uses of partial metric spaces. Then, Matthews proved the partial metric version of Banach fixed theorem. Valero (2005), Altun et al. (2010), Haghi et al. (2013) obtained some generalizations of the result of Matthews related to Banach fixed point theorem. In the last years, Yue and Gu (2014), Sedghi et al. (2015) and Gregori and Sapena (2002), studied fuzzy partial metric spaces as a generalized of both partial metric space and fuzzy metric space. Yue and Gu (2014) introduced the fuzzy partial metric space by using the continuous minimum t-norm. Then, Yue and Gu (2014) gave the definition of probabilistic partial metric space which is a generalization of both fuzzy metrics and partial ones by means of Δ_+-valued sets. They also generalized some fixed points theorems which is given by Grabiec sense and Gregori and Sapena sense to probabilistic partial metric spaces. After Sedghi et al. (2015) introduced the concept of partial fuzzy metric space which generalizes the notion of non-archimedean

fuzzy metric and they proved some fixed point results in this spaces. Gregori and Sapena (2002) approached the concept of fuzzy partial metric space as an extension to fuzzy settings in the sense of Kramosil, Michalek and George, Veeramani's one and partial metric space due to Matthews by using residue operator which is associated to continuous t-norm. They also defined the notion of open ball and constructed a topology from fuzzy partial metric. In this paper, we give some topological properties on partial fuzzy metric space and some relation between partial metric and partial fuzzy metric. Also, we show that every fuzzy partial metric induces a fuzzy metric under some condition. And so we proved that fixed point generalization of partial fuzzy metric space can be obtain from the corresponding result in fuzzy metric space. We obtain some generalization of Banach fixed theorem on fuzzy partial metric spaces.

2.MATERIALS AND METHODS

We recall some basic definitions such as fuzzy metric, partial metric, fuzzy partial metric in the sense of Sedghi et al. (2015) and some notions related in these concepts which will be useful for the main results. Also, we observe some properties of partial fuzzy metric spaces.

2.1 Definition A continuous triangular-norm (t-norm) is a binary operation $*$ on $[0,1]$ providing the following conditions for all $x, y, z \in [0,1]$:

(i) $x * y = y * x$ and $x * (y * z) = (x * y) * z$
(ii) $*$ is continuous on $[0,1] \times [0,1]$,
(iii) $x * 1 = x$,
(iv) $x * y \leq z * w$ whenever $x \leq z$ and $y \leq w$ (Schweizer and Sklar, 1983).

2.2 Definition A partial metric space (in short PMS) on X is a pair (X, p) such that X is a non-empty set and $p: X \times X \to \mathbb{R}^+$ is a mapping providing the following conditions for all $x, y, z \in X$:

(PM1) $p(x,x) \leq p(x,y)$,
(PM2) $p(x,x) = p(x,y) = p(y,y)$ if and only if $x = y$,
(PM3) $p(x,y) = p(y,x)$,
(PM4) $p(x,z) \leq p(x,y) + p(y,z) - p(y,y)$,

The pair (X, p) is called a partial metric space (in short PMS).
Note that the self-distance of any point need not be equal to zero in partial metric space. If $p(x,x) = 0$ for all $x \in X$, then the partial metric p is an ordinary metric on X. So a partial metric is a generalization of ordinary metric (Matthews, 1994).

2.3 Example Let $p: \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^+$ be a mapping defined by $\mathrm{p}(\mathrm{x}, \mathrm{y}) = \max\{\mathrm{x}, \mathrm{y}\}$ for all $x, y \in \mathbb{R}^+$. Then $(\mathbb{R}^+, p)$ is a PMS where the self-distance for any point $x \in \mathbb{R}^+$ is its value (O'Neill, 1995).

2.4 Definition Let (X, p) be a PMS and (x_n) be a sequence in X.

(i) (x_n) is said to converge to x ∈ X if $\lim_{n\to\infty} p(x_n, x) = p(x,x)$.
(ii) (x_n) is said to be a Cauchy sequence if $\lim_{n,m\to\infty} p(x_n, x_m)$ exists.
(iii) (X, p) is said to be complete if every Cauchy sequence (x_n) converges to a point $x \in X$ such that $\lim_{n,m\to\infty} p(x_n, x_m) = p(x,x)$ (Matthews, 1994).

2.5 Definition Let $f: X \to X$ be a mapping on (X, p). The mapping f is called a contractive mapping on X if there exists an $\alpha \in (0,1)$ such that $p\big(f(x), f(y)\big) \leq \alpha p(x,y)$ for all $x, y \in X$ (Matthews, 1994).

2.6 Theorem Let (X, p) be a complete PMS and $f: X \to X$ be a contractive mapping. Then there exists a unique point $x \in X$ such that $f(x) = x$. Also, $p(x,x) = 0$ (Matthews, 1994).

2.7 Definition Let X be a nonempty set, $*$ be a continuous t-norm and $M: X \times X \times (0,\infty) \to [0,1]$ be a fuzzy set. If the following conditions are satisfied for all $x, y, z \in X$ and $t, s > 0$ then the 3-tuple $(X, M, *)$ is said to be a fuzzy metric space.

(FM1) $M(x,y,t) > 0$,
(FM2) $M(x,y,t) = 1$ if and only if $x = y$,
(FM3) $M(x,y,t) = M(y,x,t)$,
(FM4) $M(x,y,t) * M(y,z,s) \leq M(x,z,t+s)$,
(FM5) $M(x,y,.): (0,\infty) \to [0,1]$ is continuous (George and Veeramani, 1994).
If a FMS $(X,M,*)$ satisfies the following condition for all $x,y,z \in X$ and $s,t > 0$, then $(X,M,*)$ is said to be a non-Archimedean fuzzy metric space

$$M(x,y,max\{t,s\}) \geq M(x,z,t) * M(z,y,s)$$

(Gregori et al., 2010)

2.8 Proposition If $(X,M,*)$ is a FMS, then $M(x,y,.): (0,\infty) \to [0,1]$ is non-decreasing for all $x,y \in X$ (George and Veeramani, 1994).

2.9 Definition Let $(X,M,*)$ be a fuzzy metric space and (x_n) be a sequence in X.
(i) (x_n) is said to converge to x ∈ X if $M(x_n,x,t) \to 1$ as $n \to \infty$ for all $t > 0$.
(ii) (x_n) is said to be a Cauchy sequence if $M(x_n,x_m,t) \to 1$ as $n,m \to \infty$ for all $t > 0$.
(iii) $(X,M,*)$ is called complete if every Cauchy sequence (x_n) converges to a point $x \in X$ (George and Veeramani, 1994).

In 2015, Sedghi et al. (2015) introduced the notion of partial fuzzy metric space as a generalization of partial metric and fuzzy metric spaces.

2.10 Definition Let X be a nonempty set, $*$ be a continuous t-norm and $F: X \times X \times (0,\infty) \to [0,1]$ be a fuzzy set. If the following conditions are satisfied for all $x,y,z \in X$ and $t,s > 0$, then the 3-tuple $(X,F,*)$ is said to be a partial fuzzy metric space (in short PFMS).
(PFM1) $x = y$ if and only if $F(x,x,t) = F(x,y,t) = F(y,y,t)$,
(PFM2) $F(x,x,t) \geq F(x,y,t) > 0$,
(PFM3) $F(x,y,t) = F(y,x,t)$,
(PFM4) $F(x,y,max\{t,s\}) * F(z,z,max\{t,s\}) \geq F(x,z,t) * F(z,y,s)$,
(PFM5) $F(x,y,.): (0,1) \to [0,1]$ is continuous.

The following properties are easily obtained from the definition of the partial fuzzy metric space. (Sedghi et al., 2015).

2.11 Remark Let $(X,F,*)$ be a PFMS.
(1) If $F(x,y,t) = 1$, then $x = y$ by (PFM1) and (PFM2). But the converse is not true. i.e., if $x = y$ then $F(x,y,t)$ may not be equal to 1.
(2) It is clear that

$$F(x,y,t) * F(z,z,t) \geq F(x,z,t) * F(z,y,t)$$

for all $x,y,z \in X$ and $t > 0$ by (PFM4) (Sedghi et al., 2015).

Note that every non-Archimedean fuzzy metric is a partial fuzzy metric, but the converse may not be true.

2.12 Example Let (X,p) be a PMS and $a * b = ab$ for all $a,b \in [0,1]$. Consider the mapping $F_p: X \times X \times (0,1) \to [0,1]$ defined by

$$F_p(x,y,t) = \frac{t}{t + p(x,y)}$$

Then $(X,F_p,*)$ is a partial fuzzy metric space which is called the standard partial fuzzy metric space. Note that $(X,F_p,*)$ is not a fuzzy metric space. There are some difference between partial fuzzy metric space and fuzzy metric space. One of them, in a fuzzy metric space $(X,M,*)$, $M(x,y,.): (0,\infty) \to [0,1]$ is non-decreasing function for all $x,y \in X$, but in a partial fuzzy metric space $(X,F,*)$, $F(x,y,.): (0,\infty) \to [0,1]$ may not be non-decreasing for all $x,y \in X$ (Sedghi et al., 2015).

2.13 Example Let $X = \mathbb{R}$ and $a * b = min\{a, b\}$ for all $a, b \in [0,1]$. Consider the mapping $F: X \times X \times (0, \infty) \to [0,1]$ defined by

$$F(x, y, t) = \begin{cases} e^{-t}, & x = y \\ \frac{1}{2}e^{-t}, & x \neq y. \end{cases}$$

It is easily seen that $(X, F, *)$ is a PFMS and $F(x, y, .): (0, \infty) \to [0,1]$ is decreasing function.

2.14 Proposition Let $(X, F, *)$ be a PFMS. If $b \geq c$ whenever $a * b \geq a * c$ for all $a, b, c \in [0, 1]$, then $F(x, y, .): (0, \infty) \to [0,1]$ is non-decreasing function for all $x, y \in X$. (Sedghi et al., 2015).

2.15 Definition Let $(X, F, *)$ be a PFMS and (x_n) be a sequence in X.

(i) (x_n) is said to converge to a point x ∈ X if $\lim_{n\to\infty} F(x_n, x, t) = F(x, x, t)$ for all $t > 0$. (Sedghi et al., 2015)

(ii) (x_n) is said to be a Cauchy sequence if $\lim_{n,m\to\infty} F(x_n, x_m, t)$ exists for all $t > 0$. If $\lim_{n,m\to\infty} F(x_n, x_m, t) = 1$ then (x_n) is called a 1-Cauchy sequence.

(iii) $(X, F, *)$ is said to be complete if every Cauchy sequence (x_n) converges to a point $x \in X$ such that $\lim_{n,m\to\infty} F(x_n, x_m, t) = F(x, x, t)$. If (x_n) is a 1-Cauchy sequence, then $(X, F, *)$ is called 1-complete PFMS.

Clearly, every 1-Cauchy sequence (x_n) in $(X, F, *)$ is also a Cauchy sequence and every complete PFMS is a 1-complete space.

2.17 Proposition Let $(X, F, *)$ be a PFMS and (x_n) be a sequence in X such that $\lim_{n\to\infty} F(x_n, x_n, t) = \lim_{n\to\infty} F(x_n, x, t) = F(x, x, t)$. If $b \geq c$ whenever $a * b \geq a * c$ for all $a, b, c \in [0, 1]$, then $\lim_{n\to\infty} F(x_n, y, t) = F(x, y, t)$ for all $y \in X$ and $t > 0$. (Sedghi et al., 2015).

3.RESULTS AND DISCUSSION

In this section, we give contractive mappings in PFMS which are analogous in fuzzy metric spaces given by Grebiec (1988), Gregori and Sapena (1997), respectively. Then we obtain some fixed point results in these spaces and give some examples to illustrate the obtained results.

3.1 Lemma Let (X, p) be a PMS and $(X, F_p, *)$ be a standard PFMS induced by this p.

(1) (x_n) converges to $x \in X$ in $(X, F_p, *)$ if and only if (x_n) converges to $x \in X$ in (X, p).

(2) (x_n) is a Cauchy sequence in $(X, F_p, *)$ if and only if (x_n) is a Cauchy sequence in (X, p).

(3) $(X, F_p, *)$ is complete if and only if (X, p) is complete. Furthermore, $\lim_{n\to\infty} p(x_n, x) = p(x, x) = \lim_{n,m\to\infty} p(x_n, x_m)$ if and only if $\lim_{n\to\infty} F_p(x_n, x, t) = F_p(x, x, t) = \lim_{n,m\to\infty} F_p(x_n, x_m, t)$.

Proof. (1) Let (x_n) converges to $x \in X$ in $(X, F_p, *)$. Then we have $\lim_{n\to\infty} F_p(x_n, x, t) = F_p(x, x, t)$. It means that $\lim_{n\to\infty} \frac{t}{t+p(x,y)} = \frac{t}{t+p(x,x)}$. Hence, we have $\lim_{n\to\infty} p(x_n, x) = p(x, x)$. Therefore, (x_n) converges to $x \in X$ in (X, p).

(2) Let (x_n) be a Cauchy sequence in $(X, F_p, *)$. Then $\lim_{n,m\to\infty} F_p(x_n, x_m, t)$ exists. Thus

$$\lim_{n,m\to\infty} F_p(x_n, x_m, t) = \lim_{n,m\to\infty} \frac{t}{t + p(x_n, x_m)} = \frac{t}{t + \lim_{n,m\to\infty} p(x_n, x_m)}$$

This means $\lim_{n,m\to\infty} p(x_n, x_m)$ exists. Hence (x_n) is a Cauchy sequence in (X, p). The converse statement is similar.

(3) Let $(X, F_p, *)$ be a complete PFMS and (x_n) be a Cauchy sequence in (X, p). By (2), (x_n) is also a Cauchy sequence in $(X, F_p, *)$. Since $(X, F_p, *)$ is complete, we have (x_n) is convergent in $(X, F_p, *)$.

By (1), (x_n) is also convergent in (X,p). Thus (X,p) is a complete PMS. The other side is obtained similarly. The equality of limits is obvious by the definition of F_p.

3.2 Theorem Let $(X,F,*)$ be a PFMS such that $F(x,y,t)\colon (0,\infty)\to[0,1]$ is non-decreasing function for all $x,y\in X$. Then the mapping $M_F\colon X\times X\times(0,\infty)\to[0,1]$ defined by $M_F(x,y,t)=1$ whenever $x=y$ and $M_F(x,y,t)=F(x,y,t)$ whenever $x\neq y$, is a fuzzy metric on X. Moreover, $(X,M_F,*)$ is complete if and only if $(X,F,*)$ is 1-complete.

Proof: It is clear that (FM1), (FM2), (FM3) and (FM5) are satisfied. Now, we only show that (FM4) is satisfied. Let $x,y,z\in X$. It is obvious that (FM4) is satisfied whenever $x=y=z$.

Let $x\neq y\neq z$, then

$$M_F(x,y,t)*M_F(y,z,s)=F(x,y,t)*F(y,z,s)\leq F(x,z,max\{t,s\})*F(y,y,max\{t,s\})$$
$$\leq F(x,z,max\{t,s\})\leq F(x,z,t+s)=M_F(x,z,t+s).$$

Let $x\neq y$ and $x=z$, then

$$M_F(x,y,t)*M_F(y,z,s)=F(x,y,t)*F(y,z,s)\leq F(x,z,max\{t,s\})*F(y,y,max\{t,s\})$$
$$=F(x,x,max\{t,s\})*F(y,y,max\{t,s\})\leq 1=M_F(x,z,t+s).$$

Let $x\neq y$ and $y=z$, then

$$M_F(x,y,t)*M_F(y,z,s)=F(x,y,t)*1=F(x,y,t)\leq F(x,z,t+s)=M_F(x,z,t+s).$$

Therefore, we have that $(X,M_F,*)$ is a fuzzy metric space.

Let $(X,M_F,*)$ be a complete FMS and (x_n) be a 1-Cauchy sequence in $(X,F,*)$. Thus $\lim_{n,m\to\infty}F(x_n,x_m,t)=1$. Without lose of generality, we assume that $x_n\neq x_m$ for all $n\neq m$. Then $\lim_{n,m\to\infty}M_F(x_n,x_m,t)=1$. This means that (x_n) is a Cauchy sequence in $(X,M_F,*)$. Since $(X,M_F,*)$ is complete, there is a point $x\in X$ such that $\lim_{n\to\infty}M_F(x_n,x,t)=1$. Since $M_F(x,x,t)=1$, we obtain that $\lim_{n\to\infty}F(x_n,x,t)=1=F(x,x,t)$. Hence $(X,F,*)$ is a 1-complete PFMS.

Conversely, assume that $(X,F,*)$ is a 1-complete PFMS and (x_n) is a Cauchy sequence in $(X,M_F,*)$. Then $\lim_{n,m\to\infty}M_F(x_n,x_m,t)=1$ and then $\lim_{n,m\to\infty}F(x_n,x_m,t)=1$. Thus (x_n) is a 1-Cauchy sequence in $(X,F,*)$. Since $(X,F,*)$ is a 1-complete PFMS, there is a point $x\in X$ such that $\lim_{n\to\infty}F(x_n,x,t)=1=F(x,x,t)$. Thus $\lim_{n\to\infty}M_F(x_n,x,t)=1$. Therefore, (x_n) is convergent to $x\in X$ in $(X,M_F,*)$. Consequently $(X,M_F,*)$ is a complete FMS.

3.3 Definition Let $(X,F,*)$ be a PFMS. A mapping $f\colon X\to X$ is called

(i) Partial fuzzy contraction if there exists $k\in(0,1)$ such that

$$F(f(x),f(y),kt)\geq F(x,y,t)$$

for all $x,y\in X$ and $t>0$.

(ii) Partial fuzzy Edelstein contractive if

$$F(f(x),f(y),t)>F(x,y,t)$$

for all $x,y\in X$ $(x\neq y)$ and $t>0$.

(iii) Partial fuzzy contractive if there exists $k\in(0,1)$ such that

$$\frac{1}{F(f(x),f(y),t)}-1\leq k\left(\frac{1}{F(x,y,t)}-1\right)$$

for all $x,y\in X$ and $t>0$.

3.4 Proposition (i) Every partial fuzzy contractive mapping is a partial fuzzy Edelstein contractive.
(ii) If $(X,F,*)$ is a PFMS such that $F(x,y,.)\colon(0,\infty)\to[0,1]$ is non-decreasing function for all $x,y\in X$, then every partial fuzzy contraction mapping is a partial fuzzy Edelstein contractive.

3.5 Theorem Let $(X,F,*)$ be a complete PFMS such that $lim_{t\to\infty}F(x,y,t)=1$ for all $x,y\in X$. If $f:X\to X$ is a partial fuzzy contraction mapping, then f has a unique fixed point in X.

Proof. Let $x_0\in X$ and $x_n=f^n(x_0)$ for all $n\in\mathbb{N}$. Since $lim_{t\to\infty}F(x,y,t)=1$ for all $x,y\in X$, then we have

$$F(x_{n+1},x_n,t)=F(f(x_n),f(x_{n-1}),t)\geq F\left(x_n,x_{n-1},\frac{t}{k}\right)=F\left(f(x_{n-1}),f(x_{n-2}),\frac{t}{k}\right)$$
$$\geq F\left(x_{n-1},x_{n-2},\frac{t}{k^2}\right)\geq\cdots\geq F\left(x_1,x_0,\frac{t}{k^n}\right)\xrightarrow{n\to\infty}1$$

for all $t>0$. Therefore, we get $\lim_{n\to\infty}F(x_{n+1},x_n,t)=1$ for all $t>0$.
Let $n,m\in N$ and wlog we may assume that $n<m$.

$$F(x_n,x_m,t)\geq F(x_n,x_m,t)*F(x_{n+1},x_{n+1},t)\geq F(x_n,x_{n+1},t)*F(x_m,x_{n+1},t)$$
$$\geq F(x_n,x_{n+1},t)*F(x_m,x_{n+1},t)*F(x_{n+2},x_{n+2},t)$$
$$\geq F(x_n,x_{n+1},t)*F(x_{n+1},x_{n+2},t)*F(x_{n+2},x_m,t)$$
$$\geq\cdots\geq F(x_n,x_{n+1},t)*F(x_{n+1},x_{n+2},t)*\ldots*F(x_{m-1},x_m,t)$$

Thus, we obtain $\lim_{n,m\to\infty}F(x_n,x_m,t)=1$ for all $t>0$. Hence (x_n) is a Cauchy sequence in $(X,F,*)$. Since $(X,F,*)$ is a complete PMS, there exists $x\in X$ such that (x_n) converges to x. Besides, $\lim_{n\to\infty}F(x_n,x,t)=F(x,x,t)=\lim_{n,m\to\infty}F(x_n,x_m,t)=1$ for all $t>0$.

Now we want to show that x is a fixed point of f. i.e., $f(x)=x$.

$$F(f(x),x,t)\geq F(f(x),x,t)*F(x_n,x_n,t)\geq F(f(x),x_n,t)*F(x_n,x,t)$$
$$\geq F(f(x),f(x_{n-1}),t)*F(x,x,t)\geq F(x,x_{n-1},t)*F(x,x,t)$$

Therefore, we have $F(f(x),x,t)=1$. This means that $f(x)=x$. Hence x is a fixed point of f.
Now we will show that x is a unique fixed point f. Assume that $x\neq y$. Then, we get

$$F(x,y,t)=F(f(x),f(y),t)>F(x,y,t)$$

which is a contradiction. Hence, we obtain $x=y$.

3.6 Corollary Let $(X,F_p,*)$ be a standard PFMS induced by a given partial metric p on X. If $f:X\to X$ is a partial fuzzy contraction mapping, then f has a unique fixed point in X.
In the following example, we give an example to illustrate the validity of Theorem 3.

3.7 Example Let X be a non-empty set, $a*b=ab$ for all $a,b\in[0,1]$ and the mapping $F:X\times X\times(0,1)\to[0,1]$ be defined by

$$F(x,y,t)=\frac{t}{t+max\{x,y\}}.$$

It is known that $(X,F,*)$ is a PFMS from Example 2. Consider the function $f:X\to X$ defined by $f(x)=\frac{x}{2}$. It is easily seen that f satisfies the conditions of Theorem 3. Indeed, f has a unique fixed point which is $x=0$.

Note that, conditions of Theorem 3 cannot be omitted. The next example shows that the condition to be non-decreasing is not superfluous.
3.8 Example Let X be a non-empty set, $a*b=\min\{a,b\}$ and the mapping $F:X\times X\times(0,1)\to[0,1]$ defined by

$$F(x,y,t)=\begin{cases}e^{-t}, & x=y\\ \frac{1}{2}e^{-t}, & x\neq y\end{cases}$$

Consider the mapping $f: X \to X$ given by $f(x) = x$. Clearly, f satisfies the contraction condition of Theorem 3. But the condition $lim_{t\to\infty} F(x, y, t) = 1$ for all $x, y \in X$ does not hold and also every point of X is a fixed point of f.

The next example shows that the contraction condition of Theorem 3 is not unnecessary.

3.9 Example Let X be a non-empty set, $a * b = ab$ for all $a, b \in [0,1]$ and the mapping $F: X \times X \times (0, \infty) \to [0, 1]$ defined by

$$F(x, y, t) = \frac{t}{t + max\{x, y\}}$$

Consider the mapping $f: X \to X$ given by $f(x) = x + 1$. The mapping f does not satisfy the contraction condition of Theorem 3. Also, f has not any fixed point.

3.10 Theorem Let $(X, F, *)$ be a PFMS such that $b \geq c$ whenever $a * b \geq a * c$ for all $a, b, c \in [0, 1]$ and $f: X \to X$ be a partial fuzzy Edelstein contractive mapping. If there exists a point $x_0 \in X$ whose sequence of iterates $\left(f^n(x_0)\right)$ contains subsequence $\left(f^{n_i}(x_0)\right)$ such that $\lim_{i\to\infty} F(f^{n_i}(x_0), x, t) = \lim_{i\to\infty} F(f^{n_i}(x_0), f^{n_i}(x_0), t) = F(x, x, t)$, then $x = \lim_{i\to\infty} f^{n_i}(x_0) \in X$ is a unique fixed point of f.

Proof. Let $(X, F, *)$ be a a PFMS such that $b \geq c$ whenever $a * b \geq a * c$ for all $a, b, c \in [0, 1]$. Then $F(x, y, .): (0, \infty) \to [0,1]$ is a non-decreasing function for all $x, y \in X$. So, we have $(X, M_F, *)$ is a fuzzy metric space which is given in Theorem 2. Hence, from the fuzzy version of Edelstein fixed point theorem, we obtain that f has a unique fixed point.

3.11 Corollary Let (X, p) be a PMS and $\left(X, F_p, *\right)$ be the standard PFMS. Then the mapping $f: X \to X$ is a contractive mapping if and only if f is a partial fuzzy contractive mapping.

4.CONCLUSION

In several branches of mathematics and other disciplines such as optimizations, computer science, economics, engineering and etc., the notion of (partial) metric spaces and its generalizations to the fuzzy environment with fixed point theory has a wide range of applications. Because of the significance of these concepts, we aim to study some fundamental fixed point theorems in partial fuzzy metric spaces in the sense of Sedghi et al. Defining some contractive/contraction mappings similar to the Banach contraction mappings in the fuzzy sense, we show that these mappings have a unique fixed point under some conditions. We also give some examples to illustrate the validity of these theorems. The obtained fixed point theorems lead to further investigations and applications. For example, it is possible to extend our results to the case of coupled fixed points in partial fuzzy metric spaces or the other senses of partial fuzzy metric spaces.

REFERENCES

Altun I., Sola F., Simsek H., 2010. Generalized contractions on partial metric spaces. Topology and its Applications, 157(18), 2778-2785.

Bukatin M., Kopperman R., Matthews S., Pajoohesh H., 2009. Partial Metric Space. The American Mathematical Monthly, 116(8):708-718.

George A., Veeramani P., 1997. On Some Result in Fuzzy Metric Space. Fuzzy Sets and Sistems, 90: 365-368

Gregori V, Morillas S, Sapena A., 2010. On a class of completable fuzzy metric spaces. Fuzzy Sets and Systems 161(16):2193–2205.

Gregori V., Sapena A., 2002. On fixed point theorems in fuzzy metric spaces. Fuzzy Sets and Sistems, 125:245-252.

Grabiec M., 1988. Fixed point in fuzzy metric space. Fuzzy sets and systems, 27(3):385-389.

Haghi R. H., Rezapour S., Shahzad N., 2013. Be careful on partial metric fixed point results. Topology and its Applications, 160(3), 450-454.

Kramosil I., Michalek J., 1975. Fuzzy metrics and statistical metric space. Kybernetica, 11(5):336-344.

Kaleva O., Seppo S., 1984. On fuzzy metric space, Fuzzy sets and systems, 12(3):215-229.

Matthews S., 1994. Partial Metric Topology. Annals of the New York Academy of Sciences-Paper Edition, 728:183-197.

O'Neill S.J., 1995. Partial metrics, valuations and domain theory. Papers on General Topology and Applications, Gorham, ME, 806:304-315.

Piera A. S.,2001. A contribution to the study of fuzzy metric spaces. Applied General Topology, 2(1): 63–75.

Rodriguez-Lopez J, Romaguera S.,2004. The Hausdorff fuzzy metric on compact sets. Fuzzy sets and systems, 147(2): 273-283.

Schweizer B., Sklar A., 1983. Probabilistic Metric Spaces.

Sedghi S., Shobkolaei N., Altun I., 2015. Partial Fuzzy Metric Space and Some Fixed Point Results. Communications in Mathematics, 131-142.

Valero O., 2005. On Banach fixed point theorems for partial metric spaces. Applied General Topology, 6(2), 229-240.

Yue Y., Gu M., 2014. Fuzzy partial (pseudo-)metric space. Journal of intelligent and fuzzy systems, 27(3):1153-1159.

Zadeh, Lotfi A., 1965. Fuzzy sets. Information and control 8(3):338-353.



www.imascon.com
www.imascon.org
www.imascon.net