



International Marmara Sciences Congress (Spring 2021)

21 – 22 May 2021 KOCAELI

PROCEEDINGS 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

Assoc.Prof.Dr. Serdar BİROĞUL

Lect. Dr. Ömer GÜNGÖR

Lect. İsmail KILIÇASLAN

Lect. Kazım KAHRAMAN

Research Asist. Çağatay TAŞDEMİRCİ

ISBN: 978-605-70762-0-5

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	ix
IMASCON 2021 ORGANIZATION	x
SCIENTIFIC COMMITTEE	xi
IMASCON 2021 INVITED SPEAKERS	xiii
CONGRESS PROGRAMME	xiv
ABSTRACTS AND POSTERS.....	1
ENZYMATIC CONVERSION OF GLYCERIN TO CARBONATE ESTER	2
AN OVERVIEW OF EMOTIONAL ANALYSIS WITH SOCIAL MEDIA DATA	3
ELECTRICITY GENERATION FROM WASTE GASES WITH ORGANIC RANKINE CYCLE	4
ÖĞRETMENLERİN GÖZÜNDEN UZAKTAN EĞİTİME HIZLI GEÇİŞ	5
DESIGN, ANALYSIS AND MANUFACTURE OF WIND TURBINE PROTOTYPE WITH 3D-PRINTER.....	6
RECOGNITION OF NATURAL MUSHROOMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS	7
AQUARIUM FISH TYPE IDENTIFICATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE	8
OPTICAL TUNABILITY OF DEFECT ASSISTED DILUTE MAGNETIC SEMICONDUCTOR NANOCRYSTALLITES PRODUCED BY COST-EFFECTIVE SILAR METHOD.....	9
IMPURITY CONCENTRATION DEPENDENT MODIFICATIONS IN RUTILE TYPE METAL OXIDE SEMICONDUCTOR NANOCLUSTERS FOR PHOTONIC APPLICATIONS	10
EFFECT OF CISTUS LAURIFOLIUS EXTRACT ON LACTATE DEHYDROGENASE RELEASE IN VITRO	11
DETERMINATION OF THE EFFECT OF BLASTOCYSTIS PRESENCE ON MICRORNA EXPRESSION PROFILE IN HEALTHY INDIVIDUALS-EVALUATION OF PRELIMINARY DATA	12
A CONTENT ANALYSIS ON THE USE OF CARTOONS IN MATHEMATICS EDUCATION.....	13
COMPOSITE CATHODE MATERIALS FOR LITHIUM ION BATTERIES	14
DESIGN OF MARCHING FORTIFICATION SYSTEMS FOR MINE GALLERIES	15
LITHIUM SALT DOPED POLY(EHA-CO-MMA) AS A CONDUCTIVE POLYMER ELECTROLYTE FOR LITHIUM ION BATTERIES.....	16
EX-SITU CONSERVATION OF SOME ENDEMIC TREE AND SHRUB TAXA IN THE PROVINCE OF ANKARA AND ITS SURROUNDINGS IN THE NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF TURKEY	17
INVESTIGATION OF THE USE OF CATALYTIC MEMBRANES IN CHEMICAL REACTIONS	18
A FUZZY LOGIC SYSTEM FOR AIR DEFENSE SYSTEM	19
ESTABLISHING A PORTABLE EXPERIMENTAL SETUP TO DETERMINE THE EFFICIENCY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AT DIFFERENT GEOGRAPHICAL LOCATIONS AND CONDITIONS	20
NUMERICAL INVESTIGATION OF DIFFERENT IMPELLER TRIMMING METHODS USED TO REDUCE MOTOR POWER IN CENTRIFUGAL PUMP	21
ASSESSMENT OF MASONRY BUILDINGS SEISMIC PERFORMANCE	22
INVESTIGATION OF SOLID PARTICLE EROSION BEHAVIOR OF LOW CARBON HARDENABLE STEELS MODIFIED BY THERMO-CHEMICAL METHODS	23
COMPARISON OF SCALING METHODS TO THE DESIGN SPECTRUM OF EARTHQUAKE RECORDS.....	24

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL SUCCESSIONS OF SOIL MICROBIOME IN THE FOREST ECOSYSTEMS.....	25
EVALUATION OF PERSONAL DEVELOPMENT STUDIES OF ENGINEERING STUDENTS IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0.....	26
IMPROVING HYDROPHOBICITY, ROUGHNESS AND HARDNESS PROPERTIES OF SPECIMENS OF BRONZE MARINE PROPELLER BY LASER SURFACE TREATMENT	27
A STUDY ON THE PURCHASING BEHAVIOR OF CONSUMERS IN ELECTRONIC COMMERCE	28
SARS-COV-2 INFECTIONS AND MUTATIONS IN ANIMAL SPECIES	29
CATALYTIC TREATMENT OF METAL CUTTING FLUID BY SUPERCRITICAL WATER OXIDATION.....	30
THE EFFECT OF DIFFERENT WORD REPRESENTATION METHODS ON TEXT CLASSIFICATION	31
N-N AND N-H BOND ACTIVATIONS OF HYDRAZINE MOLECULE ON FE EMBEDDED GRAPHENE SURFACE: A DFT STUDY	32
SYNTHESIS OF POLYMER BRUSHES FOR ANTIBACTERIAL SURFACE APPLICATIONS	33
IMPROVING DURABILITY TO ENVIRONMENT AND CLIMATE CONDITIONS IN VEHICLE EMBLEMS	34
KOCAELI PROVINCE BETWEEN TUTUNCIFTLIK - KARAMURSEL CARRYING DANGEROUS GOODS CARRIAGE FROM THE SEA (BY CAR FRONT) INVESTIGATION IN TERMS OF ENERGY	35
LES MODELING OF WEAKLY TURBULENT RAYLEIGH-BÉNARD CONVECTION USING MIXED-SCALE SGS MODEL: EFFECT OF THE MODEL PARAMETER A	36
OIL AND WATER ABSORPTION CAPACITY OF WHEAT, RICE AND GRAM FLOUR POWDERS	37
DEVELOPMENT OF BISCUITS INCORPORATED WITH CARROT AND COWPEA POWDER.....	38
ROULETTE FITNESS-DISTANCE BALANCE BASED AQUILA ALGORITHM (RFDB-AA)	39
POLYPHENOL SOURCE ANTIOXIDATIVE AND ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITIES OF OLIVE TREE (<i>OLEA EUROPAEA</i> L.) LEAF	40
THE INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT EFFECT OF ALOE VERA LEAF WITH SOME MOLECULAR PARAMETERS IN <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> CULTURE	41
EFFECTS OF CaCO₃ ADDITION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF AL/AL₂O₃ COMPOSITE FOAMS.....	42
THE EFFECT OF SCIENCE ACTIVITIES CONDUCTED WITH DESIGN-BASED RESEARCH APPLICATIONS ON 8TH GRADE STUDENTS' THE 21ST CENTURY SKILLS.....	43
ANTI-ROLL BAR DESIGN ON INDEPENDENT RUBBER SUSPENSION AXLE OF CARAVANS	44
ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF AZINE-BRIDGED BINUCLEAR ZN(II), CO(II) AND CU(II) PHTHALOCYANINES	45
CHARACTERIZATION OF THE STAINING PROBLEM IN COPPER COATED LOW CARBON STEEL SHEET	46
EFFECTS OF MANEB FUNGICIDE ON THE GROWTH OF <i>EISENIA FETIDA</i>.....	47
INVESTIGATION OF PROPERTIES OF AL₂O₃ ADDED SUPERHYDROPHOBIC EPOXY FILMS ON DIFFERENT SURFACES.....	48
MESO-MECHANICAL MODELING OF ELASTICITY MODULE OF CEMENT BASED COMPOSITES CONTAINING LIGHT AGGREGATE	49
CURRENT THREAT: ZOOSES	50
INSPECTING QUALITY OF ENERGY ON SHIPS.....	51
SYNTHESIS AND OPTICAL PROPERTIES OF GOLD NANOSTARS.....	52
BACTERIAL CELLULOSE BASED ARTIFICIAL CARTILADGE TISSUE	53

OBTAINING FLAME RETARDANT COATINGS FROM PHOSPHOROUS CONTAINING BIO-BASED CHEMICAL AGENTS	54
SYNTHESIS OF BIO-BASED CARDANOL ACRYLATE AND ITS COATING APPLICATIONS	55
COMPARISON OF BIO-BASED AND BISPHENOL A EPOXY COATINGS.....	56
AN OVERVIEW OF THE MECHANICAL AND DURABILITY PROPERTIES OF RUBBER AGGREGATE CONCRETES... 	57
EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF POLLUTION IN HYDRAULIC FILTERS	58
NASOCOMIAL INFECTIONS AT THE PCR POSITIVE COVID-19 PATIENTS AND ANTIBIOTIC SUSCEPTIBILITY	59
EFFECTS OF REINFORCING MATERIALS ON PARTICLE EROSION IN TEFLON (PTFE) MATRIX POLYMER COMPOSITES	60
PRODUCTION OF COMMERCIAL LEAVENED BAZLAMA BREAD IN KARAMAN AND PROPERTIES OF FLOURS... 	61
PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF ENZYME-BASED NEW AMPEROMETRIC BIOSENSORS	62
DETERMINATION OF CYTOTOXIC AND GENOTOXIC EFFECTS OF KARABAS HERB (LAVANDULA STOECHAS L.) EXTRACT ON HT-29 HUMAN COLON CANCER CELL LINE	63
ANALYZING DEALER MOVEMENTS IN THE LPG SECTOR USING ADVANCED DATA ANALYTICS METHODS AND MAKING MEANING OF THIS BIG DATA	64
PYRROLIDINE/PIPERIDINE SUBSTITUTED 3-AMIDO-9-ETHYLCARBAZOLE DERIVATIVES: SYNTHESIS, STRUCTURAL ANALYSIS AND BIOLOGICAL EVALUATION	65
PREPARATION STUDIES OF CLASSROOM ACTIVITIES ENRICHED WITH WEB 2.0 TOOLS WITH USING THE PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH IN THE ONLINE EDUCATION PROCESS.....	66
OPTICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES OF ZNO THIN FILMS PRODUCED BY THERMAL EVAPORATION	67
THE EFFECT OF TEMPERATURE AND DROUGHT ON PLANT REPRODUCTIVE ORGANS.....	68
APPLICATION OF SENSOR FUSION TECHNIQUES FOR VEHICLE CONDITION AND POSITION ANALYSIS	69
A FUZZY BASED MULTICRITIA DECISION MAKING MODEL FOR PRIORITIZING ENTREPRENEURSHIP PROJECTS: AN APPLICATION IN FINANCIAL SECTOR.....	70
DETERMINATION OF ANTI-PROMASTIGOTE EFFECT OF EXTRACELLULAR VESICLES OBTAINED FROM WHARTON JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS FOR THE TREATMENT OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS	71
INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT BINDERS ON THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF WATER-BASED PAINTS	72
THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ANTICANCER ROLE OF GENISTEIN AS A POLYPHENOLIC COMPOUND AND ANDROGEN RECEPTOR STATUS IN PROSTATE CANCER.....	73
COMPARISON OF THE USE OF PLATE AND INTRAMEDULLARY NAIL WITH FINITE ELEMENT ANALYSIS IN STABILIZING FEMUR SHAFT FRACTURES.....	74
COATING OF HYDROXYAPATITE NANOPARTICLES, SYNTHESIZED BY MICROEMULSION TECHNIQUE, ON Ti6Al4V ALLOY WITH ELECTROPHORETIC DEPOSITION METHOD	75
ACCURACY OF RESTING METABOLIC RATE EQUATIONS.....	76
ALKALOID EXTRACTS FROM GLAUCIUM CORNICULATUM ATTENUATES OXIDATIVE STRESS-INDUCED TAU HYPERPHOSPHORYLATION VIA REGULATING AKT/GSK-3B SIGNALING PATHWAY IN DIFFERENTIATED PC12 CELLS.....	77
INVESTIGATION OF STABILITY OF PLGA/DOXORUBICIN NANOPARTICLES	78
THERMOSENSITIVE POLY(MENTHIDE)-PEG HYDROGEL SYSTEMS FOR LOCAL TREATMENT.....	79
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF TRANS-DACH BASED SQUARAMIDE ORGANOCATALYST.....	80

THE IMPACT OF COVID-19 ON FIRMS INTERNATIONALIZATION	81
CLUSTERING ANALYSIS BASED ON K-MEANS ALGORITHM FOR MALL DATA.....	83
METHODOLOGICAL INVESTIGATION OF GRADUATE THESES AT THE SECONDARY SCHOOL LEVEL IN THE FIELDS OF DATA PROCESSING AND PROBABILITY LEARNING	84
ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ZINC NANOPARTICLES SYNTHESIZED BY CHEMICAL AND BIO-SYNTHESIS METHODS	85
ISOLATION OF BACTERIOGENIC LACTIC ACID BACTERIA FROM RAW MEAT AND MEAT PRODUCTS AND THEIR IDENTIFICATION BY MOLECULAR METHODS	86
INVESTIGATION OF FLUORESCENCE QUANTUM YIELD AND LIFETIME OF NEW NICKEL(II) PHTHALOCYANINE DERIVATIVE.....	87
DEVELOPMENT OF A BORON NITRIDE BASED BIOSENSOR.....	88
PERFORMANCE ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN SOUTH EAST REGION CITIES OF TURKEY BASED ON METEOROLOGICAL DATA	89
FULL PAPERS	90
AKCİĞER NODÜL TESPİTİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLER VE YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİSİNE GENEL BAKIŞ	91
GEMİLERDE ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI	96
ORTALAMA FİLTRE KULLANILARAK TERMAL GÖRÜNTÜLERDE SAYISAL DETAY İYİLEŞTİRME	103
ANTI-ROLL BAR DESIGN ON INDEPENDENT RUBBER SUSPENSION AXLE OF CARAVANS	109
PERAKENDE PAZARLAMADA MÜŞTERİ ÖNERİLERİ İÇİN VERİ MADENCİLİĞİ ALGORİTMALARI UYGULAMALARI	116
MARKET YÖNETİMİNDE KRİTERLERİN AHP YÖNTEMİ İLE ANALİZİ	124
BİR MOBİLYA ÜRETİCİSİNDE TEDARİK ZİNCİRİ RİSK FAKTÖRLERİNİN ÖLÇÜMÜ	131
JEOTERMAL ENERJİ SANTRALLERİNDEKİ REENJEKSİYON KUYULARINDA KARŞILAŞILAN SİLİKAT BİRİKİMİNİN ÖNLENMESİ.....	138
ÇATI TİPİ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİNDE OPTİMİZER KULLANIMININ ÜRETİM VERİMLİLİĞİ, GÜVENLİK VE MALİYET BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	143
FENOKSİETANOL'ÜN DERİ ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ VE FENOKSİETANOL KİMYASALININ KOZMETİKTE KORUYUCU MADDE OLARAK KULLANIMI	149
PANDEMİ SÜRECİNDE UZAKTAN EĞİTİMİN İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ.....	154
SAC METAL ENDÜSTRİSİNDE TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANS KRİTERLERİNİN AHP İLE ANALİZİ.....	163
KURAL TABANLI BULANIK MANTIK İLE AKADEMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ	170
DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİYLE DUYGU TESPİTİ.....	181
DESIGN AND ANALYSIS OF HIGH GAIN DUALBAND COMPACT ANTENNA WITH FORK AND SQUARE SLOTS FOR FUTURE 5G TECHNOLOGY	190
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN ATIK YÖNETİMİNDE YERİ	199
LİSANSIZ ELEKTRİK ÜRETİMİNDE ŞEBEKE BAĞLANTILI FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN PERFORMANS ANALİZİ	209
PREDICTION OF PIPELINE PROJECTS CONSTRUCTION COSTS UTILIZING MACHINE LEARNING TECHNIQUES .	218
ENERJİ HASADI TASARIMLARINDA GRAFEN VE GÜMÜŞ BAZLI REZONATÖRLERİN KULLANIMI	224
FORMATION OF AN URBAN HEAT ISLAND AND THE EFFECTS OF PLANTS ON URBAN CLIMATE	230
İKLİM PARAMETRELERİNİN AĞAÇLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	237
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KURAK-YARI KURAK ALANLARDAKİ ETKİLERİ VE AĞAÇLANDIRMA TEKNİKLERİ	242

TÜRKİYE'DE ALINAN YASAL TEDBİRLER VE MEVZUAT DÜZENLEMELERİNİN KAZA VE ÖLÜM ORANLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	249
CİVATA ÇEKME DENEYİNDE KARŞILAŞILABİLECEK SORUNLAR VE ETKİLERİ	257
DÜŞÜK KARBONLU ÇELİKLERE UYGULANAN SERT DOLGU KAYNAĞINDA KAYNAK AKIMI OPTİMİZASYONU. 265	
KAYMA KİPLİ KONTROL VE PI KONTROL YÖNTEMLERİ İLE TEK FAZLI TAM KÖPRÜ EVİRİCİNİN AKIM KONTROLÜ	272
MOBİL KONTROLLÜ VE HELİKS DİZİMLİ DÖNEL TİP FOTOTERAPİ CİHAZI TASARIMI	278
İZNİK GÖLÜ (BURSA)'NÜN DÜNÜ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ İLE İLGİLİ BAZI ÖNGÖRÜLER	286
ARAMA MOTORLARI İÇİN YENİ BİR WEB SAYFASI SIRALAMA ALGORİTMA YAKLAŞIMI	294
YENİLEBİLİR BİTKİ ŞEVKETİ BOSTAN (<i>SCOLYMUS HİSPANİCUS L.</i>): BESLEYİCİ, SAĞLIK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI	302
KOYUN VE KEÇİ AĞIZ SÜTÜNDEN BAKTERİYOSİN ÜRETİCİSİ LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN İZOLASYONU VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU	308
KALIN CİDARLI HDPE MALZEMELERİN PLASTİK ENJEKSİYON YÖNTEMİYLE KALIPLANMASINDA SOĞUTMA TASARIMININ PARÇA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ	317
METİLPREDNİZOLON VE METİRAPON TEDAVİLERİNİN TRAVMA SONRASI STRES BOZUKLUĞUNDA NÖROKİMYASAL ETKİLERİ	331
UZAKTAN İZLENEBİLEN KUVÖZ TASARIMI	337
AN INVESTIGATION INTO THE SERVICE LIFE OF SEAL COATED ROADS IN TURKEY.....	344
SENTIMENT ANALYSIS ON COVID-19 VACCINES TWEETS	349
SOSYAL MEDYA PLATFORMLARINDA VERİ GÜVENLİĞİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRME: TWITTER ÖRNEĞİ	358
BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ YAPISAL İNCELEMESİ VE GELİŞİM SÜRECİ.....	364
REVERS OSMOZ TESİSİNDE ÜRETİLEN SAF SU KALİTESİNİN UZAKTAN KONTROLÜ.....	371
TEDARİK ZİNCİRİNDE OTOMATİK TANIMA VE VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ.....	377
TÜRKİYE'DE DENİZCİLİK EĞİTİMİ VEREN MESLEK YÜKSEKOKULU VE FAKÜLTELERDE KULLANILAN KÖPRÜÜSTÜ SİMÜLASYON SİSTEMLERİNİN VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ	381
AKILLI TELEFONLA SENSÖRLERİN İZLENMESİ VE KONTROLÜ.....	388
30MNVS6 ÇELİĞİNİN RECKWALLS İŞLEMİ İLE SICAK DÖVÜLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ	395
ÖRÜMCEK ROBOT İLE GÖRÜNTÜ İŞLEME VE NESNE TAKİBİ.....	403
VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN KULLANIM AMAÇLARI, AVANTAJLARI , DEZAVANTAJLARI VE SİSTEM KARŞILAŞTIRMALARI	414
BEŞİNCİ ALAN OLARAK SİBER UZAYDA TÜRKİYE'NİN HARP KABİLİYETİ VE HAZIRLIK DURUMU	422
ELEKTRİK SİGORTALARININ KONUMUNUN SIM800 GSM MODÜLÜ İLE UZAKTAN İZLENMESİ.....	427
GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK DOĞALGAZ ÇEVİRİM SANTRALLERİNDE YÜK FREKANS KONTROLÜ	435
SANAL GERÇEKLİK TABANLI PEDİATRİK FİZİK TEDAVİ UYGULAMASI TASARIMI	443
INCONEL 625 SÜPERALAŞIMININ ALUMİNİD KAPLANMASI ÜZERİNE SICAKLIK ETKİSİ.....	443
İÇME SUYU DAĞITIM SİSTEMLERİNDE MEYDANA GELEN ARIZALARIN ANALİZİ	454
EŞİT KANAL AÇISAL PRESLEME VE YAŞLANDIRMA İŞLEMLERİ UYGULANAN AA 7075 ALAŞIMININ TALAŞLI İMALATINDA KESME KUVVETLERİNİN İNCELENMESİ	464
DÖKÜM CORSON ALAŞIMLARININ KOROZYON DAVRANIŞI ÜZERİNE ALAŞIM ELEMENTLERİNİN ETKİSİ	471

İYİ TARIM UYGULAMALARI KAPSAMINDA TARIMSAL ÜRÜN VE ÜRETİM YERİ SEÇİM PROBLEMİNİN ÇOK KRİTERLİ DEĞERLENDİRİLMESİ: VAN İLİ ÖRNEĞİ.....	476
KİMYEVİ GÜBRE FABRİKALARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI	485
AL-6110-A-T4 ALÜMİNYUM ALAŞIMININ TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	492
KOCAELİ İLİ TÜTÜNÇİFTLİK – KARAMÜRSEL ARASI TEHLİKELİ MADDE TAŞIYAN ARAÇLARIN DENİZDEN TAŞINMASININ (ARABALI VAPUR İLE) ENERJİ AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	500
SUALTI ARAÇLARINDA ANFİS İLE NESNE TAKİBİ.....	513

BRIEFLY ABOUT

International Marmara Science Congress was held between 21-22 May 2021 by Kocaeli University and Derince 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. 145 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 2021 ORGANIZATION

IMASCON 2021, organized by Kocaeli University (KOÜ) and Derince Municipality and also sponsored by Kocaeli Metropolitan Municipality, Kartepe Municipality, Körfez Municipality, Gölcük Municipality and East Marmara Development Agency.

Imascon 2021 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

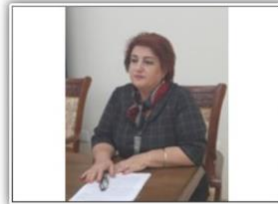
- Prof. Dr. Ahmet Küçük, Kocaeli University
- Prof. Dr. Alaeddin Bobat, Kocaeli University
- Prof. Dr. Durmuş Kaya, Kocaeli University
- Prof. Dr. Engin Özdemir, Kocaeli University
- Prof. Dr. Fatma Çanka Kılıç, Kocaeli University
- Prof. Dr. C. Gazi Uçkun, Kocaeli University
- Prof. Dr. Hanefi Bayraktar, Bayburt University
- Prof. Dr. Hasan Latif, Kocaeli University
- 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 University
- Prof. Dr. Juan Carlos, Roca University Of Huelva, Spain
- Prof. Dr. Kadri Süleyman Yiğit, Kocaeli University
- Prof. Dr. Luis M. F. Roseiro, ISEC
- Prof. Dr. Maan T. J. MAAROOOF, Mousul University, Iraq
- Prof. Dr. Mahmut Durmuş, Gebze Teknik University
- Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Bitlis Eren University
- Prof. Dr. Melda Yardımoğlu Yılmaz, Kocaeli University
- Prof. Dr. Mustafa Yaşar, Karabük University
- 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 University
- Prof. Dr. Osman Taylan, King Abdulaziz University, Saudi Arabia
- Prof. Dr. Resul Kara, Düzce University
- Prof. Dr. Sibel Zor, Kocaeli University
- Prof. Dr. Şükrü Dursun, Konya Teknik University
- 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. Etem Yeşilyurt, Akdeniz University
- 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. Seher Uçkun, Kocaeli University
- 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 University
- Assoc. Prof. Dr. Ayşe GÜNSEL, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Erdinç Doğanç, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Fatih Koç, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Halil Atmaca, Artro Klinik
- Assoc. Prof. Dr. Hasan Kaya, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Dikme, İstanbul Gelişim University
- Assoc. Prof. Dr. Samad Rahimi Aghdam, Tabriz University
- Assoc. Prof. Dr. Selda Uca, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Sinan Aydın, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Şükran Güzin Ilıcak Aydınalp, İstanbul Gelişim University
- Assist. Prof. Dr. Mazin Nazar Fadhel, College of Environmental Science and Technology Mosul university, Musul, IRAQ
- Assist. Prof. Dr. Mehlika Kocabaş Akay, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. A. Arzu Arı Bural, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Aslihan Kuyumcu Vardar, Düzce University
- Assist. Prof. Dr. Fatih Sevgi, Selçuk University

- Assist. Prof. Dr. Oğuz Polatel Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Larissa Shragina, Odessa I. I.
Mechnikov University
- Assist. Prof. Dr. Seyil Najmudinova, Kırgızistan
Türkiye Manas University
- Assist. Prof. Dr. Vetan Tümen, Bitlis Eren University
- Assist. Prof. Dr. Vystavkina Daria, Odessa I. I.
Mechnikov University
- 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. Ömer Güngör, Kocaeli University
- 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, Azərbaycan Devlet Pedagoji
Üniversitesi, Azərbaycan
- Lect. Barış Demir, Kocaeli University
- Lect. Daniela Lika, Aleksander Moisiu Durres
University, Albania

IMASCON 2021 INVITED SPEAKERS



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



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



Assoc. Prof. Dr. Azeta Tartaraj, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania



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



Prof. Dr. Luis Roseiro, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal



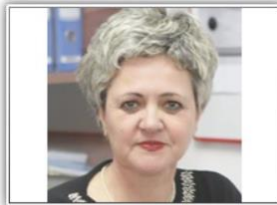
Prof. Dr. Hosam Bayoumi Hamuda, Obuda University, Hungary



Prof. Dr. Hüseyin Toros, Istanbul Technical University



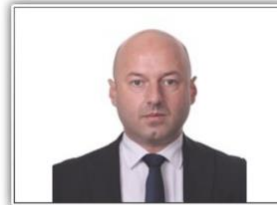
Prof. Dr. Hanefi Bayraktar, Bayburt University



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



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



Assoc. Prof. Dr. Ylber Aliu, AAB College, Kosovo



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



Assoc. Prof. Dr. Murzakmatov Amanbek Kamyrovich, Osh State University, Kyrgyzstan



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



Dr. Vandana Garg, M.Sc Maths, M.phil Maths, P.hd Maths is currently teaching in Defence Career Analyst- DCA Mohali and RV Institute, India



Dr. Reena Patil M.A. (English, Hindi, Sanskrit) M.Ed. (Ph.D. in Education) Gyanodaya Mahavidyalaya, Indore, Madhya Pradesh, Devi Ahilya University, India

CONGRESS PROGRAMME

21 MAY 2021 FRIDAY

The Start of Registration Process

AÇILIŞ KONUŞMALARI - OPENING SPEECHES 10:00 / 11:00

- İstiklal Marşı ve Saygı Duruşu / National Anthem and Moment of Silence
- Derince Belediyesi Tanıtım Filmi / Short Film of Municipality Derince
- Kocaeli Üniversitesi Tanıtım Filmi / Short Film of Kocaeli University
- Doç. Dr. Öznur GÖKKAYA, *Kongre Başkanı, President of Imascon Congress*
- Zeki Aygün, *Derince Belediye Başkanı, Mayor of Derince*
- Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM, *Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Dekanı, Dean of Technology Faculty of Kocaeli University*

IMASCON PANEL I – COVID'LE YAŞAMAK / LIFE WITH COVID 14:00 / 15:00

- Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, University of Nis, Serbia
- Prof. Dr. Nardane Yusifova, Azerbaijan National Academy of Sciences
- Prof. Dr. Azeta Tartaraj, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania
- Prof. Dr. Hosam Bayoumi Hamuda, Obuda University, Hungary
- Prof. Dr. Luis Roseiro, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal
- Prof. Dr. Hüseyin Toros, İstanbul Technical University
- Prof. Dr. Hanefi Bayraktar, Bayburt University
- Assoc. Prof. Dr. Flora Merko, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania

IMASCON PANEL II - COVID'LE YAŞAMAK / LIFE WITH COVID – 16:30 / 17:30

- Prof. Dr. Tom Gillpatrick, Portland State University, U.S.A.
- Prof. Dr. Hosam Bayoumi Hamuda, Obuda University, Hungary
- Assoc. Prof. Dr. Lyudmyla Symochko, Uzhhorod National University, Ukraine
- Assoc. Prof. Dr. Ylber Aliu, AAB College, Kosovo
- Assoc., Prof. Dr. Mehboob Nagarbawdi, Aki's Poona College Of Arts, Science & Commerce, India
- Assoc. Prof. Dr. Murzakmatov Amanbek Kamyrovich, Osh State University, Kyrgyzstan
- Dr. Vandana Garg, DCA Mohali and RV Institute, India
- Dr. Reena Patil M.A., Devi Ahilya University, India

21 MAY 2021 FRIDAY ORAL PRESENTATION

21 MAY 2021

SESSION 1

Time 14:00 – 15:15

IMASCON SESSION 1.1 / 14:00 – 15:15

Hall : 1

21 MAY 2021

Remote Access Link:

SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Yavuz Abut

Assist.Prof.Dr. Yavuz Abut	An Investigation Into The Service Life Of Seal Coated Roads In Turkey Based On The Permanent Deformation On The Subbase
Akın TÜRKOĞLU	Assessment Of Masonry Buildings Seismic Performance
Özcan ÖLÇER	Comparison Of Scaling Methods To The Design Spectrum Of Earthquake Records
İsmail ALTPEKİN	Analysis Of Failures Occuring In Drinking Water Distribution Systems

IMASCON SESSION 1.2 /14:00 – 15:15	Hall : 2	21 MAY 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Hasan KAYA		
Yavuz Selim KORKMAZ	Experimental Investigation Of Pollution In Hydraulic Filters	
Rıdvan BAŞAR	Design, Analysis And Manufacture Of Wind Turbine Prototype With 3d-Printer	
Oğuzhan ÇIRPINIR	Design Of Marching Fortification Systems For Mine Galleries	
Betül USLU	Usage Purposes, Advantages, Disadvantages And System Comparisons Of Vrf And Fan Coil Systems	
Faruk ERDEMİR	Establishing A Portable Experimental Setup To Determine The Efficiency Of Photovoltaic Systems At Different Geographical	
IMASCON SESSION 1.3 / 14:00 – 15:15	Hall : 3	21 MAY 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Ayşe AK		
Assist.Prof.Dr. Ayşe AK	Effect of Cistus laurifolius Extract on Lactate Dehydrogenase Release in vitro	
Seda BEYAZ	Antioxidative And Anti-Inflammatory Activities Of The Polyphenol Source Olive Tree (Olea Europaea L.) Leaf	
Özlem GÖK	Investigation Of The Antioxidant Effect Of Aloe Vera Leaf With Some Molecular Parameters In The Saccharomyces Cerevisiae Culture	
Dr. Seda ŞİRİN	Pyrrolidine/Piperidine Substituted 3-Amido-9-Ethylcarbazole Derivatives: Synthesis, Structural Analysis And Biological Evaluation	
Ebru ZENGİŞ	Determination Of Cytotoxic And Genotoxic Effects Of Karabas Herb (Lavandula Stoechas L.) Extract On Ht-29 Human Colon Cancer	
Asuman DEVECİ ÖZKAN	The Relationship Between The Anticancer Role Of Genistein As A Polyphenolic Compound And Androgen Receptor Status In Prostate Cancer	
IMASCON SESSION 1.4 / 14:00 – 15:15	Hall :4	21 MAY 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Volkan ÇAKIR		
Assist.Prof.Dr. Volkan ÇAKIR	Electrochemical Properties of Azine-Bridged Binuclear Zn(II), Co(II) and Cu(II) Phthalocyanines	
Özden ERDEBİL	Synthesis and Characterization of Trans-DACH Based Squaramide Organocatalyst	
Sibel YILDIRIM	Investigation of The Effects of Different Binders on The Performance Characteristics of Water-Based Paints	
Arslan Recep ŞAHİN	Antibacterial Effects Of Zinc Nanoparticules Synthesized By Chemical And Bio-Synthesis Methods	
Ömer GÜNGÖR	Investigation Of Fluorescence Quantum Yield And Lifetime Of New Nickel(I) Phthalocyanine Derivative	
Discussion		

ORAL PRESENTATIONS		
21 May 2021	SESSION 2	Time 15:30 – 16:45
IMASCON SESSION 2.1 / 15:30 – 16:45	Hall : 1	21 MAY 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. İbrahim MUTLU		
Dr. Hamit ERDAL	Prediction Of Pipeline Projects Construction Costs Utilizing Machine Learning Techniques	
Meltem YALMAN	Meso-Mechanical Modeling Of Elasticity Module Of Cement Based Composites Containing Light Aggregate	
Serkan BARIŞ	Examination Of The Efficiency Of The Bridge Simulation Systems Which Used Maritime Education And Training In Vocational Schools And Faculties At Turkey	
Arif YILMAZOĞLU	An Overview Of The Mechanical And Durability Properties Of Rubber Aggregate Concretes	
IMASCON SESSION 2.2 / 15:30 – 16:45	Hall : 2	21 MAY 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Hasan KAYA		
Ahmet DEMIRKESEN	Anti-Roll Bar Design On Independent Rubber Suspension Axle Of Caravans	
Uğur ŞEVİK	Investigation Of Cutting Forces In Machining Of Aa 7075 Alloy Applied With Equal Channel Angular Pressing And Aging Proseses	
Selahattin SEFACI	Numerical Investigation Of Different Impeller Trimming Methods Used To Reduce Motor Power In Centrifugal Pump	
İpek ÇAĞLAYAN	Improving Durability To Environment And Climate Conditions In Vehicle Emblems	
Tolga ÖZYÖN	Investigation Of Solid Particle Erosion Behavior Of Low Carbon Hardenable Steels Modified By Thermo-Chemical Methods	
IMASCON SESSION 2.3 / 15:30 – 16:45	Hall : 3	21 MAY 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Ali TÜRKCAN		
Lect. Dr. Burcu YÜKSEL	The Effect Of Temperature And Drought On Plant Reproductive Organs	
Gülnaz YILDIRIM KÖKEN	Determination of Anti-Promastigote Effect of Extracellular Vesicles Obtained from Wharton Jelly-Derived Mesenchymal Stem Cells for the Treatment of Cutaneous	
Lect. Serap NİĞDELİOĞLU DOLANBAY	Alkaloid Extracts From Glaucium Corniculatum Attenuates Oxidative Stress-Induced Tau Hyperphosphorylation Via Regulating	
Dr. Dudu Özlem MAVİ İDMAN	Ex-situ Conservation and Exhibition of the Plants in Rocky Habitats; National Botanical Garden of Turkey 'Rock Garden' as an Example	
Şahin ÇİMEN	Ex-situ Conservation of Some Endemic Tree and Shrub Taxa in the Province of Ankara and its Surroundings in The National Botanical Garden of Turkey	

Imascon SESSION 2.4 / 15:30 – 16:45		Hall : 4	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Selin KINALI DEMİRCİ			
Assist.Prof.Dr. Selin KINALI DEMİRCİ	Synthesis of Polymer Brushes for Antibacterial Surface Applications		
Hüma ARABACI	Possible Effects of Phenoxyethanol on Skin and The Use of Phenoxyethanol Chemical As A Protective In Cosmetics		
Tuğba KOLDANKAYA	Investigation of Stability of PLGA/Doxorubicin Nanoparticles		
Tuğba KOLDANKAYA	Thermosensitive Poly(Menthide)-PEG Hydrogel Systems for Local Treatment		
<i>Discussion</i>			
ORAL PRESENTATIONS			
21 May 2021	SESSION 3	Time 17:00 – 18:15	
IMASCON SESSION 3.1 / 17:00 – 18:15		Hall : 1	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Fikret Polat			
Abdullah ALSAQABI	Design And Analysis Of High Gain Dualband Compact Antenna With Fork And Square Slots For Future 5g Technology		
Hilal BOZKURT	Digital Detail Enhancement in Thermal Images Using Average Filter		
Aşkın TEKER	Use Of Graphene And Silver Based Resonators In Energy Harvest Designs		
Yasin ALYAPRAK	Application of Sensor Fusion Techniques for Vehicle Condition and Position Analysis		
IMASCON SESSION 3.2 / 17:00 – 18:15		Hall : 2	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Serkan Abalı			
Assist.Prof.Dr. Serkan ABALI	Effects Of CaCO ₃ Addition On The Mechanical Properties Of Al/Al ₂ O ₃ Composite Foams		
Bora YILDIZ	Characterization Of The Staining Problem In Copper Coated Low Carbon Steel Sheet		
Naciye GÜRSOY	Effect Of Alloy Elements On Corrosion Behavior Of Cast Corson Alloys		
İbrahim ÇINAR	Improving Hydrophobicity, Roughness and Hardness Properties of Specimens of Bronze Marine Propeller by Laser Surface Treatment		
Cüneyt KORAY GENÇAY	Effect Of Temperature On Aluminide Coating Of Inconel 625 Superalloy		

IMASCON SESSION 3.3 / 17:00 – 18:15		Hall : 3	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Serdar BİROĞUL			
Assoc.Prof.Dr. Lyudmyla SYMOCHKO	Structural And Functional Successions Of Soil Microbiome In The Forest Ecosystems		
Irmak YILDIRIM	Sustainability In Waste Management		
Tuğsem SÖNMEZ	Formation Of An Urban Heat Island And The Effects Of Plants On Urban Climate		
Tuğsem SÖNMEZ	Effects Of Climate Parameters On Trees		
Tuğsem SÖNMEZ	Effects Of Climate Change On Arid-Semi Arid Areas And Afforestation Techniques		
Tuğçe Nur BACAK	Impact of the COVID-19 Event on PM10 Air Pollution in Istanbul and Ankara		
IMASCON SESSION 3.4 / 17:00 – 18:15		Hall : 4	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Merve DANDAN DOGANCI			
Tuğçe YÜKSEL	Preventing Silicate Deposite In Reinjection Wells In Geothermal Power Plants		
Tuğba DUMAN	Enzymatic Conversion Of Glycerin To Carbonate Ester		
Güler HASIRCI	Investigation Of The Use Of Catalytic Membranes In Chemical Reactions		
Murad RAHIMOV	Catalytic Treatment of Metal Cutting Fluid by Supercritical Water Oxidation		
Hakan SEVİNÇ	Investigation of Properties of Al ₂ O ₃ Added Superhydrophobic Epoxy Films on Different Surfaces		
Discussion			
ORAL PRESENTATIONS			
21 May 2021	SESSION 4	Time 18:30 – 19:45	
IMASCON SESSION 4.1 / 18:30 – 19:45		Hall : 1	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. İbrahim MUTLU			
Muhammed SELMAN EREL	Performance Analysis Of Photovoltaic Systems In South East Region Cities Of Turkey Based On Meteorological Data		
Merve Yetimoğlu	Legal Measures Taken In Turkey And The Impact Of Legislative Regulations On Accident And Death Rates		
Muhammed ALİZADA	Monitoring And Control Of Sensors With Smart Phone		
Berat Eren TERZİOĞLU	Image Processing And Object Tracking Applications With Spider Robot		
Şuayp Karakaş	Energy Efficiency Applications in Chemical Fertilizer Factories		
Dr. Aykan Akça	N-N And N-H Bond Activations Of Hydrazine Molecule On Fe Embedded Graphene Surface: A Dft Study		

IMASCON SESSION 4.2 / 18:30 – 19:45		Hall : 2	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Bülent Aydemir			
Assoc.Prof.Dr. Bülent AYDEMİR	Investigation Of Problems And Effects Encountered In The Bolt Tensile Testing		
Ali ÖZEN	Optimization Of Welding Current In Hardfacing Applied To Low Carbon Steels		
Arzu ALTINPINAR	Coating Of Hydroxyapatite Nanoparticles, Synthesized By Microemulsion Technique, On Ti6al4v Alloy With Electrophoretic		
Soner ÖNER	Investigation Of The Hot Formability Of 30mnvs6 Steel By Reckwalls Process		
IMASCON SESSION 4.3 / 18:30 – 19:45		Hall : 3	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Emre ÖZAN			
Assist.Prof.Dr. Emre ÖZAN	Sars-Cov-2 Infections And Mutations In Animal Species		
Dr. Derya KARATAŞ YENİ	Current Threat: Zoonoses		
Salih DİKİLİTAŞ	Effects Of Maneb Fungicide On The Growth Of Eisenia Fetida		
İshak TUNG	Some Predictions About The Yesterday, Today And Future of Lake Iznik (Bursa)		
IMASCON SESSION 4.4 / 18:30 – 20:00		Hall : 4	21 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Serdar SOLAK			
Yasin İLHAN	Overview Of Traditional Methods And Artificial Intelligence Technology In Lung Nodule Detection		
Mehmet Koray ATEŞ	Rotary Type Phototherapy Device Design With Mobile Controlled And Helix Arrangement		
Fatih KÖSE	Current Control Of Single Phase Full Bridge Inverter With Sliding Mode Control And Pi Control Methods		
Celal Cem CİNCİOĞLU	Development of a Boron Nitride Based Biosensor		
Tugay COŞKUN	Preparation and characterization of enzyme-based new amperometric biosensors		
Ayberk DİZDAR	Comparison Of The Use Of Plate And Intramedules Nails With Finite Element Analysis In Stabilizing Femur Shaft Fractures		

22 MAY SATURDAY
ORAL PRESENTATIONS

22 May 2021

SESSION 5
Time 10.30 – 11:45
IMASCON SESSION 5.1 / 10:30 – 11:45
Hall : 1
22 MAY 2021
Remote Access Link:
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Demet ÇELEBİ

Assist.Prof.Dr. Demet ÇELEBİ

Nasocomial Infections At The Pcr Positive Covid-19 Patients And Antibiotic Susceptibility

Assist.Prof.Dr. İrem Kaya CEBİOĞLU

Accuracy of Resting Metabolic Rate Equations

Assist.Prof.Dr. Serra Örsten

Determination of the Effect of Blastocystis Presence on MicroRNA expression Profile in Healthy Individuals-Evaluation of Preliminary Data

Ayşe Melek TANRIVERDİ BADEMCİ

Neurochemical Effects Of Methylprednisolone And Metyrapone Therapy In Post-Traumatic Stress Disorder

Ali Alpcan OFLUOĞLU

Object tracking in underwater vehicles with anfis method

IMASCON SESSION 5.2 / 10:30 – 11:45
Hall : 2
22 MAY 2021
Remote Access Link:
SESSION CHAIR : Prof.Dr. Yasin TUNCER

Prof.Dr. Yasin TUNCER

Isolation Of Bacteriocin Producer Lactic Acid Bacteria From Sheep And Goat Colostrums And Their Molecular Characterization

Dr. Tahseen Fatima Miano

Oil And Water Absorption Capacity Of Wheat, Rice And Gram Flour Powders

Dr. Tahseen Fatima Miano

Development Of Biscuits Incorporated With Carrot And Cowpea Powder

Assist.Prof.Dr. Dilek DÜLGER ALTINER

Edible Plant Şevketi Bostan (Scolymus Hispanicus L.): Nutritional And Health Properties And Fields Of Usage

Burak GENİŞ

Isolation Of Bacteriocinogenic Lactic Acid Bacteria From Raw Meat And Meat Products And Their Identification By Molecular Methods

Derya BULUTDAĞ

Production Of Commercial Leavened Bazlama Bread In Karaman And Properties Of Flours

Discussion
IMASCON SESSION 5.3 / 10:30 – 11:45
Hall : 3
22 MAY 2021
Remote Access Link:
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Şule KUŞDOĞAN

Assist.Prof.Dr. Şule KUŞDOĞAN

Energy Storage Technologys In Ships And Applications

Lect. Onur BATTAL

Roulette Fitness-Distance Balance Based Aquila Algorithm (RFDB-AA)

Ufuk Ege

Inspecting Quality Of Energy On Ships

Ömer ECİR

Remote Monitoring of The Location of Electric Fuses With Sim800 Gsm Module

Cabir KÜÇÜK

Electricity Generation From Waste Gases With Organic Rankine Cycle

IMASCON SESSION 5.4 / 10:30 – 11:45		Hall : 4	22 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Mehlika KOCABAŞ AKAY			
Assist.Prof.Dr. Mehlika KOCABAŞ AKAY	Evaluation of personal development studies of engineering students in the context of Industry 4.0		
Assist.Prof.Dr. Mehlika KOCABAŞ AKAY	A study on the purchasing behavior of consumers in electronic commerce		
Abdulrahman SARKHOCH	Remote Monitoring Of The Quality Of Pure Water Produced At The Revers Osmosis Plant		
Harun GÜNDÜZ	Multi-Criteria Evaluation Of Agricultural Product And Production Place Selection Problem Within The Scope Of Good Agricultural Practices: Van City Example		
Sibel UZUNOĞLU	Evaluation Of Office Environment Ergonomics And Its Impact On Employees In The Covid-19 Pandemic Process: A Public Study		
Öğr. Gör. Dr., Gülşah Akıncıoğlu	Al-6110-A-T4 malzeme, pin-on-disk sürtünme testi, sıcaklık, aşınma.		
Muhammet DAĞLI	The Effect Of Cooling Design On The Parts Quality Of Injection Molding The Thick Wall Hdpe Materials		
ORAL PRESENTATIONS			
22 May 2021	SESSION 6	Time 12:00 – 13:15	
IMASCON SESSION 6.1 / 12:00 – 13:15		Hall : 1	22 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. İrem DUZDAR ARGUN			
Assist.Prof.Dr. İrem DUZDAR ARGUN	Application of Data Mining Algorithms for Customer Recommendations in Retail Marketing		
Arzu DEDE	Analysis Of The Current Situation Of Cyber Attacks And Personal Data Violations Increasing With The Internet Of Things		
Ali Tuna DİNÇER	Rule-Based Fuzzy Logic And Academic Performance Evaluation		
İbrahim BEKTAŞ BAYSAL	Emotion Detection With Deep Learning Methods		
Sinem SEÇGİN OLGUN	Analyzing Dealer Movements in the LPG Sector Using Advanced Data Analytics Methods and Making Meaning of This Big Data		
IMASCON SESSION 6.2 / 12:00 – 13:45		Hall : 2	22 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist. Prof. Dr. İbrahim MUTLU			
Emine Şeyma ALTINTAŞ	A New Web Page Ranking Algorithm Approach For Search Engines		
Ghadir Abdulhakim A. A. ALSELWI	Sentiment Analysis On Covid-19 Vaccines Tweets		
Rouba Omar Alahmad ALOSMAN	Clustering Analysis based on K-Means algorithm for Mall data		
Selami ÇEKİÇ	An Overview Of Emotional Analysis With Social Media Data		
Çilem KOÇAK	Assessment on Data Security on Social Media Platforms: The Example of Twitter		
Discussion			

IMASCON SESSION 6.3 / 12:00 – 13:15		Hall : 3	22 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Fikret POLAT			
Elif KABULLAR	The Effect Of Different Word Representation Methods On Text Classification		
Emre ÖZTÜRK	Virtual Reality Based Pediatric Physical Therapy Application Design		
Muhittin COŞKUN	A Fuzzy Logic System For Air Defense System		
Ömer Haluk ÇOBAN	Turkish Warfare Capability And Readiness On Cyber Space As A Fifth Domain		
Asim Bilal YILMAZ	Automatic Recognition and Data Collection Systems in the Supply Chain		
Asim Bilal YILMAZ	Aquarium Fish Type Identification with Artificial Intelligence		
ORAL PRESENTATIONS			
22 May 2021		Session 7	Time 13:30 – 14:45
IMASCON SESSION 7.1 / 13:30 – 14:45		Hall : 1	22 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Serdar SOLAK			
Çağlar ŞİMŞEK	Recognition of Natural Mushrooms Using Artificial Intelligence Methods		
Çağlar ŞİMŞEK	Blockchain Technology, Structural Review and Development Process		
Bülent HOŞ	Load Frequency Control In Natural Gas Cycle Power Plants Using Genetic Algorithm		
Eissa AL-SHAGEA	Performance Analysis Of Grid-Connected Photovoltaic Systems In Unlicensed Electricity Generation		
Mehmet Yıldırım	Kocaeli Province Between Tütünçiftlik - Karamürsel Carrying Dangerous Goods Carriage From The Sea (By Car Front) Investigation In Terms Of Energy		
Cihangir TOZKOPARAN	Study Of The Usage Of Optimizers In Roof Type Solar Power Plants In Terms Of Production Efficiency, Safety And Cost.		
IMASCON SESSION 7.2 / 13:30 – 14:45		Hall : 2	22 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Abdullah Özkartal			
Assist.Prof.Dr. Abdullah Özkartal	Optical and structural properties of ZnO thin films produced by thermal evaporation		
Özlem OKYAR	Remote Monitored Incubator Design		
Assist.Prof.Dr. Muhammed Emin GÜLDÜREN	Optical Tunability Of Defect Assisted Dilute Magnetic Semiconductor Nanocrystallites Produced By Cost-Effective Silar Method		
Assist.Prof.Dr. Muhammed Emin GÜLDÜREN	Impurity Concentration Dependent Modifications In Rutile Type Metal Oxide Semiconductor Nanoclusters For Photonic Applications		
Assist.Prof.Dr. İlyas Yılmaz	Les Modeling Of Weakly Turbulent Rayleigh-bénard Convection Using Mixed-scale Sgs Model: Effect Of The Model Parameter α		

IMASCON SESSION 7.3 / 13:30 – 14:45		Hall : 3	22 MAY 2021
Remote Access Link:			
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Barış KANTOĞLU			
Assist.Prof.Dr. Barış KANTOĞLU		Analysis Of Criteria In Market Management Via Ahp Method	
Assist.Prof.Dr. Barış KANTOĞLU		Measuring Supply Chain Risk Factors In A Furniture Manufacturer	
Assist.Prof.Dr. Mehlika Kocabaş Akay		A Study About The Effect of Distance Education on Students During the Pandemic	
Burçin DOĞAN		Analysis of Supply Chain Performance Criterias with AHP in Sheet Metal Industry	
Rumeysa DEĞERMENCI		A Fuzzy Based Multicritia Decision Making Model For Prioritizing Entrepreneurship Projects: An Application In Financial Sector	
Kıymet EŞİYOK		Effects of Reinforcing Materials on Particle Erosion in Teflon (PTFE) Matrix Polymer Composites	
Discussion			
21 MAY 2021 FRIDAY			
18:30 – 20:00			
POSTER PRESENTATION			
Remote Access Link:			
Poster No			
F1	Mustafa KHALEEL	Synthesis and optical properties of gold nanostars	
F2	Cemil DIZMAN	Obtaining Flame Retardant Coatings from Phosphorous Containing Bio-based Chemical Agents	
F3	Cemil DIZMAN	Synthesis of Bio-Based Cardanol Acrylate and Its Coating Applications	
F4	Cemil DIZMAN	Comparison of Bio-Based And Bisphenol A Epoxy Coatings	
F5	Önder ÇELİK	Boron Doped Poly(E-Caprolactone) Based Polymer Blend Lithium Salts Mixtures for Lithium Ion Batteries	
F6	GÖKHAN Yıldırım	Composite Cathode Materials For Lithium Ion Batteries	
F7	Samuel KAWISO KAYIMO	Lithium salt doped poly(EHA-co-MMA) as a conductive polymer electrolyte for lithium ion batteries	
F8	SERA Uyan	Bacterial Cellulose Based Artificial Cartilage Tissue	
F9	ADEM Gül	Detection of the RF spectrum in Software Define Radio with ANN	

ABSTRACTS AND POSTERS

ENZYMATIC CONVERSION OF GLYCERIN TO CARBONATE ESTER

Nurcan KAPUCU

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği
nurcan.kapucu@kocaeli.edu.tr

Selda AYDOĞDU

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği
selda.aydogdu1981@gmail.com

Abstract

In parallel with the increase in biodiesel production in recent years, approximately 10% of glycerin (Gly) is also produced as a by-product. This reduces the unit price of Gly and increases the need to convert glycerin into value-added products. Glycerin carbonate (GlyC) is a value-added product of Gly and is obtained as a result of transesterification of Gly and dimethyl carbonate (DMC). GlyC is utilized as solvent, additive, monomer, and chemical intermediate and it is used in different industries such as chemical, pharmaceutical, and construction. Immobilized enzymes are preferred because of their reusability, easy removed from reaction medium, and operational stability compared to free enzymes. In the literature, *Candida antarctica* B (CalB) enzyme is frequently used in GlyC production in either free or commercial immobilized form (Novozyme 435). The use of ultrasonic bath causes improvement in enzyme activity. In addition, it contributes to the homogeneous mixture formation of reaction inputs that do not mix and to increases the reaction speed. In this study, GlyC was produced by on chitosan immobilized CalB. GlyC is produced in the incubator under batch conditions. In addition to the use of ultrasonic bath, the effects of temperature, Gly/DMC molar ratio, enzyme concentration, and reaction time were examined on the production of GlyC. The Gly and GlyC were by FTIR analyzed. It has been observed that the use of ultrasonic bath increases by 40.5 % GlyC (percentage by weight). With using of an ultrasonication process of 12 minutes there is 58.5% GlyC was achieved. On chitosan immobilized CalB can be considered as alternative to commercial immobilized Novozyme 435 for GlyC production.

Keywords: Glycerol carbonate, glycerin, Lipozyme CalB, dimethyl carbonate

AN OVERVIEW OF EMOTIONAL ANALYSIS WITH SOCIAL MEDIA DATA

Selami ÇEKİÇ

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
s.cekic3d@gmail.com

H. Hakan GÜREL

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
hhakan.gurel@kocaeli.edu.tr

Abstract

Concepts such as opinion, emotion, attitude, evaluation and mood, which are at the center of human psychology and constitute the key elements of our behavior, are related to our own feelings and thoughts. Our thoughts, perception of reality and our choices will differ according to the opinions and perceptions of others and will affect the way we make decisions by being influenced by the opinions of others. The ideas and thoughts of others can set an example for us. For the correct evaluation of the samples, emotion analysis and the increase required to be arranged quickly and accurately using various machine learning methods. Social media brings families, people from different cultures together with the opportunities it provides, and ensures that information, thoughts and feelings can be shared easily. People can share their opinions about a subject, their feelings and thoughts that they cannot express or express within the family or in different environments. Storing, archiving and organizing these shared information, these networks have attracted the attention of families, educators, businesses, health and education institutions, and individuals or organizations operating in different fields. Analyzing data and analyzing emotions can be effective in reaching solutions and results in many areas. In the study, information was given about the emotion analysis methods of the operations performed through social media data and the areas where it may / may be effective, the methods used to produce ideas about the issues that are thought to be effective in our time and in the future were examined, the ways followed according to the desired result were investigated, and the areas for which benefits would occur. comments have been made. It was observed that the data were analyzed on the basis of words, mostly by classifying them as positive, negative and neutral. As a result of the comparisons, it was recommended to increase the accuracy rates, to improve the use of emotion analysis, to switch from word to sentence basis, and to ensure social effects rather than individual effects of the studies.

Keywords: Sentiment Analysis; Social Media, Twitter, Machine Learning Methods

ELECTRICITY GENERATION FROM WASTE GASES WITH ORGANIC RANKINE CYCLE

Cabir Küçük

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği
cabirkucuk61@gmail.com

Talha Aksoy

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği
aksoyhalha@gmail.com

İlker Çelenk

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği
ilkerclnk@gmail.com

Müfit Yüce

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği
mufityc@gmail.com

Fatma Çanka Kılıç

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği
fckilic@kocaeli.edu.tr

Abstract

Organic rankine cycle (ORC), special fluids are used which can evaporate at relatively low temperature instead of water as the vehicle fluid. In this way it is possible to produce electricity from waste heat sources at low temperatures. In this study, it was investigated that the required thermal energy for the ORC was achieved by burning gases in a combustion chamber (Flayer) in a low-emission hot water boiler. The electricity generated at the end of the cycle is theoretically calculated. The main components of the system are the boiler, turbine, and cooling unit has been examined. Cost, feasibility and emission analyzes of the system are made; according to TURKEY and USA conditions, the repayment period and internal rate of return are calculated. As a result of the application, it is seen that electricity production can be done at 76,5 kWe power from 114,5 Nm³/h waste gas.

Keywords: Electric production, organic rankine cycle, Flayer gas, energy efficiency, emission reduction

ÖĞRETMENLERİN GÖZÜNDEN UZAKTAN EĞİTİME HIZLI GEÇİŞ

Özge AKGÜL UĞUR

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
ozgelev@gmail.com

Volkan KUKUL

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
kukulvolkan@gmail.com

Abstract

Covid-19 ile hayatımıza giren uzaktan eğitim sürecinde öğretmenlerin yaşadığı sıkıntıların tespit edilmesinin uzaktan eğitimin daha etkili ve verimli yürütülmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırmanın amacı; COVID-19 sürecinde öğretmenlerin uzaktan eğitime geçişte yaşadıkları sorunları ve uzaktan eğitimin güçlü yanlarını değerlendirmektir. Araştırmanın örneklemini, 2020-2021 eğitim öğretim yılında çeşitli devlet okullarında, farklı branşlarda görev yapan 5 öğretmen oluşturmaktadır. Veriler, uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda öğretmenlerin COVID-19 döneminde yaşadığı zorluklar incelenmiş ve uzaktan eğitimin sağladığı avantaj ve dezavantajlar tartışılmaya çalışılmıştır. Katılımcılardan ikisi uzaktan eğitimle yeni tanıştığı tespit edilmiştir. Katılımcıların tamamının ise çevrimiçi ortamda ilk defa ders anlattığı görülmüştür. Katılımcıların tamamının Eba ve Zoom platformlarını kullandığı, yaşanan teknik sıkıntıların ise öğretmenlerin uzaktan eğitime olan bakış açısını olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Uzaktan eğitimde öğretmenlerin en çok karşılaştıkları sorunun sınıf yönetimi olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin en büyük kaygısının ise eğitimde fırsat eşitliğini sağlayamamaları olduğu dile getirilmiştir. Ekran karşısında öğrenciyle etkileşimin daha zor sağlanması bu süreçte yaşanan diğer bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Uzaktan eğitimin verimliliğinin artırılması konusunda önerilerde bulunan katılımcılar, dijital içeriklere ulaşımın kolaylığı, zaman ve mekândan bağımsız ders işleme özgürlüğünün uzaktan eğitimin faydaları arasında sıralamışlardır. Ayrıca öğretmenler COVID-19 sürecinde çevrimiçi eğitimlere katılarak mesleki açıdan da kendilerini geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Araştırma sonucunda, katılımcılar, eğitim öğretimin normal seyrine dönmesi durumunda uzaktan eğitimi destek olarak kullanacaklarını belirtmişlerdir. *Bu çalışma birinci yazarın Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümünde yürüttüğü yüksek lisans tez çalışması kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Keywords: COVID-19, Uzaktan Eğitim, Uzaktan Eğitime Hızlı Geçiş, Online Eğitim

DESIGN, ANALYSIS AND MANUFACTURE OF WIND TURBINE PROTOTYPE WITH 3D-PRINTER

Rıdvan BAŞAR

Düzce Üniversitesi, mühendislik fakültesi, makine mühendisliği
ridvanbassar@gmail.com

Fikret POLAT

Düzce Üniversitesi, mühendislik fakültesi, makine mühendisliği
fikretpolat@duzce.edu.tr

Abstract

Today, the most important feature of the Wind Turbine is that it enables a clean electricity generation by using wind energy, which is a natural and inexhaustible energy source. It is of great importance in the world because it is energy that does not emit any harmful waste to the environment. In this study, the production of wind turbine prototypes was studied by using 3D printers, which have become widespread in recent years. Two different materials were used in the construction of the project. The first material is 3D printer with 200x200 mm table. The second material is filament, which is the raw material of the 3D printer. First of all, the design of the body, blade and head part of the wind turbine was made according to the real dimensions in the Solidworks program. The wing length was determined as 43 m in the design and it was drawn using 6 different profiles. Aerodynamic and static analyzes of the designed wind turbines were performed in the Ansys-Fluent program. In aerodynamic analysis, the wind speed was determined as the wind speed in Düzce, which was an average of 36 m / s in 2020. Later, the design for production was scaled to 0.004 and transferred to the Cura slicing program, one of the 3D printing applications. In this program, the printing speed was set as 50 mm / s, the print layer height was 0.2 mm, the nozzle temperature was 208 ° C, and the G code file was created. Later, the G code was saved to the SD card and transferred to a 3D printer and production was carried out. According to the analysis results, the maximum pressure created by the wind on the wing was 3776 Pa and the maximum speed was 104 m / s. For the maximum pressure value obtained, the amount of stress and total deformation occurring in the wing structure for both PLA material and ABS material were found. As a result of the results obtained, the material that will be safe when exposed to the resulting stress has been selected.

Keywords: Wind turbine, aerodynamic analysis, 3D printer

RECOGNITION OF NATURAL MUSHROOMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Çağlar Şimşek

Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
caglar.simsek2@ogr.sakarya.edu.tr

Abstract

Turkey is a country with rich vegetation that allows many mushroom species to grow naturally. Among the wild mushrooms there are edible, inedible and poisonous types of mushrooms. Edible mushrooms, which are among the important food sources in nature, are often confused with poisonous and inedible mushroom species. These confusions can cause diseases and poisoning that affect human life. For this reason, detecting fungal species is important for human life. In this study, the fungus species will be determined by artificial intelligence and it is aimed to identify the fungus species by image processing with artificial intelligence methods. Artificial intelligence applications and image processing techniques will be used in the detection of fungal species. Artificial neural networks and decision support systems will be used in the applications and techniques to be used. The data set to be used in image processing will consist of the types determined as a result of the literature study. By using artificial intelligence, image processing techniques and decision support systems, fungi will be identified on this data set. The mushroom recognition process can be mobile-based and can work as an application on the mobile device, so that the process can be performed easily by the user in order to identify fungi on site and quickly in natural environmental conditions.

Keywords: Artificial intelligence, Natural mushroom, Artificial neural networks

AQUARIUM FISH TYPE IDENTIFICATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Asım Bilal Yılmaz

Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
asim.yilmaz2@ogr.sakarya.edu.tr

Abstract

There are many fish species living in the aquarium. Due to the similarities between fish species, there are difficulties in determining which species the fish belong to. In order to overcome these difficulties, a study will be carried out to obtain information about aquarium fish and to identify fish species by using artificial intelligence technologies. In this study, it is aimed to detect aquarium fish with artificial intelligence. Artificial intelligence applications and methods will be used in the detection of aquarium fish. The method to be used will include deep learning, artificial neural networks and decision support systems, which are the fields of artificial intelligence. In the dataset to be created for aquarium fish, pictures of the fish included in the regions that have been searched for the literature will take place. The Developer Kit, which is a single board computer, will be used to be used in the study. The reason for choosing this development kit is that it allows us to run multiple neural networks in parallel for applications such as image classification, object detection and segmentation, with less cost and low energy consumption.

Keywords: Artificial intelligence, Aquarium fish, Artificial neural networks

OPTICAL TUNABILITY OF DEFECT ASSISTED DILUTE MAGNETIC SEMICONDUCTOR NANOCRYSTALLITES PRODUCED BY COST-EFFECTIVE SILAR METHOD

Muhammed Emin GÜLDÜREN

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Myo, Elektrik ve Enerji
megulduren@agri.edu.tr

Ahmet TAŞER

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Myo, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler
ataser@agri.edu.tr

Harun GÜNEY

Atatürk Üniversitesi, Myo, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler
harunguney@atauni.edu.tr

Abstract

Material researches in nanoscales have grown exponentially over the past decades owing to the fact that these nanosized structures may possess the extraordinary physical and chemical properties that may not be available in their bulk forms. In diluted magnetic semiconductor (DMSs) nanoparticles (ZnO, In₂O₃, TiO₂, CdO, SnO₂, etc.), the particle size, and shape also affect the structural and optical properties which can control their performance in applications like display panels, gas sensors, LEDs, catalysis, solar cells, memory devices and so on. The structural and optical properties of these nanometric DMSs can be further modified doped with transition metals (TMs), such as Ni, Fe, Mn, Co, Cr and so forth, which can influence the defect sites like oxygen vacancies and charge carrier density found in the host DMSs. Moreover, there are various deposition methods to produce doped DMSs for instance hydrothermal technique, sol-gel, RF-DC magnetron sputtering, spray pyrolysis, pulsed laser deposition, successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method, etc. Among these synthesis methods, the SILAR method is easy to control without any expensive instrument such as vacuum. Here, we present the structural and optical influences of TM defect donors on the tin oxide (SnO₂) nanocrystallites grown by the SILAR deposition method.

Keywords: Semiconductor thin films, XRD, Uv-vis spectroscopy, Engineering optical

Acknowledgement;

The authors thank Agri Ibrahim Cecen University for financial support of the study (Project no: MYO.21.003)

IMPURITY CONCENTRATION DEPENDENT MODIFICATIONS IN RUTILE TYPE METAL OXIDE SEMICONDUCTOR NANOCLUSTERS FOR PHOTONIC APPLICATIONS

Muhammed Emin GÜLDÜREN

Agri Ibrahim Cecen University/Vocational School, Department of Electric and Energy
megulduren@agri.edu.tr

Ahmet TAŞER

Agri Ibrahim Cecen University/ Patnos Vocational School, Departments of Medical Services and
Techniques
ataser@agri.edu.tr

Harun GÜNEY

Ataturk University/ Hınıs Vocational School, Departments of Medical Services and Techniques
harunguney@atauni.edu.tr

Abstract

In recent years, production and characterization of materials in the nano-ranges have gained substantial reputation around the scientific world since physical and chemical aspects of many materials are bound to be reshaped as particle size shrinks to the nanometer sizes. Therefore, metal oxide semiconductors (MOSs) in nanosizes have also attracted researchers interests due to their enthusiastic properties which are utilized in optoelectronic applications such as photonic devices. In addition to that, impurity dopings are known to be highly effective in order to adjust material properties as desired. Tin oxide (SnO₂) is an n-type wide bandgap MOSs (3.6 eV) which has high transparency and conductivity as well as large exciton binding energy (130 meV). These SnO₂ nanoclusters have been prepared by different methods such as molecular beam epitaxy, chemical bath deposition, vacuum thermal evaporation, spin coatings, sol-gel method, hydrothermal method, electron beam evaporator, etc. However, these growth techniques are rather costly when fabricating nanostructures in mass amounts. Thus, successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method is employed here to prepare different concentrations of impurity doped rutile type SnO₂ nanoparticles, which requires no sophisticated experimental set-up. And, the relevant structural and optical assessments will be presented.

Keywords: Metal oxide thin films, SEM, PL spectrum, Tauc optical band gap plots

Acknowledgement: The authors thank Agri Ibrahim Cecen University for financial support of the study (Project no: MYO.21.003)

EFFECT OF CISTUS LAURIFOLIUS EXTRACT ON LACTATE DEHYDROGENASE RELEASE IN VITRO

Ayşe Ak

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler
ayse.ak@kocaeli.edu.tr

Ersin Yücel

Fen fakültesi, Biyoloji
eyucel@eskisehir.edu.tr

Hatice Genç

Fen fakültesi, biyoloji
gnchtc@gmail.com

Ayşe Tansu Koparal

Anadolu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler
akoparal@anadolu.edu.tr

Hülya Sivas

Fen fakültesi, Biyoloji
hzeytinoglu@eskisehir.edu.tr

Abstract

Cistus laurifolius (*C. laurifolius*) belongs the genus *Cistus* L. mainly growing in the Mediterranean region. In folk medicine, *C. laurifolius* has been used for anti-inflammatory activity, anti-bacterial effect, wound healing capacity and pain relief. In this study, water extract of *C. laurifolius* leaves was prepared and lyophilized by rotary evaporator. Various concentrations of extract dissolved in DMSO were applied cell lines in vitro for 3 days. Release of Lactate Dehydrogenase (LDH) was measured for presence of damage and toxicity in cell line. As a result of statistical analysis, it was determined that highest concentration of extract significantly increased LDH release at the end of the 2nd and 3rd days ($p < 0.05$). We can conclude that *C. laurifolius* extract may be evaluated to induce necrotic cells when used high concentrations. Although *C. laurifolius* extract may cause necrotic cell death in cancer cells, new studies are required to evaluate this effect in normal cell lines. Additionally, other cell death pathways need to be studied to evaluate cell death or toxicity. In vivo experiments should not be initiated without collecting sufficient data in in vitro studies.

Keywords: *C. laurifolius*, LDH release, necrotic cell, in vitro

DETERMINATION OF THE EFFECT OF BLASTOCYSTIS PRESENCE ON MICRORNA EXPRESSION PROFILE IN HEALTHY INDIVIDUALS-EVALUATION OF PRELIMINARY DATA

Serra Örsten

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Pr.
serraorsten@gmail.com

İpek Baysal

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Eczane Hizmetleri Pr.
ipekbysl@gmail.com

Neşe İnal

Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji
nese-inal-108@hotmail.com

Ecem Bostan

Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Deri ve Zührevi Hastalıklar
bostanecem@gmail.com

Neslihan Akdoğan

Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Deri ve Zührevi Hastalıklar
nslakdogan@gmail.com

Yakut Akyön

Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji
yakyon@gmail.com

Abstract

MicroRNAs (miRNAs) are small RNA molecules encoded by the genome that are not converted into protein which are recently used for the elucidation of the pathogenesis of many diseases and diagnosis. miRNAs mostly display specific expression profiles during biological processes such as infection. Blastocystis sp. has been proposed as a possible cause of gastrointestinal and extraintestinal clinical signs. Blastocystis sp. is a frequently reported parasite in healthy individuals without gastrointestinal symptoms, but is also detected in patients with irritable bowel syndrome (IBS), skin diseases, and in immunocompromised patients. There is no information about the change of miRNA expression profile with the co-existence of Blastocystis sp. **Materials&Methods** Within the scope of the study, stool and blood samples were collected from healthy individuals. Stool samples were examined under light microscope in terms of Blastocystis presence with native-lugol and confirmed by trichrome staining. Total RNA extraction and cDNA synthesis were performed from serum of the patients/controls by kits following the manufacturer's instructions. miScript miRNA HC PCR Arrays were used for the detection and quantification of miRNAs in serum. The analyzes were performed with the online analysis tool **Results** The miRNA expression profiles of 6 healthy individuals (n = 3 Blastocystis sp. positive, n = 3 Blastocystis sp. negative) were analyzed comparatively. As a result of the analyzes, it was determined that the expressions of 7 miRNAs increased at least > 3 fold in the serum of individuals with Blastocystis sp. positive when compared to individuals with Blastocystis sp. negative. **Conclusion:** With this study, it was shown for the first time in the literature that the presence of Blastocystis affects the miRNA expression profile. In addition, the detected miRNAs were found to be mainly involved in processes that control the regulators of cell cycle, growth, apoptosis, morphogenesis, development and immune responses. It has been observed that these miRNAs can be effective in processes that control cell-cell and cell-matrix interactions, proliferation, immune system cell migration, and the induction of cytokines. It is thought that by examining these pathways in detail, the clinical reflections associated with Blastocystis sp. will be understood more clearly.

Keywords: Blastocystis, microRNA, miRNA expression profile

A CONTENT ANALYSIS ON THE USE OF CARTOONS IN MATHEMATICS EDUCATION

Seren Büyükçam

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı
serenbuyukcam@gmail.com

Abstract

This study aimed to determine the trends of studies on the use of cartoons in mathematics education between 2008-2020 in Turkey through thematic studies. Accordingly, 13 scientific articles and 1 doctorate and 19 master's theses, which are open to access from the database of YÖK National Thesis Center, were included in the study with the searches made on Google academic and Dergipark platforms. This work is a field survey and a document review study. Content analysis, one of the descriptive analysis methods, was used in the analysis phase of the study. The studies included in the study were classified according to certain themes and entered into the study review form. In the study review form, the studies were processed according to the publication type, publication year, research approach and method, sample type, data collection tool and generalized research findings. The data obtained were transformed into tables containing frequency and percentage calculations. Based on the findings of the study, the studies that deal with the use of cartoons in mathematics education; It was concluded that the most concentrated on the graduate type, the highest number was reached in 2019, more quantitative approach types and experimental methods were studied, and the samples were mostly selected from secondary school students in the studies. According to their generalized findings, the effects between cartoon-achievement and cartoon-attitude variables were mostly examined in studies. It has been determined that the cartoons have a significant and positive effect on these two variables. It was concluded that cartoons were mostly used as concept cartoons in the mathematics teaching process and were effective in eliminating misconceptions, that cartoons attracted students' attention to the subjects, increased their interest and motivated them to the lesson.

Keywords: Cartoon, mathematics education, content analysis.

COMPOSITE CATHODE MATERIALS FOR LITHIUM ION BATTERIES

Ümüt KADIROĞLU

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya
uk2@kocaeli.edu.tr

Önder ÇELİK

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya
onder.celik@kocaeli.edu.tr

Gökhan YILDIRIM

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya
gkhnyildirim1@outlook.com

Abstract

The increasing demand in energy storage has stimulated significant interest in lithium ion battery (LIB), and it is considered to be one of the most promising systems due to its advantages over other rechargeable batteries in terms of energy density and cycle life performance. To expand the use of LIB, for instance as the onboard energy storage for electric vehicles (EVs) or hybrid electric vehicles (HEVs), the specific energy density has to be increased. Many efforts have been directed toward development of new electrode materials, especially cathode materials that have improved specific capacity, stability, rate capability, and cycle life . To achieve this goal numerous lithium intercalation layered materials such as inorganic transition metal oxides, sulfides, and phosphates have been explored for positive electrodes as an alternate to presently used LiCoO_2 . The objective of this study synthesize new cathode materials for lithium ion batteries to improve its properties like capacity, stability etc. For this goal we synthesized boron doped lithium vanadium oxide and lithium manganese oxide blends via sol-gel method. After calcination and carbon coating processes resulting cathode materials were characterized by physical and electrochemical methods. Then resulting materials were used as cathode for lithium ion battery.

Keywords: Lithium Ion Battery, Cathode, Sol-Gel Method

DESIGN OF MARCHING FORTIFICATION SYSTEMS FOR MINE GALLERIES

Oğuzhan ÇIRPINIR

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
oguzhancirpinir@gmail.com

Abstract

The rapid development of technology throughout history has also closely affected mining fortification systems. Over time, the need for fortification structures with high specific strength, high applicability, creating continuity in excavation, depending on the purpose, begun to increase. In line with these requirements, the fortification system, which is the current technology frequently used in mining foot machines has also started to be used in the main galleries. Fortification systems designed with low weight and high strength materials offer the possibility of continuity in excavation by allowing the establishment of fortification structures without interrupting the excavations. There is a cost arising from R&D studies on the fortification systems. However, with the developments in engineering systems, the structures at the idea stage can be easily transformed into a model, edited and tested, through computational science and engineering, which has become increasingly popular in recent years. Thus, a great profit is obtained in cost and time with the realization of R&D studies. In this study, the design, and modeling of the marching fortification structure, which is planned to be used in the galleries of the mining facility named Ömerler B, located in the Kütahya - Tunçbilek coal basin are explained. Within the scope of the study, the fortification system planned to be implemented was designed with on-site examinations, taking into account the required standards. Then, through the Solidworks program Premium module, it was modeled in three dimensions; information on its suitability for galleries, usability and occupational health safety was obtained.

Keywords: Marching Temporary Fortification System, Design, Mining

LITHIUM SALT DOPED POLY(EHA-CO-MMA) AS A CONDUCTIVE POLYMER ELECTROLYTE FOR LITHIUM ION BATTERIES

Samuel Kawiso Kayımo

Kocaeli Üniversitesi, fen edebiyat, kimya
samuelkawiso@yahoo.com

Önder Çelik

Kocaeli Üniversitesi, fen edebiyat, kimya
onder.celik@kocaeli.edu.tr

Ümüt Kadiröglü

Kocaeli Üniversitesi, fen edebiyat, kimya
uk2@kocaeli.edu.tr

Abstract

Lithium ion conducting polymer electrolytes are materials of great scientific and technological importance. Traditional Li-ion battery technologies, based on liquid electrolytes, suffer from unsatisfactory safety level. Polymer electrolyte-based, all solid state Li-ion batteries are regarded as better option and are believed to replace traditional technologies in the majority of prospective applications. 1This is mainly motivated by their advantages overconventional liquid electrolytes, such as flame resistance, flexibility and lowcost in design, functioning as a separator.2To achieve this goal, ascientific and technological breakthrough in the field of lithium conducting polymeric materials is strongly desired. In this study we synthesized lithium salt doped Poly(ethylhexylacrylate-co-methylmethacrylate) via free radical polymerization. After synthesis resulting polymer was precipitated in hexane for removing and unreacted products and unwanted oligomers. After purification process resulting polymer was characterized by FT-IR, 1H-NMR, GPC, DSC,SEM and TGA. Then polymer was blended with several ratios of lithium salts and used as electrolyte in Li-Ionbattery.

Keywords: Lithium Ion Battery, Polymer electrolyte, Conductive Polymer

EX-SITU CONSERVATION OF SOME ENDEMIC TREE AND SHRUB TAXA IN THE PROVINCE OF ANKARA AND ITS SURROUNDINGS IN THE NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF TURKEY

Şahin ÇİMEN

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü
sahincimen@gmail.com

Mehtap ÖZTEKİN

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü
mehtapoztekin@gmail.com

Ayşe YILDIZ

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü
ayse.yildiz@tarimorman.gov.tr

Mehmet SARATLI

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü
mehmet.saratli@tarimorman.gov.tr

Ayşenur Hazel YILDIRIM

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü
hazel.yildirim@tarimorman.gov.tr

Merve YILMAZ

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü
merve.yimazyildiz@tarimorman.gov.tr

Rasim AKTAŞ

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü
rasim.aktas@tarimorman.gov.tr

Abstract

Botanical gardens are recreation and plant science areas created by grouping various plants with similar biotopes that are labeled with their botanical names in a planned manner, where activities such as conservation, cultivation, exhibition and educational activities are carried out. Within the scope of the 2020 business plan of the Project (TAGEM/1952) carried out in The National Botanical Garden of Turkey with the support of The General Directorate of Agricultural Research and Policies; It is aimed to take some of the endemic tree and shrub taxa that grow naturally in Ankara and its surroundings ex-situ in The National Botanical Garden of Turkey. In the field studies carried out in the summer and autumn months of 2020 for 8 endemic taxa in Ankara and Afyon locations; Herbarium samples of these plants were created, and 7 taxa were transplanted by removing at least 1 living individual from each taxon from their natural location and taking them into pots with their own soil. The endemic plants brought to The Botanical Garden were kept in the shading greenhouse during the winter season and the necessary maintenance work was carried out. In May 2021, it was planted in the areas in The Botanical Garden, which has similar characteristics with the biotopes of endemic individuals taken in pots, and an observation book was started to be kept. As a result of this study, adaptation of endemic taxa to an area outside the area will be achieved. In addition, in the following years, ex-situ conservation of these plants will be carried out within the scope of the project, and the awareness of future generations will be ensured and their use in urban landscapes will be encouraged by exhibiting these plants in The National Botanical Garden of Turkey.

Keywords: Endemic plant, ex situ conservation, The National Botanical Garden of Turkey

INVESTIGATION OF THE USE OF CATALYTIC MEMBRANES IN CHEMICAL REACTIONS

Nilüfer Hilmioğlu

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik fakültesi, Kimya Mühendisliği
niluferh@kocaeli.edu.tr

Güler Hasırcı

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik fakültesi, Kimya Mühendisliği
hasirciguler@gmail.com

Nazlı Yenihan Yüzer

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik fakültesi, Kimya Mühendisliği
nazliyenihan@gmail.com

Abstract

In recent years, important studies have been carried out to develop clean and green technologies, especially in the chemical industry, in order to reduce the damage caused by mankind to the environment. Catalytic reactions are the base of the chemical industry. Around 90% of chemical production are catalytic reactions. Membrane science and technology is an important field in which more environmentally friendly, cleaner production and separation methods have been developed. Membranes are basically semi-permeable barriers used in separation processes in industry. In addition, they can be combined with catalysts and can be used in reaction processes. Catalytic membranes are a type of membrane in which the separation and reaction process takes place simultaneously in a single unit. They are an alternate solution to catalyst problems in the chemical industry. These types of membranes are also environmentally friendly and are called green catalysts. They can be polymeric, ceramic and metallic depending on the production material and utilization conditions. The catalyst can be impregnated or coated on the membrane in the production of catalytic membranes. In addition, the membrane by itself can function catalytically. Catalytic membranes have advantages such as increasing reaction efficiency by breaking the reaction balance and shifting the conversion to the products side in reaction processes, reducing separation costs, non-corrosive, easily separating the catalyst from the environment, reusing and environmentally friendly. Catalytic membranes are especially used to increase reaction efficiency in esterification, transesterification and acetylation reactions. It is used in the production of fuel additives such as solketal by acetylation, in the production of biodiesel by transesterification, in the production of environmentally friendly organic compounds used in the petroleum, pharmaceutical and food industries by esterification. In this study, basic information about catalytic membranes were given. Their Production, advantages and reactions were mentioned.

Keywords: Catalytic membrane, Catalytic reactions, Green catalysts

A FUZZY LOGIC SYSTEM FOR AIR DEFENSE SYSTEM

Muhittin COŞKUN

Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Savunma Teknolojileri
yfmuhittinyf@gmail.com

Şakir TAŞDEMİR

Selçuk Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
stasdemir@selcuk.edu.tr

Abstract

Fuzzy logic is an approach that enables us to bring more accurate solutions to the problems we encounter in real life, contrary to classical logic. Because in daily life there is not only black and white, gray is also included in our life. After it was put forward by Zadeh in 1965, it has been used in many fields such as engineering, construction, genetics, medicine etc. Air defense systems came into our lives with the use of warfare just after the invention of the aircraft and are indispensable weapon systems for nations to ensure the sovereignty of their airspace. With the developing weapon technology in recent years, the importance of air defense systems has also increased and they have had to operate in more complex environments. Therefore, they are expected to eliminate air threats in these complex environments. In such environments, it is necessary for air defense systems to obtain an accurate and fast threat assessment and rating. In this study, fuzzy logic system is used to evaluate air targets for an air defense system. By the help of experts, parameters such as speed, distance, altitude, radar cross-sectional area, jamming signal level of air targets determined to test all kinds of scenarios are fuzzied with the software developed on the MATLAB program and the level of the threat was determined. Although there are studies on air threat assessment using fuzzy logic in the literature, these studies are generally carried out for ship air defenses, and the most important threats, ballistic missiles and cruise missiles, and missiles launched from aircraft are ignored. Thanks to the developed model, the threat levels of various numbers and types of air targets directed towards air defense systems operating in complex air warfare environments are determined and the survival of air defense systems is ensured.

Keywords: Fuzzy Logic, Air Defense Systems, Threat Assessment

ESTABLISHING A PORTABLE EXPERIMENTAL SETUP TO DETERMINE THE EFFICIENCY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AT DIFFERENT GEOGRAPHICAL LOCATIONS AND CONDITIONS

Faruk ERDEMİR

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
frkerdemir@gmail.com

Osman BABAYİĞİT

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
obabayigit@kmu.edu.tr

Murat MAYDA

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
mmayda@kmu.edu.tr

Abstract

It is critically important to efficiently use the renewable energy sources. There are a lot of research on efficiency of photovoltaic systems (PV) known to be the most important one of these sources. Our country has recently made substantial investments in PV systems, as well as other countries. Many researches have been carried out on the R&D activities related to panel production for the PV systems. Also, the geographical location and conditions required for the establishment of these systems have commonly investigated since it is a good potential topic for future research. There are a few parameters that can affect system efficiency as well as the panel efficiency for the PV panels. Some of the parameters are radiation, tilt angle of panel, humidity, temperature, wind speed, shading factor, contamination level. Several works have been conducted to investigate the effect of these parameters on the system efficiency of PV systems. The main aim of this work is to establish a mobile experimental setup, that is easy to set up, so as to examine the changes in these parameters depending on the geographical location. It is possible that this experimental setup can quickly be installed with less human effort, and accordingly, the effect of several parameters on the system efficiency can be examined and the measurements can be made at various geographical locations. In this experimental setup, two 100 W PV panels, two 60 Ah Jel batteries, a 1500 W inverter, a mobile weather station, a data logger, a radiation meter, a multimeter, two tripods, a water gage are used. This study is carried out within the scope of a master thesis supported by a project funded by Karamanoğlu Mehmetbey University (BAP 07-YL-20).

Keywords: Photovoltaic system, Portable experimental setup, Solar energy, Efficiency.

NUMERICAL INVESTIGATION OF DIFFERENT IMPELLER TRIMMING METHODS USED TO REDUCE MOTOR POWER IN CENTRIFUGAL PUMP

Selahattin SEFACI

Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği
s.sefaci@sempapompa.com

Osman BABAYİĞİT

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
obabayigit@kmu.edu.tr

Abstract

Depending on the operating conditions, centrifugal pumps can operate at different points except the best efficient point. Despite the decrease in pump performance, electric motors with low power can be preferred in order to produce low-cost solutions. The most common method to decrease the electric motor power is reducing the impeller diameter by trimming. With this method, the pump's head, flow rate and the power of the pump are reduced. Energy consumption in centrifugal pump systems constitutes an important part of the cost. For this reason, it is of great importance to achieve the highest efficiency in all studies done on the pumps. When the studies in the literature are examined, it is seen that there are different impeller trimming methods. A single stage centrifugal pump belonging to SEMPA pump company was used for the study. In this study; the effect of four different impeller diameter reduction methods, namely straight, oblique, circular and triangle trimming, on pump performance was investigated using Computational Fluid Dynamics (CFD). CFD analyzes were performed using the Ansys Fluent program. 2950 rpm cycle, 170 m³/h flow rate and 18 kW power values are determined as the operating point of the pump. Impeller diameters were reduced by 4 different trimming methods until the same power values were obtained and the determined pump performance values were compared. As a result of the study; for the pumps with reduced impeller diameter using straight, oblique, circular and triangle trimming method, 30.45 m, 30.03 m, 29.07 m, 29.36 m head and 78.45%, 77.42%, 75%, 75.64% pump efficiency were obtained, respectively. When the results are examined, it is seen that the highest efficiency is obtained in the method of reducing the diameter of the impeller with straight trimming at the same power for the selected pump.

Keywords: Impeller Trimming, CFD, Pump Efficiency, Centrifugal Pump

ASSESSMENT OF MASONRY BUILDINGS SEISMIC PERFORMANCE

Akın Türkoğlu

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği
akinturkoglu9@gmail.com

Hilal Meydanlı Atalay

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
hilal.meydanli@kocaeli.edu.tr

Abstract

The seismic performance of masonry buildings, which have a significant place in the existing building stock, should be determined to continue their use, considering today's living standards. Especially it is possible to safely transfer these structures, which can be in cultural heritage, to future generations, by determining the seismic risk accurately and quickly and by repairing and strengthening it when necessary. The earthquake resistant design of new masonry buildings and the determination of the safety of the existing building stock can be made according to the provisions of the current Turkish Building Earthquake Code (TBEC-2018). However, these risk assessments are a long and costly process. In order to shorten this process, Principles of the Determination of Risky Structures (PDRS-2019) has been published, and thus, according to this regulation, the seismic safety of existing buildings can be determined in a short time and at a low cost. In this study, the design and application differences of these two regulations related to masonry buildings have compared. Within this context, the seismic performance of Piyalepaşa Konağı in Kdz.Ereğli has been evaluated as an example. A three-dimensional analytical model of the building has created according to on-site measurements and observations. The seismic parameters specially selected for the location of the building have taken into consideration and analyzed by the equivalent earthquake load method. From the results of the analysis, displacements and internal forces caused by the weight of the building and earthquake forces have been determined. According to the results obtained, the seismic performance of the building has determined and the regulations were compared.

Keywords: Masonry buildings, TBEC-2018, PDRS-2019, seismic performance.

INVESTIGATION OF SOLID PARTICLE EROSION BEHAVIOR OF LOW CARBON HARDENABLE STEELS MODIFIED BY THERMO-CHEMICAL METHODS

Tolga Özyön

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
safirtolga@gmail.com

Ersel Aydın

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
erselaydin480@gmail.com

Sinan Fidan

Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Gövde ve Motor Bakımı
sfidan@kocaeli.edu.tr

Ş. Hakan Atapek

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
hatapek@kocaeli.edu.tr

Abstract

The 16MnCr5, 17NiCrMo7-6 and 20CrNiMo2 steels selected as the main material in this study are low-carbon hardenable steels and are suitable for a surface treatment that can be made in a relatively low cost, especially well known, such as gas cementation. With deep cooling after gas cementation and low pressure cementation processes, surface and subsurface microstructural and mechanical properties will be further improved in these steels with different hardening ability in cross section; microstructural components and their effects on mechanical properties will be studied, especially solid particle erosion behavior of steels according to each surface treatment condition will be studied. As it is known, in the mentioned steels, there can be a residual austenite volume up to a certain depth from the surface besides the layer hardened at a certain depth after conventional surface treatments. Depending on the residual austenite volume after deep cooling in steels cemented under different conditions, the wear resistance of the surfaces against hard abrasives against solid particle erosion at varying angles will be determined. Within the scope of the study, it will be possible to associate surface modification and wear behavior with metallurgical analyzes and hardness measurements to be made from the surface to the center. Thus, for experimental steels that are widely used in machine-manufacturing technology, solid particle erosion tests to be performed under different conditions by performing three different surface modification processes and cryogenic processes, and the ideal base material and surface that allows long-life operation with minimum wear under service conditions for the aforementioned applications. Procedure technique will be determined.

Keywords: 16MnCr5 steel, 17NiCrMo7-6 steel, 20CrNiMo2 steel, surface treatment, microstructure, hardness, solid particle erosion

COMPARISON OF SCALING METHODS TO THE DESIGN SPECTRUM OF EARTHQUAKE RECORDS

Serkan ENGİN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
serkanengin@koeli.edu.tr

Özcan ÖLÇER

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
ozcanolcer41@hotmail.com

Abstract

One of the methods used in the analysis and design of the structures is the analysis method in the time domain. If this method is used, perhaps the most important variable of the analysis is the quality of the acceleration record to be selected. It is possible to mention three different sources for obtaining acceleration records. These are the acquisition of acceleration records from artificial means, simulation or real earthquakes. Acceleration records obtained from real earthquakes stand out among these, because of their advantage in creating the effect during a possible earthquake. Regardless of the way the records are obtained, what is important is that the spectrum of the recording represents the design spectrum defined in the regulations. It is seen in almost all records that the spectra of the accelerograms recorded from real earthquakes are not representative of the regulation design spectra in its current form. For this reason, the acceleration records must be adapted to the design spectra defined in the regulation with various scaling methods. In this study, the acceleration records obtained from real earthquakes were scaled "for a period" and "for a period interval" in the time domain. Moreover, these records were scaled in the frequency domain and adapted to the design spectrum, and the advantages and disadvantages of these scaling approaches were weighed.

Keywords: Earthquake acceleration recording, scaling in time history, scaling in a period interval, scaling for a period

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL SUCCESSIONS OF SOIL MICROBIOME IN THE FOREST ECOSYSTEMS

Lyudmyla Symochko

Istanbul Üniversitesi, Biology, SR&E Center of Molecular Microbiology and the Immunology of Mucous Membranes

lyudmilassem@gmail.com

Abstract

Forests are expected to face significant pressures in the future from climate change. Data from long-term monitoring can be used to answer questions on the impacts of climate change on forest ecosystems as well as the feedback of forests to the climate. Microbiological properties have been monitored in seven forest sites over a period of 10 years. Soil samples were collected in the late spring and autumn and were characterized by measuring the biomass of soil microorganisms, respiration, enzyme activities, diversity of soil microbiome, and successional processes. The general regularities of changes in the functional and taxonomic structure of soil microbial communities at different stages of the succession process have been established. It is noted that soil biomass and phylogenetic diversity are markers of succession processes in the soil microbiome. Endogenous heterotrophic succession cause increasing biomass of oligotrophic bacteria and decreasing phylogenetic diversity. Diversity is indicating, how changed microbial communities during succession. After 10 years, the fluctuation of microbial diversity at different altitudes was the same. But it should be noted that in 2008 the Shannon index fluctuated within (4.54-2.10), after 10 years the values of this index decreased by an average of 15% and ranged from 3.45 (at altitude 500 m.a.s.l) to 1.72 (at altitude 1100 m.a.s.l). Analysis of functional successions of soil microbiome showed the presence of hot spots in edaphotopes at an altitude of 700-800 meters. In these edaphotopes significantly decreased the level of catalase from 6.68 ± 0.13 to 4.92 ± 0.22 (cm³O₂/gr. soil per 1 min), and the level of invertase from 26.10 ± 0.69 to 20.46 ± 0.41 (mg. glucose/gr.soil). Long-term monitoring of soil microbiome allowed determines climate change effect on structural and functional successions of soil microbiome in virgin forests.

Keywords: microorganism, activity, succession, soil, ecosystem.

EVALUATION OF PERSONAL DEVELOPMENT STUDIES OF ENGINEERING STUDENTS IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0

Mehlika Kocabaş Akay

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehlika.kocabas@kocaeli.edu.tr

Cavitcan Oral

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
cavitcanoral@gmail.com

Ali İhsan Boyacı

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
ali.ihsan@kocaeli.edu.tr

Abstract

Industry 4.0 brings innovations and radical changes in many areas regarding production and management processes in business life. In line with these changes, the skills required in the workforce differ. In this research, the studies of undergraduate engineering students to prepare themselves for the changing business life with Industry 4.0 were evaluated. Firstly, with the brainstorming technique, the studies of candidate engineers for the preparation for business life in the age of Industry 4.0 were compiled and a survey was designed. In this survey, questions were asked such as whether the candidates did various studies to prepare for business life and how ready they felt. The results of the survey applied to a total of 104 candidate engineers were analyzed using the C&RT decision tree technique, one of the data mining analysis methods, and the independent sample t-test. As a result of the analysis made using the SPSS Clementine package program, it was concluded that the candidates who made the following four studies felt more prepared for business life in the Industry 4.0 age: (1) taking part in applied projects (2) reading books and articles on various sectors, (3) doing voluntary internships, (4) receiving foreign language education.

Keywords: Industry 4.0, Self-improvement, Preparation for business life, Data mining

IMPROVING HYDROPHOBICITY, ROUGHNESS AND HARDNESS PROPERTIES OF SPECIMENS OF BRONZE MARINE PROPELLER BY LASER SURFACE TREATMENT

İbrahim ÇINAR

Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri
Mühendisliği
ibrahimcinar_rym@hotmail.com

Muhammed Emin BAŞAK

Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri
Mühendisliği
eminbasak@gmail.com

Abstract

Laser surface treatment processes are very modern technology that allows the properties of the base metal to remain intact while changing the surface properties. While the mechanical properties of the base metal meet the design needs, the need to develop properties such as corrosion resistance, roughness, hydrophobicity, hardness and cavitation resistance which is significantly dependent on hardness can be met by this method. Ship propellers are frequently exposed to cavitation erosion as they operate at high speeds in sea water, which is an ionic and corrosive environment. On the other hand, the roughness of the propeller surface and its hydrophobic properties which are largely affected by the roughness values, significantly affect the ship's resistance. In this study, the changes in the roughness, hardness and hydrophobic properties of the surface of bronze propeller material samples were investigated by using laser surface treatment methods. A super hydrophobic surface has been obtained.

Keywords: Laser surface treatment, corrosion, ship propellers

A STUDY ON THE PURCHASING BEHAVIOR OF CONSUMERS IN ELECTRONIC COMMERCE

Mehlika KOCABAŞ AKAY

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehlika.kocabas@kocaeli.edu.tr

Ali İhsan BOYACI

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
ali.ihsan@kocaeli.edu.tr

Elif GÜNGELEN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
elifgungelen@icloud.com

Sedanur EKEN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
sedaeken@icloud.com

Simge GÜLEÇ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
simgegulec.9@gmail.com

Abstract

Today, internet usage has become widespread with the rapidly developing and cheaper technology. As a result, electronic commerce, which is the adaptation of traditional commerce to the virtual environment, has become quite accessible and its volume has increased rapidly. Electronic commerce enables people to shop easily without spending much time, thanks to its availability 24/7, as well as a wide range of products and easy comparison between different sellers. With the increase in the number of businesses that customers can choose in electronic commerce, which has multiple advantages, competition between businesses has become inevitable. Businesses operating in electronic commerce need to know what customers want in order to gain competitive advantage. From this point of view, this study attempts to determine the factors that affect people's purchasing decision when they shop online. For this purpose, a survey on online shopping behaviors was designed and applied to 110 people from different sociocultural backgrounds. The data obtained were analyzed with the help of SPSS package program. As a result of the study, valuable information was obtained about whether and how much the demographic characteristics of consumers have an effect on their purchasing behavior. This information is very important for electronic commerce sites and companies to develop effective strategies.

Keywords: Electronic commerce, Purchasing behavior, Demographic features

SARS-COV-2 INFECTIONS AND MUTATIONS IN ANIMAL SPECIES

Emre Özcan

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Laboratuvar Hayvanları Anabilim Dalı
emre.ozan@omu.edu.tr

Abstract

Coronaviruses, which are among the significant viruses in terms of animal health and have a large host spectrum among animals, have also caused important epidemics in terms of human health in the last twenty years. Unfortunately, SARS-CoV-2 infections ongoing to spread, despite all the measures taken globally. Because coronaviruses have high mutation rates and their genomes are large compared to RNA viruses, mutations that allow them to cross interspecies barriers are thought to be more common. Especially, mutations in the spike protein that binding to the host cell are important. For SARS-CoV-2 infections, the hypothesis that coronaviruses that infect bats or pangolins become mutated and acquire the ability to infect humans has been emphasized. Despite all the studies, the role of animals in the natural cycle of the virus is not fully known. Considering other coronaviruses that infect humans, it is possible that domestic or wild animals may be reservoirs and/or final hosts in SARS-CoV-2. OIE has reported SARS-CoV-2 in some domestic and wild animals. Cat, dog, mink, lion, and tiger are some of the animals infected with SARS-CoV-2. According to OIE, SARS-CoV-2 infections in animals are generally asymptomatic. Respiratory symptoms have been recorded in some cases, but secondary infections are also present in many of these cases. It is also reported that there is usually close contact with a SARS-CoV-2 positive human. To date, no SARS-CoV-2 infection transmitted from animals to humans has been reported. However, the presence of significant mutations in virus isolates obtained from animals is known. In the virus isolates obtained from animals, the presence of more than 100 mutations that cause amino acid changes or deletion mutations is reported. As a result, it is important to follow up mutations in order to better understand the course of the disease.

Keywords: Animal species, coronavirus, mutations, SARS-CoV-2.

CATALYTIC TREATMENT OF METAL CUTTING FLUID BY SUPERCRITICAL WATER OXIDATION

Murad Rahimov

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metallurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği
murad.rahimov.b0329@bhos.edu.az

Mesut Akgün

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metallurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği
akgunm@yildiz.edu.tr

Abstract

Metal Cutting Fluids (MCF) are used for lubrication and cooling in metal parts production and machining industries. Different chemicals such as anti-foams, anti-oxidants, anti-corrosion additives, biocides, and fungicides are mixed into MKS to be efficient and long-lasting at high production speed. Due to the oil and additives, it contains, MCF is harmful to the environment. MCF must be treated before being disposed of in the environment and many different methods have been used for treatment. One of the methods for the treatment of MCF is the supercritical water oxidation (SCWO) method. Compared to other methods, SCWO is a low-cost, highly efficient, and eco-friendly technology. In this study, catalytic treatment of metal cutting fluids by supercritical water oxidation method using Ru/Al₂O₃ and Pt/Al₂O₃ catalysts was investigated. In the presence of two different catalysts, the effect of temperature (400-600°C), pressure (20-35MPa), and reaction time (60-150s) on treatment efficiency was investigated. It has been determined that the optimum reaction conditions are 500°C temperature, 60s reaction time, and 25 MPa pressure. There has been a large increase in treatment efficiency in the temperature range of 450-500°C, with a reaction time of the 60s and pressure of 25 MPa, the treatment efficiency on the basis of total organic carbon (TOC) for Pt/Al₂O₃ and Ru/Al₂O₃ catalysts increased from 30% to 55% and from 62% to 72%, respectively. Over 90% conversion has been achieved for both catalysts at 600°C. It has been determined that the reaction time has a negligible effect on the treatment efficiency. It was observed that the effect of pressure increase on treatment efficiency was in the reverse direction. After determining the optimum conditions, the effect of the initial TOC concentration of the MCF was investigated and it was observed that its effect on the treatment efficiency was very low. At the same time, purification was carried out using an oxidizing agent and 99% purification efficiency was obtained when a 2:1 ratio of the amount of oxidizing agent to in the initial concentration of MCF was used. It has been observed that the use of Ru/Al₂O₃ catalyst provides higher purification efficiency than Pt/Al₂O₃ catalyst.

Keywords: Supercritical water, Catalytic supercritical water oxidation, Metal cutting fluid treatment

THE EFFECT OF DIFFERENT WORD REPRESENTATION METHODS ON TEXT CLASSIFICATION

Elif Kabullar

Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği YL
elifkabullar@karabuk.edu.tr

İlker Türker

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
ilkerturker@karabuk.edu.tr

Abstract

Nowadays, data has reached quite large dimensions. The fact that a great part of this data consists of text data has made the studies in the field of text processing very important and popular. In natural language processing, words must be converted into numerical values so that the computer can understand them. Feature selection is very significant for classification. In this study, the effect of text representation methods on classification success has been revealed. In this study, a comparison was made according to the accuracy criteria using chi2 square (CHI), word2vec, glove, and fastText algorithms on the AG News data set. During this comparison, Gated Recurrent Unit (GRU) artificial neural network model was used as the classification algorithm. The chi2 square method showed the best success with a rate of 92% in the study. When we observed other methods, fastText 89%, word2vec 85% and glove 82% success.

Keywords: Text Classification, Natural Language Processing, Deep Learning, Word Representation Vectors, CHI, Word2vec, Glove

N-N AND N-H BOND ACTIVATIONS OF HYDRAZINE MOLECULE ON FE EMBEDDED GRAPHENE SURFACE: A DFT STUDY

Aykan AKÇA

Aksaray Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik
aykanakca03@gmail.com

Abstract

In this study, the nature of bonding of hydrazine (N_2H_4) and N-H and N-N bond activation on (Iron) $Fe_{g4 \times 4}$ embedded graphene surface were investigated by Density-functional theory calculations. The bond lengths of optimized surface were calculated and Bader load analysis was performed. In addition, the charge density regions of the surface were shown with a different map of the electron density of the surface. Two possible reaction pathways were considered for the mechanism of cleavage of the hydrazine molecule. The activation energy calculations required to break the N-H and N-N bonds on the reaction pathway were calculated using the CINEB method. Our results show that while the N-N bond on the Fe graphene surface breaks spontaneously, an energy barrier of 1.32 eV is required for the N-H bond. This information can be used for Fe-based catalyst research and technologies.

Keywords: : Fe-Embedded Graphene, N_2H_4 Decomposition,

SYNTHESIS OF POLYMER BRUSHES FOR ANTIBACTERIAL SURFACE APPLICATIONS

Selin KINALI DEMİRÇİ

Amasya Üniversitesi, Suluova MYO, Kimya
selin.kdemirci@amasya.edu.tr

Abstract

Microbial contamination is a significant issue in various areas, especially in the food industry. Microbial contamination can occur due to the presence of foreign particles, such as chemicals, insects, and unwanted microbes in the food. Therefore, the need for antimicrobial agents that will effectively inhibit the growth of microorganisms at every step from production to the marketing of foods is increasing day by day, and new strategies to prevent microbial contamination are needed. In this presented study, to overcome microbial contamination, cross-linked polymer brushes containing N-halamine were synthesized. The product obtained was characterized. The characterization of the synthesized brush gels was carried out with XPS, FTIR, AFM, water contact angle, and ellipsometer measurements. After the characterization of the synthesized brush gels, their antibacterial properties were also investigated. This new antibacterial material has a potential to be used in the development of high-performance and low-cost, easily applicable coatings, especially for food-related environmental surfaces. In conclusion, in the framework of this study, high-performance brush gels were produced that can be used on antibacterial surfaces.

Keywords: Antibacterial surface, brush-gels, cross-linked polymer brushes, N-halamine

IMPROVING DURABILITY TO ENVIRONMENT AND CLIMATE CONDITIONS IN VEHICLE EMBLEMS

İpek Çağlayan

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
Ipek.caglayan@albaplastik.com.tr

Engineer Akın Levent

Alba Plastik Sanayi Ve Ticaret A.Ş., Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisi
Akin.Levent@albaplastik.com.tr

Tolga Özyön

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
safirtolga@gmail.com

İsmet Tıkız

Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği
ismet.tikiz@kocaeli.edu.tr

Abstract

Logos of vehicle brands that are used in industrial industry sector where today's vehicle technologies are developing are produced using plastic raw materials in terms of cost and recyclability. Due to exposure logos to effects of natural conditions and corrosive environment for many years, losses in their visual and static properties occur, chrome plating for plastic logos to eliminate these losses and to produce more resistant, mechanical properties. By performing pre-nickel coating process, mechanical adhesion is increased in adhesion of coating on product. Since this process is costly, competitors perform this process more cost-effectively, with lower quality than market standards. Compared to this process method, they are made with different alternative processes and durability of logos is measured with special test method called Copper Accelerated Salt Spray Test (CASS), these logos are expected to provide strength of approximately 60 hours under certain conditions. These products have to be imported from abroad, as there are no establishments that provide optimal strength value of 60 hours in Turkey by following existing coating procedure. Production of logos will be carried out within ALBA Plastik, experimental studies will be carried out to ensure that CASS test provides reproducible 60-hour strength. With this test, goals such as stability of chemicals supplied from abroad, use of highquality chemicals and increasing layer thicknesses to desired level in terms of activeness in corrosion test will be achieved on basis of work packages and sustainability will be ensured by developing optimal production recipes for product. No deterioration in appearance of piece after cycles specified for providing thermal resistance are completed; Improvements to avoid undesirable consequences such as coating defect, bending, collapse, deformation, cracks, blistering or delamination will be emphasized, parts will be developed in accordance with ASTM B533 standard (A) values for ABS plastics.

Keywords: Plating on Plastic, CASS Test, Chrome Plating, Electroplated Plating.

KOCAELI PROVINCE BETWEEN TUTUNCIFTLIK - KARAMURSEL CARRYING DANGEROUS GOODS CARRIAGE FROM THE SEA (BY CAR FRONT) INVESTIGATION IN TERMS OF ENERGY

Selman Çağman

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Enerji
selmancagman@gmail.com

Mehmet YILDIRIM

Kocaeli Üniversitesi, Enerji sistemleri Mühendisliği, Enerji
mm_yildirim@yahoo.com

Abstract

Within the scope of this study, the traffic in Kocaeli city was observed and it was ensured that there was an effort to transfer the traffic of rubber-wheeled vehicles loaded with dangerous substances from the sea, which is thought to be a solution to possible traffic congestion in TEM, D-100 and D-130, and this was examined in terms of energy. The proposed regulation results are also planned to be submitted to Kocaeli Metropolitan Municipality as a proposal to be included in the Kocaeli Transportation Master Plan. In the studies carried out, it was seen that hazardous materials were filled and exited from Kocaeli region by using D-100, TEM and D-130 roads, alternative routes were investigated in terms of traffic density and energy transfer in this region. In addition to the highways that have developed in recent years, it has been planned to evaluate the sea transportation among the alternatives and has been evaluated by the working managers and teams. The most useful of these alternatives is planning to transport vehicles loaded with Dangerous Goods from the sea by car ferry.

Keywords: Transportation, Energy, Alternative Transportation, Kocaeli Körfez

LES MODELING OF WEAKLY TURBULENT RAYLEIGH-BÉNARD CONVECTION USING MIXED-SCALE SGS MODEL: EFFECT OF THE MODEL PARAMETER α

İlyas Yılmaz

İstanbul Bilgi Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Müh.
ilyas.yilmaz@bilgi.edu.tr

Abstract

Mixed-Scale subgrid-scale model was applied to Rayleigh-Bénard convection in weakly turbulent regime. For this purpose, Mixed-Scale model was combined with an efficient non-dissipative, variable density and viscosity numerical method and implemented into an in-house solver written based on an object-oriented library PETSc. Effect of the model parameter α , which controls the influence of resolved turbulent velocity fluctuations and length scale, on the turbulence statistics was investigated. It was found that model predictions on the stand-alone turbulence statistics for temperature and velocity were not significantly affected by α . However, some advanced turbulence statistics such as turbulent kinetic energy and turbulent heat flux have showed dependence on α . Turbulent kinetic energy distribution near thermal boundary layers was poorly estimated by use of the value of α suggested in the literature. Moreover, turbulent heat flux in the core region was over-predicted. Finally, the integrated Nusselt number values, that represent the overall behavior of the model, were found comparable to the reference Direct Numerical Simulation result for all α 's. When using the Mixed-scale model, the value of α should be considered, at least, as a fine-tuning parameter and carefully adjusted in simulations for improved accuracy.

Keywords: Large Eddy Simulation (LES), Subgrid-Scale (SGS), Mixed-Scale model, Rayleigh-Bénard turbulent convection

OIL AND WATER ABSORPTION CAPACITY OF WHEAT, RICE AND GRAM FLOUR POWDERS

Tahseen fatima Miano

Erciyes Üniversitesi, CPD, IFST

tahseenfm@yahoo.com

Abstract

The aim of this study is to evaluate oil and water absorption capacity of wheat, rice, and gram flour. The experiment was designed using Taguchi experimental model for observing best formulations of food powders. The experiment was design according to following formulations i.e. wheat flour (100, 80, 75, 70, 20 and 10 g), rice flour (100, 80, 75, 70,25,20,10 g) and gram flour (100, 80, 75, 70, 25,10g) were used to make food powder formulations. Each sample with formulations were analyzed for physiochemical and functional properties. The observations were determined (i.e., moisture, loose bulk density, tapped density, ash, dry matter, gluten, and functional properties swelling capacity, least gelation concentration (LGC), foam capacity (FC), foam stability (FS), emulsion capacity (EC), oil holding capacity (OHC) and water holding capacity (WHC)). The present study was resulted that the highest value of moisture, loose bulk density, tapped density, dry matter, gluten, swelling capacity, least gelation concentration, foam capacity, foam stability, emulsion capacity, water holding capacity and oil holding capacity were 55.54%, 0.97 g/mL, 0.98, 66.46%, 0.98%, 4.42%, 32.28%, 15.67, 26.77%, 20.24%, 22.49%, 20.22 g of water/g of flour and 22.53 g of oil/g of flour, respectively. The obtained results showed a remarkable wheat, rice and gram flours of water holding capacity and oil holding capacity, which indicates the enhanced hydrophobic character of proteins in the flours. The results were confirmed under industrial conditions, and can be considered as favorable for the preparation of food powder formulations. This research will help the industry to make easy flow during food powder processing and packaging at national and international level to make easy flow.

Keywords: Cereal flour, food powders, formulations, foaming capacity, gluten.

DEVELOPMENT OF BISCUITS INCORPORATED WITH CARROT AND COWPEA POWDER

Tahseen fatima miano

Erciyes Üniversitesi, engineering, IFST

tahseenfm@yahoo.com

Abstract

The aim of this research was development of biscuits incorporated with carrot and cowpea powder. The experiment was designed by using Taguchi experiment model. Each biscuits sample were formulated by using carrot and cowpea powder, calculated from the biscuit treated with 80% wheat flour 15% cowpea flour and dried carrot powder were added for effect availability of biscuits and physiochemical parameters. Each treatment was subjected for physiochemical analysis. Fat, protein, moisture and ash, the result showed for treated T3 showed statically significant for parameters. Biscuits prepared with various formulations were given to the panel of seven judges for sensory analysis. Samples of biscuits incorporated with 80% wheat and 20% carrot and cowpea powder showed best for colour, flavour, aroma, respectively. It is concluded from the study that the use of carrot powder and cowpea given high nutrition delicious tasty and it is appropriate for new variety which makes a low price.

Keywords: Cowpea, carrot, formulations, biscuits.

ROULETTE FITNESS-DISTANCE BALANCE BASED AQUILA ALGORITHM (RFDB-AA)

Uğur GÜVENÇ

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği
ugurguvenç@duzce.edu.tr

Onur BATTAL

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Hacıbektaş Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon
onurbattal@nevsehir.edu.tr

Abstract

Nowadays, new heuristic algorithm studies for the solutions of optimization problems are increasingly interested to attention. In particular, due to the increasing complexity of applications that involving optimization problems in the engineering, there is a need for new algorithms that can be alternative to the algorithms in the literature. The Aquila Algorithm is one of the heuristic algorithms which represents the behavior of an eagle species in nature that provide effective results for such problems. However, the advantages of a heuristic optimization algorithm as well as its weaknesses stand out in optimization problem applications. For this reason, there may be a need for configurations such as improving the search capabilities or the solution quality of an optimization algorithm. In this study, an enhancement that based on Roulette Fitness Distance Balance (RFDB) is proposed to improve the search capability and solution quality of the Aquila algorithm. The proposed improvement results have been compared with the original Aquila algorithm to show the efficiency of the algorithm's performance. The comparative results showed that the RFDB-AA can be used effectively in solving optimization problems.

Keywords: Roulette fitness-distance balance (RFDB), Aquila algorithm (AA), Heuristic algorithm, Optimization

POLYPHENOL SOURCE ANTIOXIDATIVE AND ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITIES OF OLIVE TREE (*OLEA EUROPAEA* L.) LEAF

Seda BEYAZ

Firat University, Faculty of Science, Department of Biology-Molecular Biology and Genetics Program
beyazseda23@gmail.com

Ozlem GOK

Firat University, Faculty of Science, Department of Biology-Molecular Biology and Genetics Program
ozlemgok938@gmail.com

Abdullah ASLAN

Firat University, Faculty of Science, Department of Biology-Molecular Biology and Genetics Program
aaslan@firat.edu.tr

Abstract

Olive tree (*Olea europaea* L.) leaf is known to have many bioactive properties such as antioxidant, antihypertensive, antiatherogenic, anti-inflammatory, antifungal, antiviral, and antimicrobial. In this study, immunomodulatory roles of Olive tree (*Olea europaea* L.) leaf against oxidative damage caused by carbon tetrachloride (CCl₄) in *Saccharomyces cerevisiae* were investigated. 4 groups were formed in the study. Working groups are as follows: (1) Control Group: Group in which only yeast is cultivated; (2) Group CCl₄: group given CCl₄ (15 mM); (3) Olive Tree Leaf Group: The group given olive tree leaves (10%); (4) Olive Tree Leaf + CCl₄ Group: The group given olive tree leaf (10%) + CCl₄ (15 mM). *Saccharomyces cerevisiae* cultures were grown at 30 °C for 1, 3, 5 and 24 hours. Lipid peroxidation, malondialdehyde (MDA), glutathione levels (GSH), cell growth and catalase (CAT) activity measurements were determined by spectrophotometer. Total protein concentrations were determined by SDS-PAGE electrophoresis and Bradford protein method. According to the results obtained, when compared with CCl₄ group, cell development (1, 3, 5 and 24 hours), total protein synthesis, GSH and CAT activities (24 hours) increased in olive tree leaf groups, while MDA level (24 hours) decreased. It has been determined that olive tree leaf increases cell growth and total protein synthesis by reducing oxidative stress occurring in the cell thanks to its powerful antioxidant effects.

Keywords: Oxidative damage, Polyphenol, *Saccharomyces cerevisiae*, SDS-PAGE, Olive tree leaf

THE INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT EFFECT OF ALOE VERA LEAF WITH SOME MOLECULAR PARAMETERS IN *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* CULTURE

Ozlem GOK

Firat University, Faculty of Science, Department of Biology-Molecular Biology and Genetics Program
ozlemgok938@gmail.com

Seda BEYAZ

Firat University, Faculty of Science, Department of Biology-Molecular Biology and Genetics Program
beyazseda23@gmail.com

Abdullah ASLAN

Firat University, Faculty of Science, Department of Biology-Molecular Biology and Genetics Program
aaslan@firat.edu.tr

Abstract

Aloe vera is a medicinal plant that has been used by ancient civilizations for thousands of years. Grown in tropical and subtropical regions Aloe vera is a cactus-like plant with triangular fleshy leaves in colors ranging from gray green to bright green and small white teeth on the edges of the leaves. Aloe vera leaf are known to be used in health and cosmetics due to their antioxidant, antibacterial, antifungal antimicrobial, antiinflammatory, antidiabetic, anticarcinogenic, properties, positive effects on the immune and gastrointestinal system and moisturizing and antiaging properties. In this study, the protective role of Aloe vera leaf against oxidative damage caused by cispilatin in *Saccharomyces cerevisiae* was investigated. In our study four groups were formed. Our Groups: (1) Control Group: Group in which only yeast is cultivated; (2) Aloe Vera Leaf Group: The group given aloe vera leaves (10%); (3) Cispilatin Group: Cispilatin (15 mM) given group; (iv) Aloe Vera Leaf + Cispilatin Group: Aloe vera leaf (10%) and cispilatin (15 mM) given group. *Saccharomyces cerevisiae* cultures were developed at 30 °C for 1 hour, 3 hours, 5 hours and 24 hours. Cell growth (1 hour, 3 hours, 5 hours and 24 hours), lipid peroxidation MDA (malondialdehyde) analyzes (24 hours), glutathione (GSH) level (24 hours) and catalase activity (24 hours) were determined by spectrophotometer. Total protein changes were determined by SDS-PAGE electrophoresis (24 hours) and calculated by the Bradford method. According to the results obtained, cell growth, GSH level, catalase activity and total protein synthesis increased, while MDA level decreased in Aloe vera leaves groups compared to the cispilatin group. As a result, due to the antioxidant effect of Aloe vera leaf, it has been determined that it has a role to reduce oxidative damage in *Saccharomyces cerevisiae* culture and increase cell growth and total protein synthesis.

Keywords: Aloe vera, Cisplatin, Oxidative damage, Protein, SDS-PAGE

EFFECTS OF CaCO₃ ADDITION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF Al/Al₂O₃ COMPOSITE FOAMS

Nebi DEMİRBAĞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyomühendislik ve Malzeme
Mühendisliği Anabilim Dalı
nebidemirbag@hotmail.com

Serkan ABALI

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

Abstract

Currently, metal foams are used in the automobile industry due to their shock-absorbing and lightness properties. Metal foams are composited with ceramic-based additives to increase their strength properties. In this study, closed-cell composite metal foam production was carried out by the powder metallurgy method. For this purpose, CaCO₃ (7 wt.%, 12 wt.% and 17 wt.%, respectively) was added to the Al/Al₂O₃ powder mixture containing 5% Al₂O₃ by weight, after the grinding process. The CaCO₃ doped Al/Al₂O₃ powder mixture was wet mixed and pulverized in the mortar after drying in the oven. Three separate powder mixtures were formed under 40 MPa and first sintered at 550 °C for 1 h and in the second stage at 1000 °C for 4 h. The density, mineralogical analysis (XRD), microstructure (SEM) and compressive strength of the samples were investigated. The effects of CaCO₃ agent on the mechanical and microstructural properties of the composite metal foam filter under certain production conditions were investigated.

Keywords: Composite metal foam, Powder metallurgy, Ceramic

THE EFFECT OF SCIENCE ACTIVITIES CONDUCTED WITH DESIGN-BASED RESEARCH APPLICATIONS ON 8TH GRADE STUDENTS' THE 21ST CENTURY SKILLS

Adem YILMAZ

Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı
yilmazadem@kastamonu.edu.tr

Abstract

In this study, the effect of design-based application activities prepared within the scope of science lesson on the 21st century skills of middle school 8th grade students was investigated. 65 students attending the 8th grade of secondary school, determined through random sampling, participated in the study. During the research process, the case study method was preferred. For this reason, qualitative research approaches were used in some parts of the application and quantitative research approaches were used in some parts of the application. As a data collection tool in the study, "21st Century Skills Scale", "Observation Form", "Interview Form" and "Design Practices Evaluation Rubric" were used. The research was applied for 6 weeks. Descriptive, inferential and content analysis were used while analyzing the research data. As a result of the research, it was determined that students had difficulty in comprehending the design-based application activities at first, and there were positive significant differences and improvements in skill and attitude levels after adapting to the activities. In addition, it was observed that there was an improvement in students' critical thinking, analyzing, making inferences, designing original products, and working with the group.

Keywords: 21st Century Skills, Design Based Research, Science Education

ANTI-ROLL BAR DESIGN ON INDEPENDENT RUBBER SUSPENSION AXLE OF CARAVANS

Mehmet UÇAR

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği
ucarm@kocaeli.edu.tr

Ahmet DEMİRKESEN

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği
demirkesenahmet@gmail.com

Abstract

Caravans are systems that meet the accommodation needs of people while traveling and provide transportation from one place to another. In recent years, caravan use has become increasingly popular. However, the handling characteristics of caravans are different from other vehicles. It is based on responding to the requirements rather than being performance-oriented due to both their designs and structures. For these reasons, caravans and other towing systems are one of the most susceptible vehicles to sway and swing when cornering. Several stabilization systems have been developed for caravans to eliminate these problems. These systems can be mechanical, electronic or electromechanics. However, they increase system costs. Anti-roll bars, which are frequently used in vehicles, can be developed for caravan systems and can be applied in a cost effective manner. In this study; after the anti roll bar was designed to adapt to the caravan axle, the deformation analysis under-load was performed with the finite element method. With the anti-roll bar developed for caravans, it is aimed to reduce the sway that often occurs in caravans and to increase cornering performance as a low-cost stabilization system.

Keywords: Caravan, anti-roll bar, stabilization system

ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF AZINE-BRIDGED BINUCLEAR ZN(II), CO(II) AND CU(II) PHTHALOCYANINES

Volkan ÇAKIR

Giresun Üniversitesi, Espiye Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü
volkan.cakir@giresun.edu.tr

Abstract

The investigation of the electrochemical properties of phthalocyanine complexes are very useful for electrochemical applications such as electrocatalytic, electrochromic and electrosensor. Therefore, electrochemical studies on azine-bridged binuclear Zn(II), Co(II) and Cu(II) phthalocyanines have been reported in this work. Cyclic voltammetry (CV) and square wave voltammetry (SWV) measurements were carried out with Gamry Interface 1000 potentiostat/galvanostat. The working electrode was a Pt disc with a surface area of 0.071 cm². A Pt wire served as the counter electrode. Saturated calomel electrode (SCE) was employed as the reference electrode. Electrochemical grade tetrabutylammonium perchlorate (TBAP) in extra pure dichloromethane (DCM) was employed as the supporting electrolyte. Cyclic and square wave voltammetry revealed well-defined Pc ring and metal-based oxidation and reduction processes within the complexes. Cyclic and square wave voltammeteries show that while Zn(II)Pc gives up to three Pc ring-based reduction and one Pc ring-based oxidation processes having diffusion-controlled reversible electron transfer properties, Co(II)Pc represents one Pc ring-based and one metal-based reduction and one Pc ring-based and one metal-based oxidation processes having diffusion-controlled reversible and quasi reversible electron transfer characters. Cu(II)Pc gives two Pc ring based reduction processes in addition to the two Pc ring-based oxidation process. The derived electrochemical parameters of the complexes, presented in Table 1, are in agreements with similar complexes in the literature.

Keywords: Phthalocyanine, electrochemical, cyclic voltammetry, square wave voltammetry

CHARACTERIZATION OF THE STAINING PROBLEM IN COPPER COATED LOW CARBON STEEL SHEET

Mustafa Burak Telli

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
mustafa.telli@kocaeli.edu.tr

Bora Yıldız

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
borayildiz@gmail.com

Ozan Koyuncu

Bantboru San. Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Ar-Ge Departmanı
okoyuncu@bantboru.com

Abstract

Copper is a coating material widely used in automotive, electronics and medical applications thanks to its electrical conductivity, corrosion resistance, deformation and anti-bacterial properties. In addition, copper plating process is applied to steels for various brazing applications in the automotive industry. In this study, the analysis of a coating problem seen in electrolytic copper coated low carbon steel materials produced for brazing application and adversely affecting the brazing process was carried out. Surface roughness measurements, section Vickers hardness measurements, optical microscope surface and section studies, SEM / EDS analyzes were performed on samples taken from problem free (OK) and problematic (NOK) sheets. As a result of the analysis made; It has been determined that the problem is the Cu oxide regions formed on the Cu coating surface and this oxidation is caused by the C-based impurities embedded in the surface of the steel. It was concluded that the existing surface preparation baths were insufficient for NOK sheets. As a result of the ultrasonic cleaning process applied to the problematic sheet, the problem has been prevented.

Keywords: Electroplating, Coating Failure, Electron Microscopy, Optical Microscopy, Oxide Characterization

EFFECTS OF MANEB FUNGICIDE ON THE GROWTH OF EISENIA FETIDA

Salih DİKİLİTAŞ

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
salihdikilitas@gmail.com

Özlem AKSOY

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
ozlem.aksoy@kocaeli.edu.tr

Abstract

Fungicides are used to protect agricultural products and to minimize the damage which caused by fungal pathogens, These chemical products used in high amounts in our country, besides being used in the fight against pests, also harm non-target organisms like earthworms, soil bacteria etc. No study was found on the toxic effects of maneb fungicide on *Eisenia fetida* (red California worm). *E. fetida* is a widely used model organism and is preferred especially in studies examining the effects of environmental pollutants. The aim of this study was to determine the median lethal concentration (LC50) value and to investigate the effects of different concentrations of maneb on *E. fetida*. Six different concentrations of maneb (500, 600, 700, 800, 900 and 1000 mg/kg dry soil) and control group (no treatment) were used. The experiment procedure was carried out according to OECD guidelines. Three replicates were performed for each concentration. The final weights of the worms, morphological abnormalities and the mortality percentage were recorded on the 14th day. The statistical analysis of data was performed using SPSS 26.0 statistical software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Probit analysis was used to determine LC50 value. Data for growth-inhibition level was subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) using Fisher's least significant difference test for contrast of the differences among treatment means. The data were displayed as means \pm standard deviation (SD), and p-values less than 0.05 were considered statistically significant. LC50 value was 872 mg/kg. It was observed that maneb caused an increase in growth inhibition parallel to increasing concentration. While the average weight of the worms in the control group increased by 27 %, the average weight decreased by 40 % at a concentration of 1000 mg / kg. All of the worms were examined and no observed any morphological abnormalities except just one from the highest concentration. It was determined that the worms exposed to the maneb were negatively affected in the artificial soil. Based on this, it was revealed that maneb fungicide may cause toxic effects on non-target organisms. Alternative biological methods may be preferred in pest control.

Keywords: *Eisenia fetida*, Fungicides, Growth Inhibition, Pesticides.

INVESTIGATION OF PROPERTIES OF AL₂O₃ ADDED SUPERHYDROPHOBIC EPOXY FILMS ON DIFFERENT SURFACES

Hakan SEVİNÇ

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
sevinchakann@gmail.com

Merve Dandan DOĞANCI

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
merve.doganci@kocaeli.edu.tr

Abstract

Superhydrophobic surfaces with properties such as self-cleaning and water repellency have high surface roughness and low surface energy. The superhydrophobic surfaces has been started to be widely used in many areas such as especially hydromarin, automotive, biomedical, textile etc. with increasing interest in recent years [1-4]. It is important that the coating application's fast, scalable and economical in obtaining a superhydrophobic surface. Considering these criteria, adding nanoparticles to the polymer matrix to provide micro/nano roughness is an easy and low-cost method. Although there are many studies on micro and nanoparticles such as TiO₂ and SiO₂, new inorganic particles are also needed [5-7]. In this study, superhydrophobic epoxy coatings were obtained on different surfaces by using hydrophobic inorganic aluminium oxide (Al₂O₃) nanoparticles. Epoxy solutions containing different concentrations of nanoparticles were coated on glass, metal and roughened metal surfaces by dip coating method. The water contact angles of the surfaces were determined via the KSV CAM 100 contact angle meter device, and the surface morphologies were determined via a scanning electron microscope (SEM). Corrosion resistance was observed by testing it in the corrosion cabinet. The obtained surfaces show superhydrophobic properties with a contact angle greater than 150 °.

Keywords: Superhydrophobic Surface, Al₂O₃, Epoxy Polymer

MESO-MECHANICAL MODELING OF ELASTICITY MODULE OF CEMENT BASED COMPOSITES CONTAINING LIGHT AGGREGATE

Meltem YALMAN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
meltemgnlts@gmail.com

Abstract

Since there is an increase in types of concrete used in industry, it is becoming more important to know the factors that cause and affect on the crack formation and propagation in concrete. It is possible to determine where, in which conditions and how the failure of concrete will occur with using the principles of fracture mechanics. Thus, the determining the modulus of elasticity of concrete is vital and it is known that the application of meso-mecahnical modeling gives a realistic approach. There are several known methods, mainly parallel and serial models, to estimate the modulus of elasticity of cement based material. In all methods, only the moduli of elasticity and volume ratios of the aggregate and cement paste are taken as parameters while the the particle size and other surface properties of the aggregate are not taken into account. In this study, the meso-mechanical modeling based on the fracture mechanics were used to estimate the modulus of elasticity of cementitious composites containing various types of aggregates and low water/cement ratio. In order to determine the effect of cement paste and aggregate on the modulus of elasticity of concrete, meso-mechanical relations were used in composites produced using cement paste and normal and lightweight aggregates with different particle sizes. The moduli of elasticity of composites were calculated by meso-mechanical modeling which varies depending on the surface area ratio factor (β) of the bonded coarse material. The comparison of the moduli of elasticity of composites obtained from meso-mechanical modeling with that from the experimental results were also presented.

Keywords: Aggregate size, lightweight aggregate, modulus of elasticity, meso-mechanical modeling.

CURRENT THREAT: ZOOSES

Derya KARATAŞ YENİ

veteriner Kontrol merkez araştırma enstitüsü müdürlüğü, -, yetiştirme hastalıkları
vhekimderya@hotmail.com

Abstract

According to the World Health Organization (WHO), any disease or infection that is naturally transmitted from animals to humans is classified as a zoonosis. "Zoonoses" derived from the Greek word "Zoon" meaning animal and "nosos" meaning disease. It is known that 75 percent of infectious diseases in humans are of animal origin. Zoonotic diseases can be caused by various microorganisms such as bacteria, viruses and other foodborne and water borne pathogens. A wide variety of animal species, both domestic and wild, act as reservoirs for these pathogens. Geographical distribution, population density and climate changes have great impact on the emergence of zoonoses and their distribution. Zoonotic diseases are a global threat. These diseases both affect public health and cause socio-economic problems all over the world. The negative effects of zoonoses appear as multilateral restrictions that can include all sectors worldwide. In order to overcome and control zoonotic diseases, it is necessary to develop collaborative and effective mechanisms before new threats emerge. For this purpose, it is of utmost importance to implement the "One health" approach in order to minimize all negative effects on the society. In this context, veterinarians, humanitarians, public health and environmental health experts should gather under the same roof, efficient action plans should be prepared, risk analyses should be created and disease control policies should be implemented.

Keywords: Animal, public health, zoonotic disease

INSPECTING QUALITY OF ENERGY ON SHIPS

Ufuk EGE

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği
ufukege@gmail.com

Nurettin ABUT

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği
abut@kocaeli.edu.tr

Abstract

Demand for the electrical energy is increasing by developing technology, industrialization and increasing population. The amount of consuming electrical energy is one of the major parameter for the level of improvement. Add to the increase of this type of demand; the equipments used for increasing production quality and efficiency which have automation system produced necessity for more secure and qualified energy. At last the title that is known at the literature as quality of energy was born. Uninterruptible energy of electricity, according to that, voltage are the parameters that is directly effecting the quality of energy, also described quality of energy which is described as values that has to be the demanded power factor and frequency are one of the issues that is working on and taken seriously at recent years. Major Properties which have to be for the quality of energy that is distributed to the energy are summerized as supplying the uninterruptible flow of electricity, being secure and quality of materials and produce best voltage and frequency values for the system. Studying and inspecting the quality of energy on ships, analyze the results of values that is taken from the ship systems are targeted in this thesis. Before inspecting and studying the quality of energy on ships, the characteristics of electricity, the factors that is effecting the quality of energy, the purpose of inspecting the parameters for the quality of energy, major description and mathematical issues, harmonics and its effects, the type of improved solutions and as a result the situation of ships are studied. As a result of studies, the improvements that are able to be done has searched and results of the improvements are valued.

Keywords: Ships, Quality Of Energy, Energy Efficiency.

SYNTHESIS AND OPTICAL PROPERTIES OF GOLD NANOSTARS

Mustafa KHALEEL

Selçuk Üniversitesi, FEN BİLİMLER, KİMYA
mustafahatem994@gmail.com

Pervin SOYLU

Selçuk Üniversitesi, FEN BİLİMLER, KİMYA
pervindeveci@gmail.com

Safa MOHAMMED

Selçuk Üniversitesi, FEN BİLİMLER, KİMYA
safa1991mohammed@yahoo.com

Abstract

Gold nanoparticles (GNPs) are a promising photothermal agent recently in the biomedical field with their strong absorption in the NIR region, high photothermal conversion efficiency, excellent photothermal stability, and biocompatibility [1]. Also gold nanoparticles with their outstanding physicochemical features have influenced various fields of (bio)chemical science so deeply that some researchers have called the last two decades “the golden age”. GNPs can be obtained in shapes such as spheres [2], rods [3], stars [4], and have found many application areas in biomedical systems. Gold nanostars (GNSs) are highly effective in converting light into heat, with multiple sharp ends, among anisotropic GNPs [5]. These features have been confirmed experimentally and theoretically in many studies. In this study gold nanostars will be synthesized and characterized with different techniques

Keywords: gold nanostars , NIR absorptions , Gold nanoparticles

BACTERIAL CELLULOSE BASED ARTIFICIAL CARTILADGE TISSUE

Sera Uyan

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik
serauyan95@gmail.com

Nelisa Laçın Türkoğlu

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik
nelisalacin@gmail.com

Abstract

During the preparation of a biomaterial, one of the most important features to be considered is to obtain a material inducing cell proliferation with proper mechanical strength. We know that the mechanical strength of the artificial material to be used instead of cartilage tissue must be strong. Also, we know from the literature that the mechanical strength of BS is high among other natural biomaterials. This study includes the evaluation of the usability of bacterial cellulose (BS) as a scaffold for chondrocytes. BS was produced by *Acetobacter xylinum* and its usability was considered as artificial cartilage in the future. In the study, FTIR spectrophotometer was used for the chemical characterization of BS. Thermal properties of BS were determined by thermogravimetric (TG) / differential thermal analysis (DTA) measurements. A material microscope was used to analyze the surface morphology of the membrane obtained. Chondrocyte attachment on BS membrane was evaluated by MTT assay. 80.2% cell attachment was observed.

Keywords: Bacterial cellulose, chondrocyte, cartilage, biomaterial

OBTAINING FLAME RETARDANT COATINGS FROM PHOSPHOROUS CONTAINING BIO-BASED CHEMICAL AGENTS

Elif OZMAN

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
elif.ozman@izelkimya.com.tr

Cemil DIZMAN

İzel Kimya Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi, İzel Kimya Arge Merkezi, İzel Kimya Arge Merkezi
cemil.dizman@izelkimya.com.tr

Hatice BİRTANE

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
hatice.ceylan@marmara.edu.tr

Memet VEZİR KAHRAMAN

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
mvezir@marmara.edu.tr

Abstract

Flame retardants, delaying the ignition reducing flammability properties of the materials. Through flame retardancy, it is possible to prevent disaster situations by making fire-resistant material. Nowadays, halogen-based additives are mostly used to increase the non-flammable level of polymer materials. Alternative flame retardants are needed because of the negative effects of halogen-based additives on human health and environmental issues. Studies in recent years has focused on the use of chemicals containing phosphorus, nitrogen and silicon as flame retardants. Flame retardant is one of the major issue discussed in the both academic and industrial field for polymeric materials. Phosphorus-containing flame retardants replace halogenated flame retardants because they form less toxic gases during combustion. In this study, a new itaconic acid bio-based phosphorus-containing reagent was synthesized and characterized. Firstly, 9,10-dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthrene-10-oxide (DOPO) and bio-based itaconic acid was reacted in order to get a flame retardant agent with acid functionalities. Then, the acid reacted with glycidyl methacrylate to form bifunctional phosphorous containing methacrylate monomer. Especially the flame resistance behaviour of films was determined using the LOI (limiting oxygen index). Also, thermal gravimetric analysis (TGA), differential scanning calorimeter (DSC) and Fourier transform infrared (FTIR) were used for characterization. Also, physical tests such as, hardness, adhesion and glossiness were determined.

Keywords: Dupo, Glycidyl methacrylate, Itaconic Acid, LOI

SYNTHESIS OF BIO-BASED CARDANOL ACRYLATE AND ITS COATING APPLICATIONS

Merve BOY

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
merve.boy@izelkimya.com.tr

Cemil DIZMAN

İzel Kimya Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi, İzel Kimya Arge Merkezi, İzel Kimya Arge Merkezi
cemil.dizman@izelkimya.com.tr

Nilhan KAYAMAN APOHAN

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
napohan@marmara.edu.tr

Abstract

In recent years, due to the decrease in petroleum derivatives used in polymer materials, it has become important to present biocompatible, environmentally friendly, solvent-free and vegetable-derived products as alternatives to petroleum derivatives. Cardanol is a bio-based natural chemical containing aromatic and aliphatic structures obtained from cashew nut shell liquid, which is not harmful to the environment and human health. Worldwide production of cardanol is about 1 million tons per year. The phenolic structure on cardanol increases chemical and physical resistance and also acts as a catalyst in reactions with amines. The long aliphatic chain, with its apolar structure, provides water-repellency and also anti-corrosive effect on the surfaces to which it is applied. While cardanol can be modified with different chemicals via phenolic hydroxyl groups, it is also possible to modify the double bonds on straight aliphatic chains. In this study, cardanol acrylate will be obtained by acrylating phenolic hydroxyl group on cardanol. Cardanol will be reacted with glycidyl acrylate to give cardanol acrylate. The cardanol-containing acrylate polymers will then be obtained by copolymerizing cardanol acrylate with other chemicals such as, acrylic acid, methyl methacrylate and / or similar monomers. These biocompatible polymers will be used for road marking paints. Two methods will be applied when preparing the paints. Road marking formulations will be prepared with or without paint driers. The resulting road marking paints will be applied on metal surfaces and the physical properties of the paints will be compared. In all studies, characterization of all monomers and polymers will be carried out by using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and Gel Permeation Chromatography (GPC).

Keywords: Acrylate, bio-based materials, cardanol, road marking paints

COMPARISON OF BIO-BASED AND BISPHENOL A EPOXY COATINGS

Semiha ERAL

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
semiha.eral@izelkimya.com.tr

Cemil DIZMAN

İzel Kimya Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi, İzel Kimya Arge Merkezi, İzel Kimya Arge Merkezi
cemil.dizman@izelkimya.com.tr

Burcu OKTAY

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
burcu.oktay@marmara.edu.tr

Nilhan KAYAMAN APOHAN

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
napohan@marmara.edu.tr

Abstract

Nowadays, polymeric materials are mostly produced from petroleum-derived sources. However, the production of polymer materials from renewable natural resources has increased in recent years due to the lack of renewable petroleum and petroleum-derived resources, environmental damage and its limited nature. Cardanol and cardanol derivatives extracted from cashew nut shell (CNSL), a new by-product in the industry, are being used in the coating industry especially because they are produced in abundance and are harmless to the environment and human health. The phenolic hydroxyl group on the cardanol structure will be reacted with epichlorohydrin to obtain a single functional epoxy-cardanol. The double bonds present on the epoxy-cardanol will then be epoxidized in the presence of formic acid and hydrogen peroxide. The same process will be used in the epoxidation of soybean oil. The amine hardener is then reacted with BADGE to provide cross-linked coating materials on metal surfaces. By reducing the BADGE ratio, bio-based cardanol epoxy and epoxidized cardanol will be added and the effects of epoxidized cardanol structures and epoxidized soybean oil on crosslinked polymer structures will be examined. The physical and chemical properties of the polymeric networks obtained will be determined. The physical and chemical properties of polymeric thin coatings to be prepared by reaction of certain proportions of epoxidized polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSS) structures with cardanol epoxies with different amines will be determined. In this context, chemical structure properties are determined by using differential scanning calorimetry (DSC), thermal gravimetric analysis (TGA), Fourier transformed infrared (FTIR) and physical properties such as anti-corrosion, limit oxygen value (LOI), glossiness and adhesion will be determined.

Keywords: bio-based, cardanol, epoxy-amine coatings, POSS

AN OVERVIEW OF THE MECHANICAL AND DURABILITY PROPERTIES OF RUBBER AGGREGATE CONCRETES

Arif YILMAZOĞLU

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
arifyilmazoglu69@gmail.com

Salih Taner YILDIRIM

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
styildirim@kocaeli.edu.tr

Abstract

This study aims to recycle these materials to use rubber wastes, which have become the most important environmental problem of today, in the building sector. For this purpose, mechanical and durability properties of rubber aggregated concrete were investigated and the results were analyzed. The concretes obtained by replacing the rubber particles with coarse aggregates and fine aggregates have been considered in the study. The addition of 30% rubber results in an approximately 50% reduction in the compressive strength of the concrete and an average of 21% reduction in flexural strength of concrete. The static elasticity module of rubber aggregate concretes decreases with the increased percentage of rubber added and this decrease reaches up to 50% in the case of using rubber aggregate at 30%. While the addition of rubber particles increased the toughness of concrete up to 187%, it had a generally positive effect on the properties of concrete such as freeze-thaw resistance and wear resistance. In the light of the results found; it has been revealed that it isn't appropriate to use more than 10% of rubber particles in structural applications where strength is important. In addition, rubber aggregate concrete is recommended to be used as lightweight concrete due to its low unit weight, to be used as a concrete barrier due to its high energy absorption capacity and to be used on asphalt or concrete roads due to its resistance to external effects such as freezing-thawing and abrasion.

Keywords: rubber, rubber aggregate concrete, compressive strength, durability, toughness, unit weight

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF POLLUTION IN HYDRAULIC FILTERS

Yavuz Selim Korkmaz

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği
ykorkmaz@altanhidrolik.com.tr

Ali Kibar

Kocaeli Üniversitesi, Uzunçiftlik Nuh Çimento Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri
alikipar.phd@gmail.com

Kadri Süleyman Yiğit

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
kyigit@hotmail.com

Abstract

Hydraulic oils are of great importance for the efficient operation of hydraulic systems. The first circuit element to be examined in cases such as inefficiencies, noise, and temperature increase is hydraulic oil. Determining foreign particles in hydraulic fluid is an important method to get information about the status of a system component. Hydraulic oil that is not cleaned sufficiently can damage circuit components with low particle permeability such as directional control valves, servo valves, piston pumps. In this case, high maintenance and component replacement costs may occur. In hydraulic systems, oil is usually cleaned with oil filters mounted on the line. It is of great importance for hydraulic systems that the filters are selected in accordance with the requirements of the system, positioned in the right place on the circuit, and regularly maintained. In this study, oil analysis of a hydraulic system was made and the data were recorded. Later, an extra filter was connected to the system and the system continues its operation for 250 hours without an oil change and oil analysis was analyzed again. This results in a reduction in particle levels of about 80%.

Keywords: Hydraulics, Pollution, Filtration

NASOCOMIAL INFECTIONS AT THE PCR POSITIVE COVID-19 PATIENTS AND ANTIBIOTIC SUSCEPTIBILITY

Demet ÇELEBİ

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji
celebiidil@atauni.edu.tr

Abstract

Background: The infections that are not a reason for hospitalization and that patients acquire during this stay are called hospital acquired infections. It is among the programs of this period to prevent the spread of isolates with multi-drug resistance and to eradicate these strains. The fight against the corona pandemic has brought a new and rapid impetus to these measures.

Aim: Studies on nosocomial pathogens and antibiotic profiles observed in patients diagnosed with Covid19 have been presented to the literature worldwide. With the awareness of this current issue, we aimed to determine the nosocomial isolates and antibiotic susceptibility in patients with a diagnosis of covid 19 pcr positive in the pandemia hospital.

Material Methods: Various samples were taken from covid-19 positive patients hospitalized in intensive care units , anesthesia and reanimation and surgery care units between 1.1.2020-12.12.2020. These samples were identified in routine microbiology laboratories. Conventional methods were used to determine the species of pathogens. Antibiotic susceptibility test were made in accordance with CLC standards.

Results: The patients of intensive care units are 180. 112 of these (62.2%) male and 68(%37.8) female. 84(%46.7) patients were hospitalised anesthesia and reanimation, 66 (%36.7) internation intensive care and 30 (%16.7) surgery units. In anesthesia units were detected 14 pathogenes associated nosocomial pathogens, 12 isolate were detected from intensive and 5 bacteria from surgery. In our study, the most isolated pathogen was *A.baumannii* / *calcoaceticus* complex 99 (55%). When their sensitivity was examined, Colistin resistance was seen in 3 samples. These belonged to 2 tracheal aspirates and 1 urine sample. Imipenem and meropenem resistance was found (91.2%). There was no significant difference $P < 0.05$ in gender groups. While no resistance of colicide was found against *A.baumannii*, 91.4% meropenem and 94.1% imipenem. No significant difference could be seen($P < 0.05$) according to gender. ESBL positivity was detected in 7 of the *E.coli* samples. 5/7 (71.4%) of them belonged to the urine sample.

Conclusion: Considering the nosocomial factors and rates in Covid 19 patients; patients should pay attention to personal hygiene and healthcare personnel should be aware of both pandemic and hospital infection risks. In addition, we believe that every intensive care unit should have information about the flora of its own unit in order to determine effective empirical antibiotic treatment procedures against hospital infections.

KeyWords: Covid 19, Nosocomial Infection, Antibiotic Susceptibility

EFFECTS OF REINFORCING MATERIALS ON PARTICLE EROSION IN TEFLON (PTFE) MATRIX POLYMER COMPOSITES

Kıymet EŞİYOK

Kocaeli Üniversitesi, Fakülte, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
kiymet.esiyok@gmail.com

Muzaffer ZEREN

Kocaeli Üniversitesi, Fakülte, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
zeren@kocaeli.edu.tr

Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli Üniversitesi, Fakülte, Makine Mühendisliği
tamersc@kocaeli.edu.tr

Abstract

In this study, particle erosion behavior of Teflon (PTFE) material and reinforced composites, which are widely used in tribological applications but lacking sufficient literature on particle erosion behavior, will be investigated. PTFE composites, randomly distributed short glass and carbon fiber reinforced, bronze particle reinforced composite material with 3 PTFE matrices and pure PTFE samples were used. Studying the effects of additives on particle erosion resistance, determining the interactions that occur during particle erosion, and revealing the cause-and-effect relationships are the subjects of the thesis. In order to be used in the experimental study, 24 samples were prepared in plates of 6x6 cm in size with Pure PTFE (Teflon), Glass, Carbon and Bronze. The etching process was carried out by spraying Garnet particles from a 5 mm diameter nozzle to the surface of the samples at different angles (15 °, 30 °, 45 °, 60 °, 75 °, 90 °) at a distance of 20 mm for 30 seconds under 3 bar pressure. The weight loss of each sample was determined by measuring the weights before and after abrasion for the same angles. In the study, etching process was carried out using 60 mesh (180-600 micron) garnet under 3 bar pressure, 23.46 gr / sec flow rate and 71 m/s speed. According to the results obtained from the study, the highest abrasion occurred in carbon fiber reinforced PTFE samples that were eroded with an impact angle of 30 °, and the lowest was in glass fiber reinforced PTFE samples that were etched at 90 °. If the angle of impact is vertical, the abrasion process is less than the horizontal. It has been observed that if the angle of impact is vertical, the wear remains at a lower level compared to the horizontal.

Keywords: Tribology, Polymer, PTFE, Teflon, Solid Particle Erosion, Erosive Wear

PRODUCTION OF COMMERCIAL LEAVENED BAZLAMA BREAD IN KARAMAN AND PROPERTIES OF FLOURS

Derya Bulutdağ

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
dbulutdag@gmail.com

Abdulvahit Sayaslan

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
sayaslan@kmu.edu.tr

Abstract

Bread has an important place in human nutrition. Turkey is among the countries with the uppermost per capita bread consumption in the world. The most widely produced and consumed bread in Turkey is Francalatype hearth bread, though such traditional breads as leavened/unleavened bazlama and yufka also have important production and consumption levels. In this study, bazlama processing parameters were collected by visiting 7 different enterprises in Karaman, the properties of the flours used in those enterprises were examined. In this respect, moisture, protein, ash, wet gluten, sedimentation, color and dough kneading properties of the flours were analyzed. It was determined that the process parameters and flour properties used in leavened bazlama production differed considerably from business to business. It was observed that flour, water, salt (2%) and compressed yeast (1-2%) were used in the production of leavened bazlama bread, and the kneaded dough was subjected to a mass fermentation for up to 60 minutes in ambient conditions and an intermediate/pass fermentation for up to 30 minutes. In the production of leavened bazlama bread, a standard amount of dough (125 g) was used. The dough was first manually sheeted in a circular fashion with a rolling pin to a thickness of 1.8-2.5 mm and a diameter of 18-21 cm, and finally baked on natural gas heated metal sheet at surface temperatures ranging from 250 to 350°C for 1.5-3.0 minutes. The baked bazlama breads were measured to be 8-10 mm in thickness and 17-20 cm in diameter. Moisture, protein, ash, wet gluten, sedimentation and color (L*) values of the flours ranged respectively from 11.3-13.2%, 12.0-15.1% (dm), 0.68-1.28% (dm), 31.6-40.4%, 23.8-34.9 ml and 84.7-89.0. The dough kneading properties of the flours were characterized by the Mixolab device. The optimum water absorption level, optimum kneading time and kneading stability for the flours were 57.1-64.2%, 1.20-4.70 minutes and 3.27-8.78 minutes, respectively. Bazlama bread production is no more limited to the households and its industrial production has become widespread in recent years. For this reason, flour properties and processing parameters of bazlama bread production should be optimized to make possible standardization, widespread recognition and value addition.

Keywords: Bazlama, Traditional breads, Flour, Processing, Quality

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF ENZYME-BASED NEW AMPEROMETRIC BIOSENSORS

Tugay Coşkun

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik ve Malzeme
Mühendisliği
tugaycoskun17@gmail.com

Zikriye Özbek

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik
zikriye@comu.edu.tr

Abstract

Biosensors, which are formed as a result of integration with electronic components, convert physiological changes, toxic, carcinogenic substances or bioagendas into data. Existing biosensors are widely used in many fields such as food, biotechnology, pharmaceutical analysis, mining, biowar, bioprocessing and agriculture. Although nearly 200 biosensors have been developed today, only about 25 are commercially available, the first of which is the glucose oxidase biosensor, which is essential for diabetes diagnosis, blood and urine glucose determination. When the biosensor technology is examined, it seen to influence the nanotechnology. Thanks to nanotechnology, it is obtained in a way that it is smaller, sensitive, long-lasting and inexpensive. In this study, it is aimed to develop an amperometric glucose biosensor that uses thin film polymer and screen-printed electrodes (SPE) modified with carbon nano materials to determine glucose. The effect of pH on conductive polymer thin film, measured current values, ambient temperature and buffer solution concentration will be investigated. Next, the stability of the biosensor and the effect of particles that can interfere with the required electrode response will be determined.

Keywords: Enzyme, Carbon nanotube, Screen-printed electrode

DETERMINATION OF CYTOTOXIC AND GENOTOXIC EFFECTS OF KARABAS HERB (LAVANDULA STOECHAS L.) EXTRACT ON HT-29 HUMAN COLON CANCER CELL LINE

Ebru ZENGİŞ

Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji
eebru26@hotmail.com

Yavuz ERDEN

Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik
yerden@bartin.edu.tr

Abstract

Colorectal cancer is one of the most common types of cancer in men and women. Most colorectal cancer cases are sporadic, both genetic and environmental factors are important in the cases. In addition to traditional treatments such as chemotherapy and radiotherapy, complementary and supportive therapies are widely used in cancer patients. One of the leading complementary therapies is phytotherapy, and medical herbs are widely used in the treatment of cancer as well as in the treatment of many diseases. In this study, we aimed to determine the cytotoxic and genotoxic effect of Karabas herb (*Lavandula stoechas* L.) on the human colon cancer cell line (HT-29). HT-29 cell line was used in the study and cells were cultured in RPMI-1640 medium. Ethanolic extract of Karabas herb was prepared and applied to the cells at different concentrations. After the application, the level of cytotoxicity in the cells was determined by MTT analysis and the level of genotoxicity was determined by Comet analysis. After MTT analysis, doses of 300 µg/ mL and above of Karabas herb significantly decreased the cell viability ($p<0.05$). In the comet analysis, it was determined that the dose of 300 µg/mL of Karabas herb extract applied to HT-29 cells exhibited a genotoxic effect ($p<0.05$). These results showed that Karabas herb has cytotoxic and genotoxic effects on HT-29 cells.

Keywords: *Lavandula stoechas*, Colon cancer, HT-29, Cytotoxicity, Genotoxicity

ANALYZING DEALER MOVEMENTS IN THE LPG SECTOR USING ADVANCED DATA ANALYTICS METHODS AND MAKING MEANING OF THIS BIG DATA

Hikmet Hakan Gürel

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
hhakan.gurel@kocaeli.edu.tr

Sinem Seçgin Olgun

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
secginsinem@gmail.com

Abstract

A data set containing 125-million-cylinder movements in total has been created, with the number of cylinders with barcodes increasing day by day and cylinder movement records. This big data grows with over 2.1 million movement information per month. In this study, the analysis and interpretation of this big data consisting of movement information between cylinder filling facilities and cylinder dealers was made, and artificial intelligence models were created on estimation scenarios by revealing the bottled gas usage habits on the basis of regions and dealers. Also, the day difference between the exits of the cylinders from the facilities and the re-entry to the facilities was calculated, the annual frequencies realized on both regional and dealer basis were made sense of the data and the dealer demands and demand forecasting model was analyzed with time series algorithm and machine learning methods by making exploratory data analysis. The results obtained have concluded the sales forecasts of the cylinders on the basis of region and dealer with parameters such as seasonality. In this way, new project studies will be started on bringing the cylinders to the market by focusing on the points where they are kept useless.

Keywords: Advanced Data Analytics, Statistical Data Analysis, Big Data, Machine Learning, Artificial Intelligence Methods,

PYRROLIDINE/PIPERIDINE SUBSTITUTED 3-AMIDO-9-ETHYLCARBAZOLE DERIVATIVES: SYNTHESIS, STRUCTURAL ANALYSIS AND BIOLOGICAL EVALUATION

Seda SIRIN

Gazi Üniversitesi, Faculty of Science, Department of Biology
sdasirin@hotmail.com

Halil DUYAR

Gazi Üniversitesi, Faculty of Science, Department of Chemistry
halilduyar@gtu.edu.tr

Belma ASLIM

Gazi Üniversitesi, Faculty of Science, Department of Biology
baslim@gazi.edu.tr

Zeynel SEFEROGLU

Gazi Üniversitesi, Faculty of Science, Department of Chemistry
znseferoglu@gazi.edu.tr

Abstract

Cancer is one of the leading causes of morbidity and death in millions of people around the world, and because of its occurrence, there is an unmet demand for new anticancer treatments. The carbazole derivatives have been the primary structural motive of many biologically active compounds, both natural and synthetic ones, produced in the last few decades, among the available anticancer drugs. FT-IR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR spectroscopic, and HRMS techniques were used to synthesize and characterize pyrrolidine/piperidine substituted 3-amido-9-ethylcarbazole derivatives in this study. The compounds were tested for their ability to inhibit acetylcholinesterase. The antioxidant effects of the compounds were also assessed using total antioxidant capacity, DPPH radical scavenging, and metal chelating activity methods. The antiproliferative activity of the compounds was also tested using the MTT assay on HT-29 human colon cancer cells and SHSY-5Y human neuroblastoma cells. To conduct ADMET predictions, toxicity, and carcinogenicity of the compounds, QikProp and admetSAR were used. The biological activity of the compounds included acetylcholinesterase inhibition, antioxidant activity, and antiproliferative activity on HT-29 human colon cancer and SHSY-5Y human neuroblastoma cells. Both parameters were found to coincide in the appropriate range for use in humans, indicating their ability for use as a drug-like molecule, according to the ADMET and admetSAR predictions. As a result, the compounds may be offered as a potential anti-cancer drug candidate for cancer therapy.

Keywords: 3-Amido-9-ethylcarbazole, acetylcholinesterase inhibition, antioxidant activity, antiproliferative effect, ADMET predictions, admetSAR predictions.

PREPARATION STUDIES OF CLASSROOM ACTIVITIES ENRICHED WITH WEB 2.0 TOOLS WITH USING THE PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH IN THE ONLINE EDUCATION PROCESS

Esmâ BULUŞ KIRIKKAYA

Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
bulusesma@gmail.com

Büşra Nur NERSE

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı
busranurnrs@gmail.com

Abstract

While the effects of the Coronavirus (Covid-19) epidemic on education throughout the world continue, distance education has been entered into a rapid transition in our country. Continuing of learning with distance education has made it compulsory to use alternative methods and techniques in the classroom environment. In this direction, activities to be carried out online with the Problem Based Learning (PBL) approach enriched with web 2.0 tools for the 6th Grade "Force and Motion" Unit have been planned. Scenarios covering the acquisitions of the 6th grade "Force and Motion" unit in the Science Education Program (MEB, 2018) were prepared by the researcher to be used in PBL. In order to adapt the scenarios to the online education process, the scenarios were animated with Pawtoon and Canva web 2.0 tools, and 5 scenarios about the Force and Motion unit were prepared. Online PBL handbooks were sent to the students, expressing how the activities and the process would be, and an information study was made about the process. For each scenario, questions were created to encourage students to research, to create a sense of curiosity and to solve the problem situation and the problem situation. The questions at the end of the scenarios were uploaded to Padlet, which is an online cork board application, before the lesson, and students were expected to write their knowledge and ideas to Padlet as a result of their research. The sessions were ended after the student from each group made a presentation of the Padlet board about problem solving. In this study, effective use of internet resources in the online education process for our teachers; ensuring student participation in this process and follow-up Only the preparatory studies in the research are presented, considering that it will provide a source for what will be done.

Keywords: Problem Based Learning (PBL), online education, Padlet, Pawtoon, Canva, Force and Motion

OPTICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES OF ZNO THIN FILMS PRODUCED BY THERMAL EVAPORATION

Abdullah Özkartal

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü
abdullahozkartal@yyu.edu.tr

Abstract

In this study, zinc oxide (ZnO) powder with a size of less than 100 nm and 99.9% purity was grown on both microscope glass and p-Si semiconductor crystal using thermal evaporation method. Optical transmittance measurements of ZnO thin films were made with UV-Vis spectrophotometer. It was determined that the optical energy band gap of ZnO thin films was 3.27 eV and showed semiconductor properties. Structural properties of ZnO thin films were investigated by X-ray diffraction (XRD) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) measurements. From XRD measurements, it was understood that ZnO thin films had weak orientation and had amorphous structure. In addition, the n-ZnO/p-Si heterojunction structure was created and its electrical properties were investigated. It was determined that the n-ZnO/p-Si diode had a rectifying feature from the current/voltage (I/V) measurements.

Keywords: Thermal evaporation, ZnO thin film, rectifier contact.

THE EFFECT OF TEMPERATURE AND DROUGHT ON PLANT REPRODUCTIVE ORGANS

Burcu Yuksel

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri
burcu.yuksel@yahoo.com

Abstract

Abiotic and biotic stresses are difficulties faced by plants in their life cycle. Plants try to extend their lifetimes with morphological, physiological and biochemical reactions to these difficulties. Although plant stress responses are very complex, interactions between plant structure and stress need to be studied at various stages of the environment. The data obtained so far in this field show that various plant organs play a role in determining the growth and yield under stress, in a certain order and in interaction with each other. Knowing the stages of response to various stress conditions for high and regular production in crop plants helps to develop effective growing strategies, to create plants with better grain productivity under stress, and to develop tools with breeding techniques. Heat and drought are the two most important stress factors for plants, which have a major impact on the growth and productivity of plants due to global warming. Deformations in the growth of the plant reproductive organs as a result of heat and drought stress cause the fruit not to produce healthy products. This leads to catastrophic loss of crop productivity and widespread famine. To protect food production and ensure crop safety, it is important to know the physical damages, morphological deterioration and biochemical changes against heat. In this presentation, effects of heat and drought stress on anther, pollen development in the male organ, ovary, stylus and stigma development in the female organ are given. In addition, the mechanisms that reacts against stress in plant reproductive organs have been specified physiologically, biochemically and genetically. Identifying the processes that determine the development of plant reproductive organs under drought and heat stress will give insights into potential strategies to increase plant reproduction and yield, and to develop effective breeding strategies for stable production.

Keywords: Anther, Drought, Heat stress, Plant stress management,

APPLICATION OF SENSOR FUSION TECHNIQUES FOR VEHICLE CONDITION AND POSITION ANALYSIS

Yasin ALYAPRAK

Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği
alyaprakyaasin@gmail.com

Abstract

Sensor fusion is the process of multi-level data merging, setting up, automating and linking variables. Used as a solution to the information integration problem. Sensor fusion is a method used in many fields such as military, civil, industrial. It aims to integrate data, including industrial machines, military vehicles, and create a decision-making mechanism. In this thesis, using fusion algorithms, the determination of the axis for the vehicle, has been studied. The data processed using the sensor fusion algorithm are classified by various artificial intelligence algorithms. Sensors required for axis determination have been introduced. Accelerometer, gyroscope and magnetometer are used. Since it is risky to use the sensors alone, the outputs obtained by sensor fusion were evaluated. MEMS (Micro Electro-Mechanical System) sensors, which are electronic sensors sold in the market, are used. Another purpose of this thesis is to increase the usability of gyro, accelerometer and magnetometer sensors to be used in electronic projects by explaining platform independent. Each sensor's own coordinate system has been extracted by making trigonometric calculations of the received data. Explained the cause and solution of exceptions and restrictions such as gimbal locking. In this thesis, X-NUCLEO-IKS01A2 sensor kit and NUCLEO-L073RZ processor kit belonging to ST company were used. The received data are buffered by calibrating and merging. A packet protocol is created with the raw data from these data and sensors. Transmitted to the PC program written within the scope of the thesis. All data were converted to the appropriate table format after being taken. For classification, real-time data was recorded by imitating the motion system of the vehicles. These movements are selected as: acceleration, deceleration, stationary stop on a straight road, acceleration, deceleration and stationary stop on an incline. Each motion table that is about to be processed and all unprocessed data were evaluated with Decision Tree, Perceptron, Gradient Boost Regressor, Multi Layer Perceptron, which are artificial intelligence algorithms.

Keywords: Sensör Fusion, Accelerometer, Gyroscope, Magnetometer, ArtificialIntelligent, Classification

A FUZZY BASED MULTICRITIA DECISION MAKING MODEL FOR PRIORITIZING ENTREPRENEURSHIP PROJECTS: AN APPLICATION IN FINANCIAL SECTOR

Rumeysa Değermenci

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği
rumeysadegermenci@gmail.com

İhsan Kaya

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi/endüstri Mühendisliği Bölümü/Yöneylem Araştırması
Ana bilim dalı, Endüstri Mühendisliği
ihkaya@yildiz.edu.tr

Abstract

Today, many companies desire to invest in entrepreneurship projects in order to adapt to the conditions required by the age, to be sustainable, to expand their existing market share and / or gain competitive advantage, to reach new technologies with the least cost, to have an innovative vision, to seize opportunities that others cannot see. So, they can be evaluated by a methodology based on multicriteria decision making (MCDM). While investing in the entrepreneurship projects, it is very difficult for businesses to make an efficient and effective choice between among alternatives by considering internal and external factors based on uncertainties. MCDM techniques enable the evaluation of many measurable and non-measurable factors at the same time and can include many decision makers in this evaluation. At the same time, the existence of many criteria such as business idea, level of competition, compliance with technological trends, scalability, exit potential and the conflict of these criteria are among the issues that businesses should consider when making investments. In order to overcome all these difficulties, a MCDM methodology based on the fuzzy set theory (FST) has been suggested to obtain results. For this aim, one of the fuzzy sets extensions named Pythagorean Fuzzy Sets (PFSs) and has been widely used recently is integrated into the proposed MCDM model better modeling of uncertainty and better management of the process will be provided. In this study, it has been tried to prioritize the entrepreneurship projects to be invested in the finance company by using a MCDM methodology based on PFSs. First of all, the criteria for the company's entrepreneurship project selection have been determined by experts' idea and a literature analysis. Then, the relationship between these criteria has been analyzed with the DEMATEL approach and their weights are also calculated using the AHP method or ANP method based on PFSs. In the application stage, five alternative projects have been selected from the entrepreneurship projects to be evaluated in the company and these alternatives have been ranked by using the fuzzy TOPSIS method based on PFSs.

Keywords: Entrepreneurship Projects, Pythagorean Fuzzy Sets, Multi Criteria Decision Making, Fuzzy Logic, Pythagorean Fuzzy DEMATEL, Pythagorean Fuzzy AHP, Pythagorean Fuzzy ANP, Pythagorean Fuzzy TOPSIS

DETERMINATION OF ANTI-PROMASTIGOTE EFFECT OF EXTRACELLULAR VESICLES OBTAINED FROM WHARTON JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS FOR THE TREATMENT OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS

Gülnaz YILDIRIM KÖKEN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi/Biyomühendislik Bölümü, Kimya-Metalürji Fakültesi/Biyomühendislik Bölümü
gulnazyildirim88@gmail.com

Adil ALLAHVERDİYEV

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi/Biyomühendislik Bölümü, Kimya-Metalürji Fakültesi/Biyomühendislik Bölümü
adilmoglu@gmail.com

Emrah ŐEFİK ABAMOR

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi/Biyomühendislik Bölümü, Kimya-Metalürji Fakültesi/Biyomühendislik Bölümü
esabamor@gmail.com

Erdal KARAÖZ

İstinye Üniversitesi, Tıp Fakültesi/Histoloji ve Embriyoloji ABD, Tıp Fakültesi/Histoloji ve Embriyoloji
ekaraoz@hotmail.com

Abstract

Leishmaniasis is a tropical disease caused by intracellular parasites and important public health problems of the World and Turkey. Cutaneous Leishmaniasis (CL) has the ability to form lesions on the skin. Wharton Jelly (WJ) is a gelatinous tissue containing myofibroblast-like stromal cells within the umbilical cord. Easy isolation, lack of ethical problems, high proliferation and immunomodulatory properties of mesenchymal stem cells (MSC) measured by umbilical cord make them a valuable tool in stem cell research. It has been shown in various studies that MSC have the capacity to reverse acute and chronic diseases with paracrine mechanisms in different experimental models. This paracrine action is thought to occur through the extracellular vesicles (EV) responsible for the communication of mRNA, microRNA and proteins. One of the EVs released from stem cells are exosomes. However, to date, a study has been conducted to examine the effectiveness of WJ-derived exosomes in the treatment of Leishmaniasis. The purpose of this study is; determination of in vitro antileishmanial activity of exosomes isolated from WJ on L.major parasites. The isolated MSC-based exosomes were characterized, their cytotoxic effects were determined in cell lines, and the anti-promastigote effect of non-toxic concentrations on L.major parasites was analyzed. Concentrations of exosomes varying between 25-100 µg/ml were used and it was determined that these concentrations did not cause any toxic effects in the Vero cell. A significant decrease was found in exosome doses compared to the control group (p <0.001). Exosomes showed the highest antileishmanial activity at a concentration of 50 µg/ml. These results show that exosomes obtained from WJ-derived mesenchymal stem cells are a powerful antileishmanial agent. It is thought that promising results may occur in the treatment of CL in the future as a result of using exosomes alone or with conventional agents.

Keywords: Cutaneous Leishmaniasis, Extracellular Vesicles, Exosome, Mesenchymal Stem Cell, Wharton Jelly

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT BINDERS ON THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF WATER-BASED PAINTS

Serkan YILMAZSÖNMEZ

Kocaeli Üniversitesi, Hereke Ömer İsmet Uzunyol Meslek Yüksekokulu, Boya Teknolojisi
serkan.yilmazsonmez@akzonobel.com

Hakan URAS

Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği
hakan.uras@akzonobel.com

Abstract

Paint is a chemical coating material that protects the surface from environmental effects by forming a thin film layer on the applied surface and gives the surface a decorative feature. Binders, pigments, additives, and solvents are the main components of the paint [1]. The polymer or binder component holds the coating together and provides many of the performance properties required for significant coating applications. A high molecular weight polymeric material is often used as the binder to provide the hardness and resistance properties required to protect the substrate and provide a durable coating. In practical systems, the minimum molecular weight of thermoplastic polymers targeted for coating applications is around 50 000 g/mol [2-3]. Binders ensure that the pigments remain in the paint and adhere to the surface where the paint is applied, and they give the scrub resistance feature to the paint. Painted surfaces should be tested for resistance to abrasion/scrubbing that can occur due to brush, sponge, or other reasons, and the cleanability of the paint is checked with the wet scrub resistance test [4]. In this study, the effects of the type of binder used in water-based paints on the performance properties of the paint were investigated. For this, firstly, coatings with styrene acrylate (STR/AC), vinyl acrylate-butyl acrylate (VA/BA) binders were produced. Then, four different coating recipes were created by using the blends of these binders in different proportions. Paint tests were applied such as opacity, gloss, viscosity, and wet scrubbing resistance to all coatings produced. As a result of the study, it was observed that the styrene acrylate-based coating showed better scrub resistance than the coatings containing both VA / BA and binder blends. In the covering tests, the VA/BA-based coating gave the highest value, while the coatings containing the binder blend gave results between the opacity values of the pure binders.

Keywords: Styrene acrylate, binder, abrasion resistance, opacity

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ANTICANCER ROLE OF GENISTEIN AS A POLYPHENOLIC COMPOUND AND ANDROGEN RECEPTOR STATUS IN PROSTATE CANCER

Asuman Deveci Özkan

Sakarya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji
deveci@sakarya.edu.tr

Abstract

Androgens and the androgen receptor (AR) have an important role in prostate cancer development. Therefore, androgen deprivation therapy (ADT) emerges as the primary treatment option for prostate cancer patients. However, most patients develop castration-resistant prostate cancer (CRPC), which ultimately results in the death of the patient. Recent studies have been investigating new therapeutic approaches in CRPC treatment, including dietary changes, and soy isoflavones have become the focus of attention due to their positive effects on many diseases, particularly in hormone-related cancers such as prostate and breast cancer. Genistein, as a natural isoflavone, is a phytoestrogen with a broad pharmacological action also plays a role in cell proliferation, regulation of the cell cycle, apoptosis, angiogenesis, and tumor cell metastasis. Studies have shown that genistein exerts a pleiotropic effect on prostate cancer cell proliferation and AR activity, depending on the AR status of the cells. Thus, investigating the effect of genistein on the AR signaling pathway in the prevention and/or treatment of prostate cancer appears to be a potential therapeutic target. In this study, it was aimed to reveal the current information about the anticancer potential of genistein mediated by its effects on the AR signaling pathway, with a particular focus on molecular action mechanisms. Thus, by summarizing the current knowledge and hypotheses regarding the action mechanisms of genistein on the AR signaling pathway in the development of prostate cancer, the future direction of its use as a potential treatment strategy in patients will be enlightened and the literature will be contributed to this issue.

Keywords: Androgen receptor, genistein, isoflavone, prostate cancer

COMPARISON OF THE USE OF PLATE AND INTRAMEDULLARY NAIL WITH FINITE ELEMENT ANALYSIS IN STABILIZING FEMUR SHAFT FRACTURES

Ayberk Dizdar

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomedikal Mühendisliği, Biyomedikal Mühendisliği
ayberk.dizdar@gmail.com

Arif Özkan

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

Talip Çelik

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği, Biyomedikal Mühendisliği
talip.celik@kocaeli.edu.tr

Abstract

Bone is a living tissue and its able to repair fractures by itself with its various mechanisms. It is critical that the fracture line remains constant in order for bone fractures to heal. One of the challenge to keeping the fracture line stable is the stress shield effect. Metal implants, which are very rigid compared to bone, are used to heal fractures. Rigid implants disrupt the physiological load flow in the bone, which can cause a stress shield effect. Fixation with plate and intramedullary nails are two commonly used methods for fixation of femoral fractures. The positioning site in fixation with an intramedullary nail is thought to have less effect on load flow in intact femoral bone than with plate fixation. To observe this situation, axial load was applied to the intact femur, plate-femur, and intramedullary nail-femur models, and the resulting equivalent stresses and stress distributions in the bone models were examined. Equivalent stress values in implants were obtained with a similar result, but the stresses in the intramedullary nail showed a more homogeneous distribution. In the strain distributions formed as a result of the study, the strain distribution formed in the intramedullary nail applied model is more similar to the strain distribution formed in the healthy femur. As a result of this study, the method of fixation with intramedullary nails was found to be more successful.

Keywords: Finite element analysis, plate, intramedullary nail

COATING OF HYDROXYAPATITE NANOPARTICLES, SYNTHESIZED BY MICROEMULSION TECHNIQUE, ON Ti6Al4V ALLOY WITH ELECTROPHORETIC DEPOSITION METHOD

Mustafa Burak Telli

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
mustafa.telli@kocaeli.edu.tr

Arzu Altınpınar

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
arzufizik@hotmail.com

Abstract

Hydroxyapatite (HAp) nanoparticles synthesized by microemulsion technique were coated on Ti6Al4V substrates by electrophoretic deposition (EPD) method in this study. Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) surfactant, calcium hydroxide water based solution, benzene organic medium and diluted orthophosphoric acid were used in synthesis of hydroxyapatite nanoparticles. HAp nanoparticles were synthesized in the water microemulsion formed by a rapid mixing process. Synthesized HAp nanoparticles were coated on Ti6Al4V substrates for 5, 10, 15, 20, and 30 minutes by an electrophoretic deposition method, dried slowly in the air environment and sintered 1000 ° C under 10⁻⁴ mbar vacuum for 20 minutes. Crystal structure formation of the synthesized hydroxyapatite nanoparticles and coatings were investigated using X-Ray diffraction (XRD). Microstructures of the coatings before and after sintering were examined with a light microscope. In addition, Scanning Electron Microscopy (SEM) investigations showed that the size of the synthesized Hap nanoparticles was in the range of 20-200 nm.

Keywords: Hydroxyapatite, Microemulsion, Electrophoretic Deposition, Ti6Al4V, Sintering

ACCURACY OF RESTING METABOLIC RATE EQUATIONS

Binnur Okan Bakır

Yeditepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
binnur.bakir@yeditepe.edu.tr

İrem Kaya Cebioğlu

Yeditepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
irem.cebioglu@yeditepe.edu.tr

Abstract

Objective: Resting metabolic rate (RMR) is recommended to be measured using indirect calorimetry. Since an indirect calorimeter may not be available in all settings, there are predictive equations used worldwide. As the predictive equations' accuracy may depend on ethnicity, we aimed to evaluate the most accurate prediction equation in Turkish adults. **Methods:** We included 57 voluntary participants (68.4% women) who were at normal body weight, and overweight or obese (64%). Harris-Benedict; Owen; WHO/FAO/UNU weight; and WHO/FAO/UNU weight and height equations; and Mifflin-St. Jeor equations were used to compare the predicted RMRs and the indirect calorimeter measurements. The root mean square error, mean percentage differences, and the concordance correlation coefficient was calculated, and Bland-Altman plots were used to indicate the predictivity of the equations and to show the deviation of the differences between predicted and measured RMRs. **Results:** Although it was not within the agreement of $\pm 10\%$ of the measured RMR which is accepted as accuracy, the Harris-Benedict equation provided the highest accuracy (61.9%), while Owen had the lowest (19%) for normal body weight. WHO/FAO/UNU weight equation had the highest accuracy with 58.3%, while Owen and WHO/FAO/UNU weight and height equation predicted with 25% accuracy for overweight and obese. **Conclusion:** Even none of the five widely used equations did show good accuracy regarding our RMR measurements via indirect calorimeter; Harris-Benedict equation is recommended for normal body weight and WHO/FAO/UNU weight equation for overweight and obese individuals until a new, population-based formula is developed.

Keywords: Resting metabolic rate, Indirect calorimeter, Prediction equation

ALKALOID EXTRACTS FROM GLAUCIUM CORNICULATUM ATTENUATES OXIDATIVE STRESS-INDUCED TAU HYPERPHOSPHORYLATION VIA REGULATING AKT/GSK-3B SIGNALING PATHWAY IN DIFFERENTIATED PC12 CELLS

Serap NIGDELIOGLU DOLANBAY

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji
serapdolanbay@gazi.edu.tr

Belma ASLIM

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji
baslim@gazi.edu.tr

Abstract

Tau proteins that can stabilize the neuronal cytoskeleton are microtubule-associated proteins. Tau phosphorylation abnormalities increases the loss of tau's microtubule stabilizing capacity and neurite degeneration, and has been accepted as a pathological finding in Alzheimer's disease (AD) and other neurodegenerative diseases (NDs). Hence, tau-centered approach is on the agenda in the treatment of related diseases and in this context, natural phytochemicals with antioxidant properties can be an effective alternative in reducing the hyperphosphorylation of tau. In a previous study, we determined the alkaloid profile of alkaloid extracts from *Glaucium corniculatum*, and the anti-oxidative, anti-apoptotic, and cell cycle regulating effects of these extracts. In this study, it was aimed to investigate the reducing effects via regulating Akt/GSK-3 β signaling pathway of allocryptopine-rich alkaloid extracts (chloroform and methanol) from *G. corniculatum* on oxidative stress-induced tau hyperphosphorylation in differentiated rat pheochromocytoma cells. For this purpose, the protein levels of phosphorylated (p)-Akt (Ser473), p-GSK-3 β (Ser9), and p-Tau (Ser396 and Thr212), and total (t)-Akt, t-GSK-3 β , and t-Tau (Tau5) were measured by Western Blot analysis. According to the results, H₂O₂, an oxidative stress inducer, decreased the levels of p-Akt and p-GSK-3 β , while increasing the levels of p-Tau proteins. However, pre-treatment of both alkaloid extracts increased the levels of p-Akt (~4.5-fold) and p-GSK-3 β (~3.2-fold) while decreasing the levels of p-Tau proteins (at Ser396 ~3.7-fold at Thr212 ~2.0-fold) (compared to H₂O₂-treated group) (**p<0.01), and the best results were obtained from the chloroform alkaloid extract (CAE). These results suggested that allocryptopine-rich alkaloid extracts, especially CAE, remarkably suppressed oxidative stress-induced the hyperphosphorylation of tau via regulating Akt/GSK-3 β signaling pathway. Hence, our study showed the neuroprotective effects of allocryptopine-rich alkaloid extracts via suppression of tau hyperphosphorylation, so allocryptopine can be used as a tau aggregation inhibitor agent in drug development for AD and other NDs. This work is supported by 116S299/TUBITAK project.

Keywords: Alkaloids, allocryptopine, Akt/GSK-3 β signaling pathway, neurodegenerative diseases, tau hyperphosphorylation.

INVESTIGATION OF STABILITY OF PLGA/DOXORUBICIN NANOPARTICLES

Tuğba Koldankaya

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
tugbakoldankaya@gmail.com

Mehmet Onur Arıcan

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi
mhmtarican@hotmail.com

Olcay Mert

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya
olcay.mert@kocaeli.edu.tr

Serap Mert

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri
serap.mert@kocaeli.edu.tr

Abstract

In current cancer treatments, especially the systemic distribution of antitumor agents, nano-carrier systems have been developed to overcome many of the disadvantages encountered. Among them, polymeric nanoparticles have drawn great attention with their many advantages such as having small sizes, ability to tumor-targeted drug release, easy to fabrication, having high stability, biodegradability, and so on [1, 2]. First of all, the water in the environment must be removed for the nanoparticles (NP), which are generally prepared in the form of liquid suspensions, to be applied clinically and to be stored on shelves for a long time. If the water in the formulation is not removed, some physical and chemical instabilities may occur as a result of the NPs remaining in liquid form [3, 4]. In this study, PLGA/doxorubicin nanoparticles were formulated with changing various parameters such as surfactant concentration and drug/polymer ratio. The size analyses were performed and drug loading efficiency of the NPs were calculated. The stability of these NPs with/without sugar has been examined by the freeze-thaw process in detail.

Keywords: Poly(lactide-co-glycolide), Doxorubicin, Nanoparticle

Acknowledgments

This study was supported by Kocaeli University Scientific Research Projects Coordination Unit. Project Number: FYL-2021-2446.

Kaynaklar/References

- [1] Wang, X., Yang, L., Chen, Z. G., Shin, D. M., 2008, CA Cancer J Clin, 58, 97-110.
- [2] Derman, S., Kızılbey, K., Akdeste, Z. M., 2013, Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 31, 107-120.
- [3] Abdelwahed, W., Degobert, G., Stainmesse, S. Fessi, H., 2006, Advanced Drug Delivery Reviews, 58, 1688-1713.
- [4] Picco, A. S., Ferreira, L. F., Liberato, M. S., Mondo, G. B., Cardoso, M. B., 2018, Nanomedicine, 13, 179-190.

THERMOSENSITIVE POLY(MENTHIDE)-PEG HYDROGEL SYSTEMS FOR LOCAL TREATMENT

Tuğba Koldankaya

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı
tugbakoldankaya@gmail.com

Mehmet Onur Arıcan

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı
mhmtarican@hotmail.com

Handan Çoban

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya
handancobann@gmail.com

Sezgi Erdoğan

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı
sezgierdogan@hotmail.com

Olcay Mert

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya
olcay.mert@kocaeli.edu.tr

Serap Mert

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri
serap.mert@kocaeli.edu.tr

Abstract

The chemotherapy method is commonly used in the treatment of cancer diseases which result in serious deaths worldwide. In this method, in which drug distribution takes place systemically, delivering sufficient drug concentration to the target tumor tissue and maintaining the drug level here is a big problem. Serious toxic effects occur due to this systemic distribution [1]. Contrary to conventional cancer treatments, applications of localized drug release system both diminish toxicity in healthy tissues and provide continuous release of therapeutic agents in the site of action by preventing the systemic distribution [2]. Injectable polymeric hydrogels, which particularly notable for their use in drug delivery systems, can be applied locally to the tumor region without any surgical operation. Among them, physically crosslinked thermosensitive injectable hydrogels are available in the form of aqueous solution at low temperatures, while at higher temperatures they change to the gel form [3]. Within the scope of this study, biodegradable MePEG-poly(menthide) (AB diblock) and poly(menthide)-PEG-poly(menthide) (ABA triblock) copolymers were synthesized by the method of ring opening polymerization of (-)-menthide as an alternative to PEG-based PLA, PLGA, and PCL copolymers, and their characterizations were carried out using spectroscopic (NMR, ATR-FTIR), chromatographic (GPC), and thermal techniques. Subsequently, thermosensitive properties of the synthesized copolymers were meticulously investigated to produce injectable hydrogels for localized drug delivery systems. As a result, copolymers that can be injected at 42-45 °C (sol form) and can show gel form by cooling to body temperature were determined.

Keywords: Local Treatment, Thermosensitive Biodegradable Polymers, Poly(Menthide)

Acknowledgments

This study was financially supported by TUBITAK with project number 119Z137.

Kaynaklar/ References

- [1] De Souza, R., Zahedi, P., Allen, C. J., Piquette-Miller, M. 2010, Drug Delivery, 17, 365-375.
- [2] Norouzi, M., Nazari, B., Miller, D. W. 2016, Drug Discovery Today, 21, 1835-1849.
- [3] Huynh, C. T., Nguyen, M. K., Lee, D. S. 2011, Macromolecules, 44, 6629-6636.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF TRANS-DACH BASED SQUARAMIDE ORGANOCATALYST

Özden Erdebil

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı
ozdenerdebil@gmail.com

Serap Mert

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri
serap.mert@kocaeli.edu.tr

Olcay Mert

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya
olcay.mert@kocaeli.edu.tr

Ayşenur Vardar

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya
vardar.aysenur@gmail.com

Abstract

Squaramide organocatalysts consist of the combination of an H-bond donor (squaramide) and an H-bond acceptor (amine). Squaramide catalysts, which were developed for asymmetric synthesis by Rawal's group for the first time in 2008, are preferred in many reactions due to their bifunctional structure [1]. Squaramides differ significantly from other organocatalysts due to their properties such as H-bond angle, H-bond spacing, and functionality. The most important difference between the other organic catalysts and squaramides is the relative distance and spacing between the two N-H groups. This differences were attributed to the “square structure” of cyclobutendione. The squaramides could form strong H-bonds with the carbonyl group [2,3]. For this reason, there are some studies related to the squaramides being an effective catalysts for lactide polymerization in the literature [4,5]. The reason for using squaramide as an organocatalyst is that while the squaramide part in the catalyst structure forms strong hydrogen bonds with the carbonyl group; the basic side consisting of tertiary amine in the second part activates the alcohol in the reaction medium. This results in obtaining an efficient bifunctional catalyst. In this study, starting from (1R,2R)-1,2-DACH mono -(+)-tartrate salt, 3-(((1R,2R)-2-(piperidin-1-yl)cyclohexyl)amino)-4-((4-(trifluoromethyl)phenethyl)amino)cyclobut-3-ene-1,2-dione organocatalyst was synthesized. After obtaining (1R,2R)-1,2-DACH in free form starting from the (1R,2R)-1,2-DACH mono-(+)-tartrate salt in basic medium, one of the free amines was protected. In the next steps, the single protected (1R,2R)-1,2-DACH is converted to the piperidine ring by the ring closure reaction of the free amine and the protection on the amine was removed. In the last step, the organocatalyst is obtained from the reaction of the free amine of piperidine functionalized (1R,2R)-1,2-DACH with the squaramide starting material. All the compounds synthesized in this study were characterized by using ¹H- and ¹³C-NMR, FT-IR analysis.

Keywords: Squaramide, organocatalyst, polymer

Acknowledgement:

This study was supported by Kocaeli University Scientific Research Projects Coordination Unit.
Project
Number: FYL-2021-2516.

Kaynaklar

- [1] Malerich, J. P., Hagihara K., Rawal, V. H. 2008. J. Am. Chem. Soc., 130 (44), 14416-14417.
- [2] Zhao, B. -L., Li, J. -H., Du, D. -M. 2017The Chemical Record, 17, 994-1018.
- [3] Ni, X., Li, X., Wang, Z., Cheng, J. -P. 2014. Org. Lett., 16, 1786-1789.
- [4]Specklin, D., Hild, F.,Chen, L., Thevenin, L., Munch, M., Dumas, F., Bideau, F. L., Dagherne, S. 2017, ChemCatChem, 9, 3041-3046.
- [5] Rostami, A., Sadeh, E., Ahmadi, S. 2017. J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem., 55, 2483-2493.

THE IMPACT OF COVID-19 ON FIRMS INTERNATIONALIZATION

Denada Lica

University Aleksander Moisiu, Durres, Faculty of Business, Department of Management
denadalica@hotmail.it

Abstract

Many firms, due to pandemic situation, had to rethink regarding strategies of location choice. Recent literature investigates on how COVID-19 pandemic has influenced the process of firms' internationalization and its effects on global value chains and management, but still remain some doubts on this topic. For instance, many manufacturing firms due to coronavirus pandemic, have reshored in their home country part of their activities that previously was offshored. Also, the COVID-19 pandemic has intensified the debate related to the reconfiguration of firms' value chains. Moreover, the extent of its actual impact on internationalization process is still uncertain due to the spread of the disease. The purpose of this article is to analyze the impact of COVID-19 pandemic on firms' location choices, in particular on manufacturing firms. Moreover, it will investigate the influence of the pandemic on firms' key business processes and in particular how they conducted the business management during the pandemic. Both qualitative and quantitative methods will be used in order to conduct the study. A literature review will be used in order to individuate the investigated firms following by a cluster analysis. This study offers important insights on strategies of location choices due to pandemic coronavirus. The results of the study show that COVID-19 has a significant impact on internationalization process firstly, constraining firms rethinking on the manufacturing location decision and, secondly on the reconfiguration of the firms' value chains. It contributes on enlarging the literature on international business. Future studies may implement the methodology used in this study in order to extend the understanding of the issue.

Keywords: internationalization, COVID-19, strategies, offshoring, reshoring.

EX-SITU CONSERVATION AND EXHIBITION OF THE PLANTS IN ROCKY HABITATS; NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF TURKEY 'ROCK GARDEN' AS AN EXAMPLE

Dudu Özlem MAVİ İDMAN

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Teknik Koordinatörlük, Koleksiyon Bölümü
ozlem.idman@tarimorman.gov.tr

Merve YILMAZ

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Teknik Koordinatörlük, Peyzaj ve Alan Yönetimi Bölümü
merveyildiz006@gmail.com

Yasemin SEYMAN

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Teknik Koordinatörlük, Koleksiyon Bölümü
yasemin.seyman@tarimorman.gov.tr

Ece GÖKOK

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Teknik Koordinatörlük, Koleksiyon Bölümü
ece.gokok@tarimorman.gov.tr

Rasim AKTAŞ

Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Eğitim İşleri Koordinatörlüğü, Eğitim ve Yayım Bölümü
rasim.aktas@tarimorman.gov.tr

Abstract

The rocky habitats with little or no human use and interventions are rich in terms of biodiversity. Investigating the natural and also the visually valuable rocky habitats has also a great importance in landscape studies. Displaying live plants in Botanical Gardens is extremely important in terms of both conservation and awareness. The Directorate of National Botanical Garden of Turkey (NBGT) was established in 2018 in Ankara and some concept gardens have been created in it. In this study, supported by the General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM) and numbered as TAGEM/BBAD/B/20/A1/P9/1951, it is aimed to collect the plants living in rocky habitats in Ankara from their natural habitats and to exhibit them in the NBGT area. At the same time, some endangered plants were added to the target plants in order to contribute to the conservation activities, which is the main task of Botanical Gardens. The Rock Garden, which will be established on an area of approximately 10.000 square meters, will contribute to the work done about biodiversity in Turkey and to the plant variety of the Botanical Garden. In the first year of the project, herbarium samples were prepared from the taxa that could be accessed through field studies and added to the National Herbarium collection. In addition, tissues belonging to endemic taxa were taken to silica for DNA and Tissue Banks and to 70% Ethyl alcohol solution for Anatomic Slide Collection. During the field studies, plants with high landscape value that can be displayed in the rock garden were collected and added to the collections, and reproduction works started with all the seeds collected.

Keywords: Botanical Garden, Endemic, Rock Garden, Conservation

CLUSTERING ANALYSIS BASED ON K-MEANS ALGORITHM FOR MALL DATA

Rouba Omar Alahmad Alosman

Sakarya Üniversitesi, computer and information system, information system engineering
rouba.alosman@ogr.sakarya.edu.tr

İsmail Hakkı Cedimoğlu

Sakarya Üniversitesi, computer and information system, information system engineering
cedim@sakarya.edu.tr

Sümeyye Kaynak

Sakarya Üniversitesi, computer and information system, computer engineering
sumeyye@sakarya.edu.tr

Abstract

Data mining is the process of turning raw data which are contained in huge datasets into useful information. It is well-known that data mining has different applications such image processing, data analysis, pattern recognition, market research and many more. Clustering is an important stage in data mining. Clustering analysis is the process of grouping similar objects in clusters based on common attributes among these objects. There are different methods for performing data clustering. Efficient clustering helps in taking critical decisions and also helps in improving the studied system performance. This work presents clustering analysis of real data taken from a Mall based on K- Means algorithm and using Python programming language. The Mall system has been analyzed and data have been collected. The conducted work shows the efficiency of clustering, based on K- Means algorithm, in customer classification in marketing research.

Keywords: data mining , k- Means algorithm , clustering

METHODOLOGICAL INVESTIGATION OF GRADUATE THESES AT THE SECONDARY SCHOOL LEVEL IN THE FIELDS OF DATA PROCESSING AND PROBABILITY LEARNING

Serkan Dinç

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı
srkndnc64@gmail.com

Cüneyt Yazıcı

Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
cyazici1@gmail.com

Abstract

The aim of this study is to analyze the distribution of postgraduate theses published on the subject from a methodological perspective. In order to allow the theses to be examined objectively, the researcher created a "Data Processing and Probabilistic Learning Area Theses Examination Form" by obtaining expert opinion over Google Forms. 63 master's and doctoral theses made in Turkey at secondary school level between 2005-2020; It was examined according to the variables of "Purpose", "Design", "Model", "Data Collection Tool" and "Measured Feature" and the distribution of theses by variables was determined by content analysis. The obtained findings are presented in tables and graphics, and percentage and frequency information are included. According to the findings: It was concluded that the researchers preferred scales more as data collection tools, they used the quantitative research model and the quasi-experimental design intensively. It was concluded that the most measured feature in theses is success and theses aim to reveal the effectiveness of a particular method.

Keywords: Content Analysis, Probability, Data Processing

ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ZINC NANOPARTICLES SYNTHESIZED BY CHEMICAL AND BIO-SYNTHESIS METHODS

Hasan Ufuk ÇELEBİOĞLU

Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji
ufukcelebioglu@gmail.com

Recep TAŞ

Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji
rtas@bartin.edu.tr

Abstract

Nanoparticles have distinctly distinctive features in terms of molecular properties and mass. Nanomaterials are a class of materials that are ultra-fine powders with particle sizes of 10-100 nm. Nanoparticles are used in different industrial fields, especially in the biomedical, electrical-electronics, automotive, physics, biology and chemistry sectors due to their rich valence electrons and their properties to their various electronic structures. Zinc is a blue-light gray brittle metal. It is a transition element with a low boiling temperature, found in the lattice structure of most primary and secondary minerals. In our study, it was aimed to examine and compare the antibacterial activity of the zinc nanoparticles that we synthesized. In the study, Zn nanoparticles were synthesized by biosynthesis (ZnNP-B) and chemical synthesis (ZnNp-C) methods and their structures were characterized by SEM, FTIR and XRD techniques. The biosynthesis method was obtained by using Zn(NO₃) and laurel extract as reducing agents. In the chemical method, it was obtained by reducing Zn(NO₃) with KOH. The ZnNPs obtained were washed in the same way in both methods and dried under the same conditions. Escherichia coli and Staphylacoccus aureus bacteria were used to examine its antimicrobial activity. The obtained ZnNP-B nanoparticle showed very good activity for both bacterial strains.

Keywords: Antibacterial activity, Antioxidant, Gram-negative, Gram-positive, Green Synthesis, Nanoparticles

ISOLATION OF BACTERIOCIINOGENIC LACTIC ACID BACTERIA FROM RAW MEAT AND MEAT PRODUCTS AND THEIR IDENTIFICATION BY MOLECULAR METHODS

Burak Geniş

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
burakgenis@hotmail.com

Yasin Tuncer

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
yasintuncer@sdu.edu.tr

Abstract

In this study, isolation of bacteriocinogenic lactic acid bacteria (LAB) from raw meat and meat products and identification of these isolates by molecular methods were aimed. For this purpose, a total of 120 raw meat (20 lamb/sheep, 20 goat and 20 calves) and meat product (40 sausage and 20 pastrami) samples obtained from Afyonkarahisar, Antalya, Isparta, Kayseri and Muğla provinces were used. As a result of the antibacterial activity screening tests using *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* as indicator bacteria, it was determined that 18 isolates gave zones with diameters varying between 3 and 22 mm against the indicator bacteria. All 18 isolates were determined to be Gram positive and catalase negative, and isolates were identified as presumptive LAB. Antibacterial activity spectra of 18 isolates were tested against 28 indicator bacteria. As a result of the tests to determine the activity spectrum, 8 isolates that gave a sharp-edged zone greater than 4 mm and were determined to have a broad spectrum of activity were selected as working materials. It was determined that all antibacterial agents produced by 8 isolates lost their activity with the application of proteolytic enzymes. In line with these results, 8 isolates were identified as bacteriocin producers. As a result of 16S rRNA gene sequence analysis and species-specific polymerase chain reaction (PCR) analyzes, 5 of the isolates were identified as *Enterococcus faecium* and 3 of them as *E. mundtii*. Random Amplified Polymorphic-DNA (RAPD-PCR) method was used for the genotyping of *Enterococcus* strains. Agarose gel electrophoresis profiles of DNA fragments amplified by RAPD-PCR were analyzed with GelJ program. As a result of RAPD-PCR profiles, 8 different patterns were determined and it was determined that the isolates were genotypically different from each other.

Keywords: Raw meat, Meat product, Bacteriocin, Lactic acid bacteria (LAB), *Enterococcus*, Polymerase chain reaction (PCR)

INVESTIGATION OF FLUORESCENCE QUANTUM YIELD AND LIFETIME OF NEW NICKEL(II) PHTHALOCYANINE DERIVATIVE

Ömer GÜNGÖR

Advanced Vocational School of Hereke Asım Kocabıyık, Department of Chemistry Technology, University of
Kocaeli, Kocaeli, Turkey

omer.gungor@kocaeli.edu.tr (ORCID): 0000-0002-3835-2920

Abstract

Since the discovery of the phthalocyanines, the main focus of the chemists has been on tailoring of their properties to produce molecular materials for previously targeted medical or technological applications. Thus many efforts are geared towards the synthetic strategies in order to increase the range of possible molecules. The intense blue-green color of phthalocyanines is due to the electronic delocalization of their 18 π electrons. This made them to be initially utilized industrially as dyes and pigments in various fields. In recent years, the fabrication and study of electric, electronic and photonic devices employing organic semiconductors have attracted much attention. This is mainly due to their advantages of low cost, simplicity of device fabrication, and interesting electrical and optical properties Nickel Phthalocyanine (NiPc) is insoluble in water so it seems reasonable to investigate NiPc as a humidity sensor (2). In addition to, etals such as Ni, Fe and Pt are well-known catalysts for graphite formation. In this study, the synthesis of a new type A2B2 nickel(II) phthalocyanine compound was reported for the first time. New phthalocyanine was fully characterized by standard spectroscopic methods (FT-IR, ¹H-NMR, UV/Vis and mass spectroscopies) and elemental analysis as well. Also, it was Investigated of Fluorescence Quantum Yield and Lifetime

References

- 1- Dumoulin, F., Durmuş, M., Ahsen, V., Nyokon, T. Synthetic pathways to water-soluble phthalocyanines and close analogs. 254 (23-24), 2792-2847, 2010.
- 2- M.T. Hussein, E. M. Nasir, A. H. Al-Aarajiy. Study on the UV-Visible of Ni-Phthalocyanine thin film Optical Properties. Int. J. Thin Film Sci. Tec. 1 (2), 71-76, 2012.

DEVELOPMENT OF A BORON NITRIDE BASED BIOSENSOR

Celal Cem CİNCİOĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik ve Malzeme
Mühendisliği
cccincioglu@gmail.com

Zikriye ÖZBEK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik
zikriye@comu.edu.tr

Abstract

Biosensors have a wide range of applications in many areas, including the food processing industry, due to their simple handling, high sensitivity, short analysis time, low cost of analysis and potential for real-time measurements. Routine determination of residual pesticide amounts in foodstuffs in the food industry is extremely important for human health. Some of the methods used for the determination of pesticides are time-consuming, labor-intensive and expensive. The use of biosensors in the determination of pesticides is seen as an important alternative. The phosphorylated and carbamate classes of pesticides bind to the active esteric domain of the enzyme and inhibit the biocatalytic activity of the catalytic triad of AChE ((histidine, serine, and aspartic acid) by phosphorylation and carbonylation. adsorption, crosslinking and arrest into polymer matrix have been used in recent years. Nevertheless, the number of studies was not sufficient. The use of conductive polymers, their derivatives, copolymers and composites as transducers in biosensors based on acetylcholinesterase inhibition should be expanded. The development of ideal pesticide biosensors that are fast, easy to use, economical, stable and have low detection limits are considered important for future promises with the new studies to be made on the subject. In this study, boron nitride biosensors will be designed for pesticide determination. In order to determine the optimum working conditions of acetylcholine esterase enzyme electrode immobilized on boron nitride thin film, the current values measured for pH effect, ambient temperature and buffer solution concentration will be examined. Next, the stability of the biosensor and the influence of particles that can interfere with the electrode response will be determined.

Keywords: Boron Nitride, Acetylcholine esterase, Pesticide

PERFORMANCE ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN SOUTH EAST REGION CITIES OF TURKEY BASED ON METEOROLOGICAL DATA

Muhammed Selman EREL

Ankara Yildirim Beyazit University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering

mserel@ybu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6719-0433

Abstract

Increase in energy consumption has triggered people to find cleaner and low-cost energy resources. Such energy resources are nothing but renewable energy resources. They do not waste the environment like petroleum-based resources. Also, their establishment is rather low-cost compared to other energy types. Solar energy is one of the fundamental member of renewable energy resources. Nowadays, photovoltaic systems are rather common at high sunshine duration countries. Turkey is one of such countries. It is located between 36°N and 42°N latitudes. South East region is the most sunshine region per year and hottest region in Turkey. Although irradiance increases output power, temperature rise decreases output power. In this paper, performance analysis of photovoltaic systems in 9 cities of Turkey's South East region, Şırnak, Batman, Siirt, Mardin, Diyarbakır, Şanlıurfa, Adıyaman, Gaziantep and Kilis based on meteorological data including temperature, irradiance are carried out. All in all, combined parameter analysis will give the overall performance of photovoltaic systems in Turkey's South East Region and this analysis will ease investors and energy producers to decide to establish photovoltaic systems in 9 cities of Turkey's South East Region.

Keywords: Performance, Analysis, Photovoltaic, Solar cell, Renewable Energy, Temperature.

FULL PAPERS

AKCİĞER NODÜL TESPİTİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLER VE YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİSİNE GENEL BAKIŞ

Yasin İLHAN

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği
yasin.ilhan@saglik.gov.tr, ORCID: 0000-0001-8671-6250

Arif ÖZKAN

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği
arif.ozkan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1288-6166

Özet

Akciğer kanseri dünyada ölümlere yol açan hastalıkların başında gelmektedir. Akciğer kanserinin tedavisi kadar erken teşhis edilmesi de bir o kadar kansere bağlı ölümlerle mücadele önemlidir. Mevcutta kullanılan Bilgisayarlı Tomografi, X-ray, Pozitron Emisyon Tomografisi görüntülerinin manuel olarak radyolog tarafından raporlanması ve hastaya fiziki ve mental zorluk veren İğne Biyopsisi yöntemlerinin yerine medikal görüntüleme teknolojisinde yapay zekâ kullanılmasını öneriyoruz. Medikal görüntülerin hekim tarafından raporlanması sürecinde önemsenmeyen ve gözden kaçan akciğer nodüllerinin erken evrede teşhis edilmemesine bağlı olarak kanser hücrelerine dönüşerek ölümleri beraberinde getireceği unutulmamalıdır. Mevcutta kullanılan BT, PET ve X-ray görüntülerinde analiz ve sınıflandırma gerçekleştiren tam otomatik yazılımlar vasıtasıyla kanserle mücadele süreci daha kolay gerçekleştirilecektir. Nodüllerin tespit ve sınıflandırma başarısı ve hassasiyeti yüksek olan yapay zeka teknolojili yazılımların yaygınlaştırılması mevcut sistemde tıbbi hataların önüne geçerek radyolog bulunmayan sağlık tesislerince sevk ve yönlendirme süreçleri daha doğru yönetilecektir. İş yükü yoğun olan hastaneler için insan gücü ve maliyet açısından bu durum daha avantajlı hale gelecektir. Yapay zekâ algoritmaları kullanarak tasarlanan tam otomatik sistem vasıtasıyla medikal görüntüleme teknolojisinin mevcut akciğer nodül teşhis yöntemlerine olan avantajları ve üstünlükleri bu çalışmada anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nodul Tespiti, Bilgisayarlı ve Pozitron Emisyon Tomografi, Biyopsi, Yapay Zekâ Teknolojisi

OVERVIEW OF TRADITIONAL METHODS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY IN LUNG NODULE DETECTION

Abstract

A Lung cancer is one of the leading diseases that cause death in the world. It is important to be diagnosed as early as the treatment of lung cancer as well as the fight against cancer-related deaths. We recommend the use of artificial intelligence in medical imaging technology instead of the currently used Computed Tomography, X-ray, Positron Emission Tomography images manually by a radiologist and Needle Biopsy methods that give the patient physical and mental difficulties. It should be kept in mind that lung nodules that are ignored and overlooked in the process of reporting medical images by the physician will turn into cancer cells and cause deaths due to not being diagnosed at an early stage. The cancer-fighting process will be carried out more easily through fully automatic software that perform analysis and classification of CT, PET and X-Ray images currently used. The dissemination of artificial intelligence technology software with high sensitivity and success in detecting and classifying nodules will prevent medical errors in the current system, and referral and orientation processes will be managed more accurately by healthcare facilities that do not have radiologists. This will be more advantageous in terms of manpower and cost for hospitals with heavy workloads. The advantages and advantages of medical imaging technology over existing lung nodule diagnosis methods by means of a fully automated system designed using artificial intelligence algorithms are explained in this study.

Keywords: Nodule Detection, Computed and Positron Emission Tomography, Biopsy, Artificial Intelligence Technology

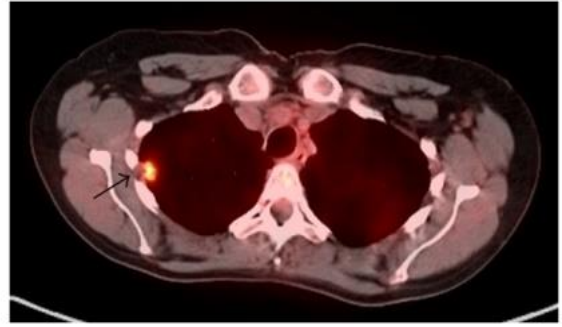
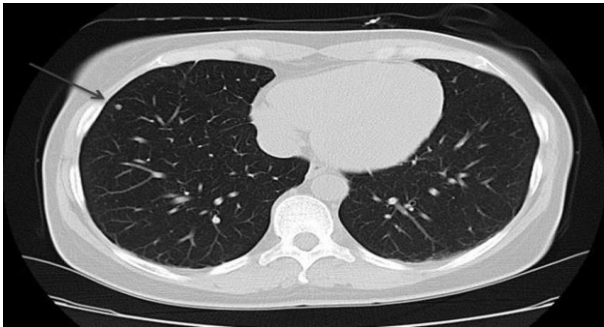
1. GİRİŞ

Akciğer kanseri, dünya çapında erkeklerde ve kadınlarda kansere bağlı ölümlerin önde gelen nedenlerindedir[1]. Akciğer kanseri yapısal olarak normal akciğer dokusundan olan hücrelerin ihtiyaç ve kontrol dışı çoğalarak akciğer içinde bir kitle (tümör) oluşturmasıyla başlar. Burada oluşan kitle öncelikle bulunduğu ortamda büyür, daha ileri aşamalarda ise çevre dokulara veya dolaşım yoluyla uzak organlara (karaciğer, kemik, beyin, vb.) yayılarak hasara yol açar. Akciğer nodüllerin erken tespit edilmesi, akciğer kanserinin klinik teşhis ve yönetiminde çok önemlidir. Akciğer nodülleri tedavi edilebilir aşamada tespit edildiğinde hasta birey için hayatta kalma şansı artacaktır. Fleischner Derneği tarafından önerilen göğüs görüntülemesi için terimler sözlüğüne göre, yaklaşık çapı 3 cm'den küçük yuvarlak donukluk olarak tanımlanır [2]. Akciğer nodüllerinin bazılarında büyüme ve şekil bozukluğuna bağlı olarak habis (kanser) olup olmadıklarını belirlemek için testler istenebilir. Genel olarak, 3 mm'den küçük nodüller iyi huylu olma eğilimindeyken, 20 mm ve daha büyük nodüllerin kötü huylu olma ihtimaline karşı daha gelişmiş yöntemlerle tetkik edilmesi uygun görülebilir[3]. Kötü huylu akciğer nodülleri, akciğerin kendi kanseri ya da vücudun başka yerinde bulunan bir kanserin akciğerlere metastaz (yayılan) yapması sonucu meydana gelirler. Akciğer nodüllerinin tespit edilmesinde günümüzde Bilgisayarlı Tomografi(BT) Görüntülemesi, Pozitron Emisyon Tomografisi(PET) Taraması ve İğne Biyopsisi yöntemleri kullanılmaktadır. BT ve PET taramalarında Radyolog tarafından medikal görüntülerin raporlanması yapılarak hastalık teşhis süreci başlar. Bahsedilen sistem tamamen manuel sistem olup, operatör hatalarına açıktır. Bu durum radyologların gözünden kaçan ve önemsenmeyen nodüllerin ilerleyen süreçlerde hastalarda kanser hücresi olarak karşımıza çıkmasına sebep olacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 BT ve PET Taramalarının Raporlanması

Bilgisayarlı tomografi, günümüz tıp dünyasında sıklıkla kullanılan vazgeçilmez tanısal yöntemlerden biridir. X ışını temelli bir görüntüleme sistemi olmakla beraber yeni gelişen yöntemler ile çok düşük radyasyon dozları ile görüntüleme yapılabilmektedir[4]. Yine Pozitron Emisyon Tomografisi de; damar yolu ile enjekte edilen metabolik radyoaktif ajanların biriktiği normal veya patolojik dokuları görüntüleyen bir görüntüleme tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel anlamda metabolik veya fonksiyonel görüntüleme için kullanılır[5]. Her iki yöntemle de X ışınları vasıtasıyla medikal görüntü oluşturulmakta ve oluşan medikal görüntülerden nodüllerin detekte edilmesi için radyologlar tarafından bu süreç yürütülmektedir. Radyologların iş yoğunluğunun fazla olması ile birlikte medikal görüntülerde bazı akciğer nodülleri gözden kaçabilmektedir. Bu durum tam otomatik bir sistem dizaynını zorunlu hale getirmektedir. Şekil 1'de akciğerinde nodül olan bireylere ait Bilgisayarlı Tomografi ve Pozitron Emisyon Tomografi Görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1. BT ve PET Taramalarında Akciğer Nodülü Gösterimi

2.2 İğne Biyopsisi Yöntemi

Biyopsi, bir nodül veya anormalliğin bulunmasına ve mikroskop altında incelenmek üzere bir doku örneğinin çıkarılmasına yardımcı olmak için görüntüleme rehberliğini kullanan bir yöntemdir[6]. Bilgisayarlı Tomografi ile bir nodülün iyi huylu olduğunu doğrulayamadığında veya bir nodüle bronkoskopi veya diğer yöntemlerle ulaşılmadığında biyopsi gerekli olmaktadır. İğne biyopsileri genellikle bilgisayarlı tomografi (BT), floroskopi, ultrason veya MRI rehberliğinde

yapılır[7]. Hekim, görüntüleme rehberliğini kullanarak iğneyi deriden sokar ve lezyona doğru ilerletir. Doku örnekleri daha sonra birkaç yöntemden biri kullanılarak alınacaktır. İnce iğne aspirasyonunda, sıvıyı veya hücre kümelerini çekmek için ince bir iğne ve bir şırınga kullanılır. Bir çekirdek iğne biyopsisinde, otomatik mekanizma etkinleştirilir, iğneyi ileri doğru hareket ettirir ve iğne kanalını veya sığ hazneyi doku "çekirdekleri" ile doldurur. Dış kılıf, dokuyu kesmek ve olukta tutmak için anında ileri doğru hareket eder. Bu işlem birkaç kez tekrarlanır. Vakum destekli biyopside iğne anormallik bölgesine yerleştirilir. Vakum cihazı etkinleştirilir, dokuyu iğne oluğuna çeker ve ardından kılıfla keser. Doku daha sonra iğnenin içi boş göbeğinden geri çekilir. Bu prosedür birkaç kez tekrar edilebilir[8]. Bir patolog tarafından, çıkarılan örnek laboratuvarında incelenir ve tedavi planlamasının başlayabilmesi için kesin bir teşhis koyulur. Bu süreç hastayı hem fiziksel hem de mental olarak olumsuz yönde etkilemektedir.



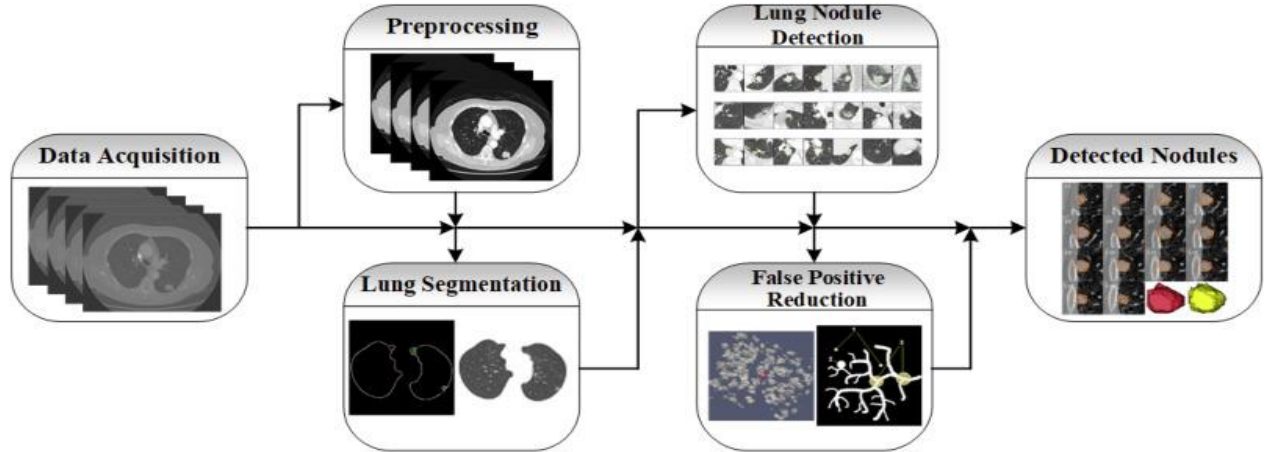
Şekil 2. Akciğer için İğne Biyopsi Uygulaması

2.3 Yapay Zekâ Teknolojisi Uygulamaları

Akciğere ait nodül tespit işlemlerinde medikal görüntü işleme uygulamaları kullanılmaktadır. Medikal görüntüleme teknolojisi olarak X-Ray Görüntüleri, Bilgisayarlı Tomografi Görüntüleri ve Pozitron Emisyon Tomografisi görüntüleri kullanılmaktadır. Bu işlemler akciğerin segmente edilerek sadece akciğer sınırını içerecek alanların elde edilme süreci ile başlamaktadır. Segmentasyon işlemlerinde eşikleme metodu kullanılmaktadır[9]. Segmentasyon işlemleri sonrasında ise nodüllerin farklı mimari ve algoritmalarla eğitilerek nodül şablonları oluşturulmaktadır. Oluşturulan nodül şablonları orijinal medikal görüntü içerisinde aranarak nodül tespit işlemleri gerçekleştirilmektedir. Tespit işlemlerinde manuel sistem yerine tam otomatik ve ya yarı otomatik sistem dizaynları göze çarpmaktadır. Böylece gözden kaçan veya önemsenmeyen akciğer nodüllerin önüne geçilerek erken teşhisle tedavi sürecinde olumlu sonuçlar alınmaktadır.

Nodül tespitinde yapay zeka teknolojisi kullanılarak yapılan çalışmalara bakıldığında; Muzzamil Javaid ve ark. (2016) yaptığı çalışmada; ilk aşamada ön işlemeyle kontrast geliştirme gerçekleştirilmiştir. Yoğunluk eşiklemesi ile segmentasyon uygulanmış ve akciğer görüntüsüne ait dış çevrenin iyileştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında; K-means Clustering ile potansiyel nodüllerin tespiti gerçekleştirilmiştir[10]. Ivan William Harsono ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada; LIDC(The Lung Image Database Consortium) veri tabanından alınan 1019 CT Görüntüsünde tek aşamalı nesne dedektörü olarak adlandırılan "I3DR-Net" algoritma ile nodül tespit işlemi gerçekleştirilmiştir[11]. Jhilmam Mukherjee ve ark.(2020) tarafından yapılan çalışmada ise; Peerless Hastanesinden alınmış yüksek rezolüsyonlu 552 tomografi görüntüsü ile pulmoner nodül tespiti gerçekleştirilmiştir. Multi Level Thresholding ve Rolling Ball Algoritması kullanılarak ta maskeleye yapılmıştır[12]. Anindya Gupta ve ark.(2015) yaptığı çalışmada; LIDC(The Lung Image Database Consortium) veri tabanından

alınan 1018 CT Görüntüsü İle ilk aşamada gri skala eşikleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından Erosion Operasyonu İle nodül geliştirme çalışması yapılmış ve tespit edilen nodüllerin 3D görselleştirilmesi tasarlanmıştır[13]. Chung-Feng Jeffrey Kuoa ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada; CT görüntülerinde ön işlemede Adaptif wiener filtre ile kenar optimizasyonu ve gürültü filtrasyonu gerçekleştirilmiştir. Otsu methoduyla akciğer segmentasyonu işlemi yapılmış olup; sonrasında ise GGO(Ground Glass Opacity) özelliğini kullanarak aday nodüller tespit edilmiştir[14]. Chen Zhao ve ark.(2018) tarafından yapılan çalışmada; 800 CT görüntüsü üzerinde thresholding,erosion ve dilation işlemleri ile uygulanarak ön işleme gerçekleştirilmiştir.Ön işleme ile akciğer segmente edilmiştir.U net algoritması ile aday nodüller segmente edilmiştir.Ardından CNN(Convolutional Neural Network)ile nodül sınıflandırması tamamlanmıştır[15]. Guilherme Aresta ve ark.(2019) tarafından yapılan çalışmada LIDC(The Lung Image Database Consortium) veri tabanından alınan 1018 CT



Görüntüsü IW-net algoritması ile segmentasyon işlemi yapılmıştır.İki noktayı analiz ederek düzeltme işlemine de olanak sağlamaktadır[16].

Şekil 3.Yapay Zeka Teknolojisi İle Akciğer Nodül Tespit İşleminin Genel Gösterimi

3. SONUÇ

Akciğere ait nodül tespitinde medikal görüntülerin radyologlar tarafından raporlaması iş yükü yoğun olan hastanelerde kullanıcı hatalarını beraberinde getirmektedir. X-ray,BT ve PET görüntü raporlamalarında gözden kaçan veya önemsenmeyen nodüller tedavi süreci açısından hastaya ilerleyen süreçlerde olumsuz olarak yansımaktadır. Ayrıca İğne Biyopsisi yöntemiyle hastaya hem fiziksel hem de mental zorluklar oluşturmakta hastanın olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu durum hem hastaya fiziksel ve mental zorluk oluşturmayacak hem de tıbbi hataların önüne geçecek bir teknolojinin varlığını kaçınılmaz kılmaktadır. Yapay zeka teknolojisi ile oluşturulacak yazılım sistemleri ile tam otomatik bir teşhis süreci gerçekleştirilmiş olacaktır. Yeniden bir alt yapı hazırlığı oluşturmak yerine mevcutta ildeki hemen hemen her sağlık tesisinde kullanılan Bilgisayarlı Tomografi ve X-Ray cihazlarından elde edilen çıktılarını işleyecek bir arayüzle gerekli tedavi protokollerini yürütmek erken teşhis süreci ile kansere bağlı ölümleri 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, şekil ve büyüklük açısından farklılık gösteren nodüllerin sisteme tanıtılmasıdır. Sonuç olarak, yapay zeka ve derin öğrenme tabanlı oluşturulacak yazılımlar ile daha hassas, daha güvenilir, daha az insan gücüne ihtiyaç duyan ve daha az hata payına sahip bir sistem ile teşhis ve tedavi sürecinin yönetilmesi hem hizmeti veren kurum hem de hizmeti alan bireyler için avantajlı olacaktır.

4. TARTIŞMA

Akciğere ait nodül tespitinde kullanılan mevcut yöntemler ile yapay zeka teknolojisinin bir araya getirilerek teşhis ve tedavi sürecinin yönetilmesi kansere bağlı ölümlerin önüne geçilmesinde önem arz etmektedir. Mevcutta kullanılan sistemlerin dezavantajları olan tıbbi hatalar, mental ve fiziksel zorluklar ile akciğer nodülü teşhis sürecine katkı sağlayacak yapay zekâ ve derin öğrenme tabanlı yazılımların ilerleyen süreçlerde 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 ve güvenilir bir sağlık hizmeti sunabilmektir.

KAYNAKLAR

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2018 Nov;68(6):394-424. doi: 10.3322/caac.21492.
- [2] MacMahon H, Naidich DP, Goo JM, et al. Guidelines for Management of Incidental Pulmonary Nodules Detected on CT Images: From the Fleischner Society 2017. *Radiology.* 2017 Jul;284(1):228-243. doi: 10.1148/radiol.2017161659.
- [3] Pinchot SN, Al-Wagih ., Schaefer S, Sippel R, Chen H. Accuracy of fine-needle aspiration biopsy for predicting neoplasm or carcinoma in thyroid nodules 4 cm or larger. *Arch Surg.* 2009;144(7):649-55. doi:10.1001/archsurg.2009.11
- [4] Rehani MM, Berry M. Radiation doses in computed tomography: the increasing doses of radiation need to be controlled. *BMJ.* 2000; 320:593. doi:10.1136/bmj.320.7235.593
- [5] Vaquero JJ, Kinahan P. Positron emission tomography: current challenges and opportunities for technological advances in clinical and preclinical imaging systems. *Annual review of biomedical engineering*, 2015, 17: 385-414. doi:10.1146/annurev-bioeng-071114-040723
- [6] Andrade JR, Rocha RD, Falsarella PM, et al. CT-guided percutaneous core needle biopsy of pulmonary nodules smaller than 2 cm: technical aspects and factors influencing accuracy. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2018, 44.4: 307-314. doi: 10.1590/S1806-37562017000000259
- [7] WU HT, Chang CY, Chang C, et al. Magnetic resonance imaging guided biopsy of musculoskeletal lesions. *Journal of the Chinese Medical Association*, 2012, 75.4: 160-166. doi:10.1016/j.jcma.2012.02.008
- [8] Winokur RS, Pua BB, Sullivan BW, Madoff DC. Percutaneous lung biopsy: technique, efficacy, and complications. In: *Seminars in interventional radiology*. Thieme Medical Publishers. 2013; p. 121. doi: 10.1055/s-0033-1342952
- [9] Abdullah SLS, Hambali H, Jamil N. An accurate thresholding-based segmentation technique for natural images. In: 2012 IEEE Symposium on Humanities, Science and Engineering Research. IEEE. 2012; p. 919-922. doi: 10.1109/SHUSER.2012.6269007
- [10] Javaid M, Javid M, Rehman MZU, Shah SIA. A novel approach to CAD system for the detection of lung nodules in CT images. *Comput Methods Programs Biomed.* 2016 Oct;135:125-39. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.07.031.
- [11] Harsano IW, Liawati S, Cenggoro TW. Lung nodule detection and classification from Thorax CT-scan using RetinaNet with transfer learning. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences.* 2020 Apr; 1319-1578. doi:10.1016/j.jksuci.2020.03.013.
- [12] Mukherjee J, Kar M, Chakrabarti A, Das S. A soft-computing based approach towards automatic detection of pulmonary nodule. *Biocybernetics and Biomedical Engineering.* 2020 May;40(3): 1036-1051. doi: 10.1016/j.bbe.2020.03.006.
- [13] Gupta A, Märten O, Moullec L, Saar T. A Tool For Lung Nodules Analysis Based On Segmentation And Morphological Operation. *Wisp 2015 Proceedings.* 2015 May; 193-197. doi: 10.1109/wisp.2015.7139186 .
- [14] Kuo CFF, Huang CC, Siao JJ, et al. Automatic lung nodule detection system using image processing techniques in computed tomography. *Biomedical Signal Processing and Control.* 2020 Feb; 56: 101659. doi:10.1016/j.bspc.2019.101659.
- [15] Zhao C, Han J, Jia Y, Gou F. Lung Nodule Detection via 3D U-Net and Contextual Convolutional Neural Network, 2018 International Conference on Networking and Network Applications. 2018 Oct;356-361. doi: 10.1109/NaNA2018.2018.00070
- [16] Aresta G, Jacobs C, Araújo T, et al. iW-Net: an automatic and minimalistic interactive lung nodule segmentation deep network. *Scientific Reports.* 2019 Aug; 9(1):11591 doi:10.1038/s41598-019-48004-8

GEMİLERDE ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

Şule KUŞDOĞAN

Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye
kusdogan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0586-4142

Özet

Gemi teknolojisi, ağırlıklı olarak hem güç kaynağı hem de tahrik kaynağı topolojisi yönlerinde sürekli olarak gelişmektedir. Gemi tahrik sistemleri, mekanikten elektriksel ve hibrid sistemlere doğru ilerlemektedir. Gemilerdeki güç sistemleri, son zamanlarda yanmalıdan elektrokimyasal depolama ve güç sistemlerine entegre hale gelmektedir. Modern elektrikli gemiler, 100 MW'a kadar güç kapasitesi ile adalı mikro şebeke gibi davranmakta ve enerji depolama ile yenilenebilir kaynakları içeren birçok generatörden oluşmaktadır. Tamamı elektrikli gemiler, elektrik tahriği ile konvansiyonel mekanik sistemin değiştirilmesiyle daha verimli olacaktır. Tamamı elektrikli gemi konsepti, Dünya'da büyük tersaneler ile büyük yolcu gemilerine adapte edilerek standart hale gelmektedir ve aynı zamanda feribotlara, bazı teknelerin özel tiplerine uygulanmaktadır. Bu çalışmada, gemilerdeki enerji depolama sistemleri değerlendirilmekte ve gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmaktadır. Böylelikle gemi çalışma maliyeti en aza indirilebilmekte, gemi güç sistemlerinde enerji ve güç dengesi sağlanmakta ve sera gazı emisyonları sınırlandırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Gemi, enerji depolama, hibrid güç sistemi.

ENERGY STORAGE TECHNOLOGIES IN SHIPS AND APPLICATIONS

Abstract

Ship technology is constantly improving mainly in both power supply and propulsion source topology. Ship propulsion systems are moving from mechanical to electrical and hybrid systems. Power systems on ships have recently been integrated into electrochemical storage and power systems having moved from combustion. Modern electric ships act as an island micro grid with a power capacity of up to 100 MW and consist of many generators including energy storage and renewable resources. All-electric ships will be more efficient by replacing the conventional mechanical system with electric drive. The all-electric ship concept has become standard by adapting it to large shipyards and large cruise ships in the world, and is also applied to ferries and special types of some boats. In this study, energy storage systems on ships are evaluated and suggestions for future studies are presented. Thus, the cost of ship operation can be minimized, energy and power balance can be achieved in ship power systems and greenhouse gas emissions can be limited.

Keywords: Energy storage, ship, hybrid power system.

1. GİRİŞ

Gemileri daha çevreci bir geleceğe taşımak, denizcilik endüstrisinin en önemli unsurlarındandır. Modern gemilerin ana bileşenleri, donanım sistemlerinin ana bileşenlerini koordine ve entegre ettiği için güç sistemleridir. Üretim sistemleri, tahrik sistemi ve yardımcı servisler gibi sistemleri içermektedir. Gemi güç sistemlerinde, verimi arttırmak ve hacim-ağırlığı azaltmak için tüm elektrik yüklerinin karşılanması, aynı zamanda da sürekliliğin sağlanması gerekmektedir (Vieira, Peralta ve Salles 2017).

Sanayide olduğu gibi gemi endüstrisinde de çevresel etkilerin azaltılması gerekmektedir. Herhangi bir önlem alınmazsa, CO₂ emisyonları hızlı bir şekilde artmaya devam edecektir. Ayrıca, gemi trafiği, küresel NO_x emisyonlarının %15'ini oluşturmaktadır ve önlem alınmadığı takdirde artmaya devam edecektir. Güç ve tahrik sistemlerindeki ilerlemeler, enerji yönetim sistemindeki gelişmeler, hem CO₂ hem de NO_x emisyonlarının azalmasına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Bir yük gemisinin mil başına ve ton başına ürettiği CO₂ emisyon miktarının ölçüsü "enerji verimliliği tasarım endeksi (EEDI)"dir. Bu koşullara göre, manevra çalışmaları sırasında azaltılmış kirletici emisyon veya limanda sıfır emisyon gibi yenilikçi çalışma stratejileri ve senaryolar araştırıldığında, gemilerde enerji depolama sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir (Alfieri, Mottola ve Pagano 2019).

2. GEMİLERİN TAHİRİK YAPISI, VERİMLİLİK VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

Günümüzde, yakıt tüketimi ve emisyonları azaltmak için zorlamalar artmaktadır ve gemilerin çalışma profili sürekli olarak çeşitlenmektedir; transit ve kritik dinamik konumlandırma işlemleri, açık denizlerdeki gemiler çok sayıda görevleri gerçekleştirmektedir. Ağır vinç gemileri, farklı açık deniz operasyonları için artan kapasite ve karmaşıklık, açık denizde geleneksel devriye kullanımı gerçekleştirmekte ve kıyasal kullanımlarda, transit veya standby sırasında sınırlı güç gerekmektedir (Geertsma, Negenborn, Visser ve Hopman 2017). Bu farklı çalışma profilleri nedeniyle, güç ve tahrik santralleri birçok kriterde iyi performans göstermelidir;

1. Yakıt tüketimi,
2. Emisyonlar,
3. Yayılan gürültü,
4. Tahrik durumu,
5. Manevra,
6. Konfor nedeniyle minimum gürültü, titreşim ve koku,
7. Motorun termal ve mekanik yüklemesi nedeniyle bakım maliyeti,
8. Satın alma maliyeti.

Verimlilik ve uygulanabilirlik arasındaki farklı çalışma profilleri, güç-tahrik yapısının çeşitliliğine yol açmaktadır ve tahrik yapıları aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

- Mekanik tahrik, elektriksel tahrik veya her ikisi ile hibrid kombinasyon.
- İçten yanmalı motorlar ile güç üretimi, yakıt pilleri, enerji depolama veya hibrid kombinasyon.
- AC veya DC elektrik dağıtımı.

Son zamanlarda AB mevzuatı, AB limanlarını kullanan büyük gemilerden kaynaklanan CO₂ emisyonlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması ile daha zorlu olmaya başlamıştır. Gemilerde güç üretmek için fosil yakıtların kullanımı kontrol altındadır ve denizcilik sektöründeki yenilikler ile farklı sistemlere geçiş yapılmaktadır. Bir enerji depolama sistemi ile güç sistemleri arasındaki birleştirme ile daha yüksek üretim, verimlilik elde edilebilmekte ve yakıt tüketimi, CO₂ emisyonları azaltılmaktadır. Deniz taşımacılığı, yaklaşık olarak yılda 1000 milyon ton civarında CO₂ yayar ve bu değer global sera gazı emisyonlarının %2,5'i kadardır (Vieira, Peralta ve Salles 2017).

2.1. Gemiler İçin Gelişmiş Enerji Depolama

Gelişmiş enerji depolama için yeni uygulamalar, gemi güç sistemlerine olan bağlantıları içermektedir. Depolama sistemleri, motor çalışmasının verimsiz bölgelerini önlemek için çalışmaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca limandaki düşük yük çalışmalarını önlemekte ve motordan gelen emisyonları da azaltmaktadır. Aynı zamanda, gelişmiş enerji depolama, sıfır yakıt tüketimi ile yedek bekleme gücü (standby) sağlamaktadır. Elektrokimyasal bataryaların kullanımı, deniz güç sistemlerinde çok umut vericidir. Ayrıca, batarya fiyatlarındaki azalma ve batarya teknolojisinin hızlı gelişimi nedeniyle batarya enerji depolama sistemleri, özellikle lityum iyon batarya tümü elektrikli ve modern hibrid güç sistemli gemilerin bir parçası olacaktır. Elektrikli gemiler, dizel motor, gaz türbin, buhar güç santralleri, yakıt pilleri, enerji depolama sistemleri ve yenilenebilir enerji depolama kombinasyonları ile güç santrali kombinasyonlarına izin vermektedir (Kanellos 2014). Bu nedenle, taşıma teknolojisindeki gelişmeyi takiben, gelecekte liman şebekeleri, modern gemilerin ihtiyacını karşılamak için özenle tasarlanmalıdır. Günümüzde lityum iyon bataryalar, kurşun asit veya nikel kadmiyum bataryalardan daha yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Lityum iyon bataryalar, hem güç hem de enerji gerektiren uygulamalarda, gelişmiş batarya sistemleri kullanma olasılığını artırmıştır. Lityum temelli bataryaların ve sistemlerin fiyatları son yıllarda önemli ölçüde azalmıştır. Hibrid veya elektrikli araçlar nedeniyle, son yıllarda lityum iyon uygulamaları, gemiler ve tekneler gibi diğer uygulamalara olan dikkati artırmıştır (Vieira, Peralta ve Salles 2017).

Pozitif elektrodun kimyasal birleşimi, batarya performans karakteristiklerinin en belirleyici yönlerinden biridir. Lityum ile diğer hücre bileşimleri şunlardır: lityum-kobalt oksit, lityum mangan oksit ve lityum demir fosfat. Lityum kobalt oksitin avantajı nispeten yüksek bir enerji yoğunluğuna sahip olması, dezavantajı ise daha düşük yük kapasitesi ve daha kısa çevrim ömrüne sahip olmasıdır. Yüksek sıcaklıklarda üretilen, kendiliğinden ısınan, yangınla sonuçlanabilen termal kaçaklar ile yüksek bir

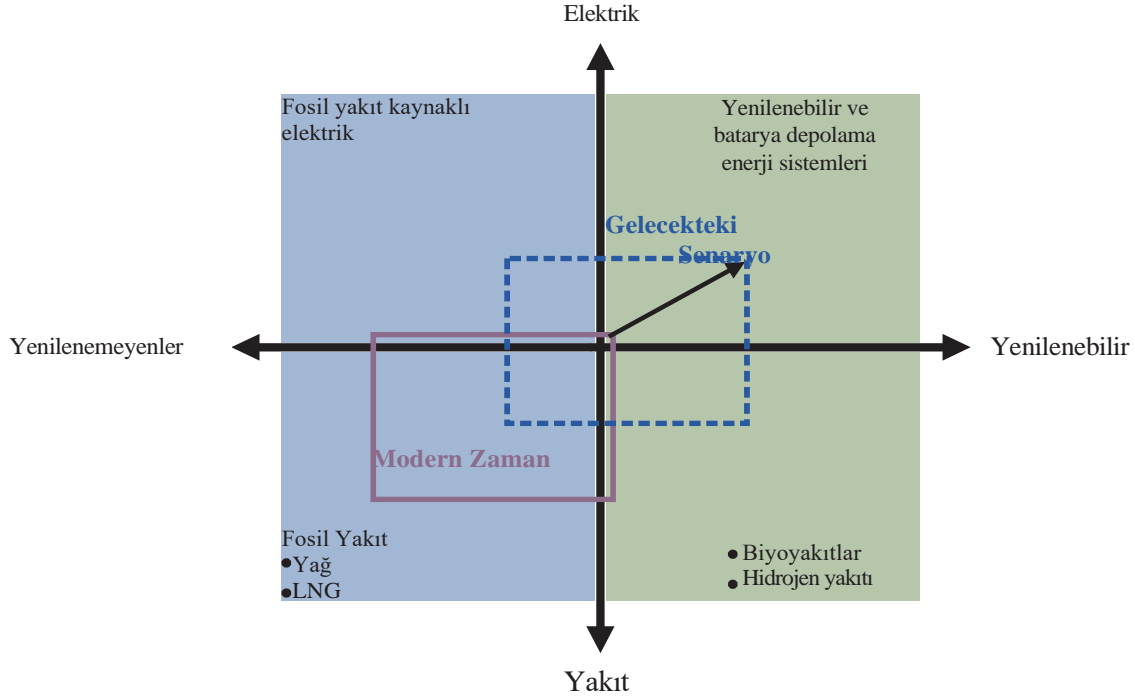
oksijen salınımı vardır. Bununla birlikte, kobalt bazlı bileşikler de, bu bileşimin önemli derecede daha düşük enerji kapasitesi ve daha kısa çevrim ömrüne sahiptir, birkaç malzeme modifikasyonu olmasına rağmen çevrim ömrünü arttırabilecek olanaklara sahiptir. Lityum demir fosfat kullanmanın avantajı, katotta oksijen kaynağı eksikliğidir; böylece sıcaklık kontrolden çıktığında potansiyel olarak risk azaltılır. Dezavantajı ise nispeten düşük spesifik enerjisidir.

Dünya'daki ilk bataryalı çalışan feribot (Ampere), Norveç'te 2015 de çalışmaya başladı ve bu atılım günümüzde de hala devam etmektedir. Haberleşme teknolojisi, güç elektroniği ve batarya depolama teknolojisindeki araştırmaların hızlı gelişimi ile bataryaların kablosuz şarj uygulamaları, gerçek zamanlı ölçümler ile gemilerdeki temel parametreler izlenerek gemiler için modern bir çağ açılmaktadır.

Tekne-yelkenli tekne ve hibrid yeşil gemiler (PV/dizel) için Güney Kore-Geoje'de dizel motor ile batarya enerji depolama sistemi ve fotovoltaiik üretim güçlendirilmiştir. Ticari olarak, Danimarka ve Almanya arasında çalışan birçok gemi, Scandlines Prinsesse Benedicte'nin hibrid konfigürasyonlarında 2,7 MWh batarya montaj edilerek donatılmıştır. Norveç, Dünya'nın ilk elektrikli feribotu "Ampere"(ZeroCat) 2015'te Fjellstrand, Siemens ve Norled işbirliği ile piyasaya sürmüştür. Finlandiya, Siemens ve Crist ile FinFerries Elektra adlı hibrit feribotu sunmuştur (Kumar, Kumpulainen ve Kauhaniemi 2019). Gelecekte, fosil yakıt kullanan konvansiyonel gemi güç sistemleri, yenilenebilir yakıtlar içeren, sera gazı emisyonlarını azaltan ve enerji verimliliğini arttıran, fosil yakıtların kullanımını azaltan, enerji depolama çözümlerinden oluşan güç sistemlerine doğru geçiş yapacaktır. Sürdürülebilir bir yakıt olarak biyoyakıt gelecekte fosil yakıtın yerini alabilir ve ulaşım için özellikle yüksek güç gereksinimi ile büyük gemilerde, yenilenebilir enerji kaynakları % 100 uygundur. Halen yakıtın yanı sıra, kapasitör, volan ve batarya depolama gibi primer enerji depolama gemilerde kullanılmaktadır.

Böyle enerji depolamaları, dönen rezerv, dinamik değişen yükler için daha hızlı cevap zamanı, darbeli yük gücü sağlamada, stratejik yüklerde, çalışma verimliliğini iyileştirmede ve yakıt tüketimini optimize etmede uygundur. Enerji depolamanın; spesifik enerji yoğunluğu ve güç yoğunluğu gibi karakteristikleri vardır; bunların uygulamaları gemilerin gereksinmelerine bağlıdır. Enerji depolama teknolojisinin uygun seçimi, geminin mikro şebekesinin güç kalitesi sorunlarını azaltmak için de kullanılmaktadır. Batarya enerji depolama sistemi bazı kontrol işlemlerinde, geminin zayıf şebekelerindeki güç dalgalanmalarını yumuşatmak için uygun olabilir. Gelecekte, yüksek güç uygulamaları için de uygun olacaktır. Lityum iyon piller, yüksek enerji yoğunluğuna ve güç yoğunluğuna sahip bataryalar, gemi uygulamaları için yararlıdır ve denizcilik sertifikası standartlaştırılmış 1 MWh kapasiteli ticari paketler mevcuttur. Bunun yanı sıra lityum iyon bataryalar, bakım gerektirmeyen ve % 80 deşarj derinliğinde 1000 devirden daha fazla döngü ile uzun bir ömre sahiptir. Son beş yılda batarya güçlü gemiler hızla gelişmektedir. Modern gemi güç sistemlerinin enerji yönetimi, çeşitli kaynaklardan elektrik güç üretimi, batarya teknolojisi ve kontrol mühendisliği multidisipliner çalışmalar gerektirmektedir.

Şekil 1, mevcut gemi güç sistemlerinde enerji kaynaklarının gelecekte yenilenebilir olmayan kaynaklardan, yenilenebilir kaynaklara geçiş yapacağını göstermektedir (Kumar ve ark. 2019). Şu anda gemiler, genellikle sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) kullanmaktadır. Sıvılaştırılmış doğal gaz, dizel veya diğer fosil yakıtlar ile karşılaştırıldığında daha az emisyon üretmektedir ve Norveç'te birkaç feribot için deniz yakıtı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1. Gemilerdeki güç sistemlerinde enerji kaynaklarının durumu

Gelecekte, büyük gemiler teknede varolan fosil yakıtlarda veya biyoyakıtlarda, yenilenebilir enerji depolama ve batarya enerji depolama sistemleri ile birlikte primer kaynak olarak hibrit sistemlere sahip olacaktır. Aynı zamanda yakıt hücreleri de, gemilerde mikro şebekelerde güç kaynağının primer kaynağı olabilir. Hidrojen yakıtı, yakıt pili sistemlerinin çoğunluğu ile uyumlu olmasına rağmen, dezavantajları daha düşük güç yoğunluğu ve bundan dolayı da depolama için büyük hacim gerekliliğidir. Bundan dolayı, hidrojen yakıtı büyük gemiler için birincil yakıt kaynağı olarak kullanılamaz. Ancak, düşük güç gerektiren ve düzenli yakıt ikmal tesisi olan gemiler için en uygun olabilir. Şu anda ve gelecekte, küçük güç gereksinimi ve kısa mesafeli rota ile gemiler için eğilim, güç sağlamanın ana kaynağı olarak, batarya enerji depolama sistemlerini kullanarak emisyonuz çözümlere doğru yol almaktadır.

2.2. Gemiler İçin Güç Üretimi, Kontrol Sistemleri ve Gelecekteki Uygulamalar

Gemi güç sistemlerinde elektrik kalitesi, manevra, deniz yolculuğu, liman çalışması gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu periyotlar sırasında, güç talebi önemli ölçüde değişmektedir. Güç kalitesinin uluslararası standartlara uyması gerekmektedir. Tablo 1, güç kalitesi parametrelerinin uluslararası standartlarını göstermektedir (Vieira, Peralta ve Salles 2017). Güç kalitesi gereksinimlerini takip etmek, kontrol stratejileri temellidir. Güç kaynağı kontrolleri, tahrik yönetimi ve koruma sistemleri arasındaki koordinasyon, aktif ve reaktif güç üretimi ve talebin eşleştirilmesidir.

Tablo 1. PN-IEC-60092-101 standartlarına göre güç kalitesi gereksinimleri

Parametre	Değer
Sabit gerilim sapmaları	+% 6-10
Sabit frekans sapmaları	±% 5
Gerilim asimetrisi	% 3
Geçici genlik	5,5 U_N
Geçici zamandaki artma/azalma	1,2 $\mu s/50 \mu s$
Toplam harmonik distorsiyonu (THD)	\leq % 5
Tek bir bozulma (herhangi bir harmonik)	\leq % 3

Tablo 2. Tahrik ve güç sağlama teknolojilerinin avantaj ve dezavantajları

Teknoloji	Avantaj	Dezavantajlar
Mekanik tahrik	-Düşük kayıp -Düşük CO ₂ ve NO _x emisyonları -Düşük dönüşüm kayıpları	-Düşük yük verimliliği ve emisyonlar -Azaltılmış hızda yüksek NO _x -Motor yükleme -Mekanik iletimde ses
Elektriksel tahrik	-Sağlamlık -Generatörler ile eşleşen yük -Yüksek kullanılabilirlik -Düşük hızda azaltılmış NO _x emisyonu -Potansiyel olarak düşük gürültü	-Sabit jeneratör hızı -Tasarım hızında kayıplar -Sabit güç yükü dengesizliğinin riski
Hibrit tahrik	-Tasarım hızında düşük kayıp -Sağlamlık -Düşük hızda eşleşen yük ve motorlar -Elektrikle tahrikte potansiyel olarak düşük gürültü	-Sabit jeneratör hızı -Sistem karmaşıklığı
Elektrokimyasal güç kaynağı	-Havaya bağımlı değil -Zararlı emisyon yok -Yüksek verim ve düşük ses	-Sınırlı menzil -Güvenli -Yeniden düzenlenmesi karmaşık
Hibrit güç kaynağı	-Yük dengeleme -Sıfır ses ve emisyon -Yeniden üretilen enerjinin depolanması -Verimli yedekleme gücü -Darbeli güç sağlama -Azaltılmış yakıt fiyatı ve emisyon -Hızlanma sırasında NO _x artışı yoktur	-Sabit generatör hızı -Sistem karmaşıklığı -Batarya güvenliği -Batarya fiyatı
DC güç kaynağı	-Yük ve motor hızı değişken -Optimum motor yükleme -Azaltılmış motor gürültüsü ve titreşimler -Azaltılmış yakıt tüketimi ve CO ₂ -Darbeli güç sağlama	-Sistem karmaşık -Fiyat ve güç elektroniğindeki kayıplar -Değişken hız yüzünden NO _x artışı

Güç kalitesi problemlerinin çözümü çok önemlidir, bu problemler:

- Zayıf ya da olmayan bilgi değişiminde kontrolörler, farklı sistemler arasında dinamik etkileşimlerin zor olmasıdır. Örneğin, alternatör gerilim kontrol sistemi, bara gerilim kontrol sistemi ve talep tarafı gibi.
- Gemi otomatik reaktif güç yönetimi zayıftır.
- Generatörler bekleme moduna alınır ve sadece tahrik sisteminden aktif güç talebi durumunda çalışır.
- Reaktif yüklerin yerleştirilmesi, bir filtrenin kaybı veya güç kalitesinde tahrik azalması her zaman dikkatle izlenmelidir, daima nominal gerilim korunmalı ve kararlılık problemlerinden kaçınılmalıdır.

Taşıma teknolojisindeki hızlı gelişmelerle paralel olarak, gelecekte liman şebekeleri, modern gemilerin ihtiyacını karşılamak için özenle tasarlanmalıdır. Tablo 2’de tahrik ve güç sağlama teknolojilerinin avantaj ve dezavantajları sunulmaktadır (Geertsma ve ark. 2017).

Tablo 3’de gemilerin tahrik sistemleri, güç kaynağı uygulamaları ve gelecekteki uygulamalar incelenmektedir (Geertsma ve ark. 2017).

Tablo 3. Tahrik ve güç kaynağı yapısındaki uygulamalar

Yapı	Uygulamalar	Gelecek uygulamaları
Mekaniksel tahrik	Kargo gemileri ve personel sağlama Savaş gemileri Römorkörler ve yatlar	Kargo gemileri ve personel sağlama Savaş gemileri Römorkörler ve yatlar
Elektriksel tahrik	Yolcu gemileri Büyük savaş gemileri Denizaşırı gemiler Sondaj gemileri ve vinç gemileri	Yolcu gemileri Büyük savaş gemileri
Hibrit tahrik	Savaş gemileri ve devriye gemileri Römorkör Uzun menzilli deniz gemileri	Savaş gemileri ve devriye gemileri
Elektriksel tahrik&elektrokimyasal güç sağlama	Denizaltılar	Denizaltılar Feribotlar
Elektriksel tahrik&hibrit güç sağlama	Denizaltılar Feribotlar	Sondaj gemileri Vinç gemileri
Hibrid tahrik&hibrit güç sağlama	Denizaltılar Yatlar	Denizaltılar Yatlar Kargo gemileri
Elektrik tahriği&DC hibrit güç sağlama	Yatlar Denizaşırı gemiler Feribotlar Savaş gemileri	Yolcu gemileri Savaş gemiler Sondaj gemileri Ağır vinç gemileri
Hibrid tahrik&DC hibrit güç sağlama	Yatlar	Savaş gemileri Devriye gemileri Çekiciler Uzun menzilli denizaşırı gemiler

3. SONUÇ

Gemilerde tahrik sistemlerinin gereksinmelerinin desteklenmesi ve elektrik kaynaklarının işletilmesi için, elektriksel enerji depolama sistemleri entegre edilebilir. Bu sistemler, pik güç zamanlarında üretim gücü entegre etmek için deşarj edilerek sisteme yardımcı olur. Şarj/deşarj döngüleri düzgün kontrol edilerek generatörün en yüksek seviyede çalışmasına izin vermek için, yük talebi kaydırılması için kullanılabilir. Ayrıca, enerji depolama sistemleri yenilenebilir enerji kaynakları gibi, düzensiz üretim veya düşük dinamiklerle tanımlandığında, enerji üretimleri birleştirilebilir. Enerji depolama teknolojilerinde sürekli olarak elektrokimyasal temelli depolamaların performansının artması, batarya enerji depolama sistemleri uygulamalarının artmasına sebep olmaktadır. Gemi uygulamalarında güç ve enerji yoğunlukları, hacim-ağırlık açısından yüksek performanslar batarya teknolojileri ile sağlanabilir. Bununla birlikte, bataryaların sermaye fiyatları yüksek olduğundan gemilerde batarya enerji depolama sistemlerinin kullanımı, çevresel ve ekonomik konularla teknik olarak birleştirilerek yenilenen yönetim yaklaşımları ile kullanılabilir. Günümüzde ve gelecek zamanda elektrikli gemilerde enerji depolama sistemleri, enerji tasarrufunun etkin bir şekilde uygulanması ve emisyonları azaltmak için önemli bir rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

- ALFEERİ L., MOTTOLA F., PAGANO M., 2019, "An Energy Saving Management Strategy for Battery-Aided Ship Propulsion Systems", IEEE Power Tech., Milan.
- GEERTSMA R.D., NEGENBORN R., VISSER K., Hopman J., 2017, "Design and control of hybrid power and propulsion systems for smart ships: A review of developments", *Applied Energy*, 194, 30-54.

- KANELLOS F.D., 2014, “Optimal Power Management With GHG Emissions Limitation in All-Electric Ship Power Systems Comprising Energy Storage Systems”, *IEEE Transactions On Power Systems*, Vol. 29, No. 1, January.
- KUMAR J., KUMPULAINEN L., KAUHANIEMI K., 2019, “Technical design aspects of harbour area grid for shore to ship power: State of the art and future solutions”, *Electrical Power and Energy Systems*, 104, 840-852.
- VIEIRA G., PERALTA C., SALLES M., CARMO B., 2017, “Reduction of CO₂ emissions in ships with advanced energy storage systems”, *ICCEP-6th International Conference on Clean Electrical Power*, Italy.

ORTALAMA FİLTRE KULLANILARAK TERMAL GÖRÜNTÜLERDE SAYISAL DETAY İYİLEŞTİRME

Hilal Bozkurt

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
hilalbzkr1903@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1697-8316

Aysun Taşyapı Çelebi

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
aysun.tasyapi@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4047-1547

Özet

Termal kameralar kullanılarak elde edilen görüntülere termal görüntüler denir. Termal görüntüler günümüzde birçok alanda kullanılır. Ancak bu görüntüler düşük kontrastlı, genellikle bulanık, kritik miktarda parazitli ve belirgin, net kenarlara sahip olmama gibi sorunlarla karşı karşıyadır. Bu nedenle IR görüntü işlemede sahnedeki ayrıntıları arttırmak (Digital Detail Enhancement), sahnedeki hedefleri ayırt edebilmek, paraziti azaltmak ve kenarları belirginleştirmek çok önemlidir. Bu çalışmada termal görüntüleri iyileştirmek için detayların ve kontrastın arttırıldığı bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen yaklaşımda; termal görüntü öncelikle ortalama (mean) filtre kullanılarak düşük ve yüksek frekans bileşenlerine ayrıştırılmaktadır. Düşük frekans bileşenine uyarlanabilir çift plato histogram eşitleme yöntemi uygulanmaktadır. Yüksek frekans bileşenine ise kademeli kazanç uygulanmaktadır. Ardından iyileştirilme yapılmış düşük frekans ve yüksek frekans bileşenlerini tutan bu iki görüntü birleştirilmektedir. Bu işlemler sırasında 12 bit veya 14 bit çözünürlüğünde yüksek dinamik aralığa sahip olan IR görüntüler 8 bit çözünürlüğüne indirgenmektedir. Deneysel sonuçlar incelendiğinde önerilen yöntem diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: ortalama filtre, termal görüntü, sayısal detay iyileştirme.

DIGITAL DETAIL ENHANCEMENT IN THERMAL IMAGES USING AVERAGE FILTER

Abstract

Images obtained using thermal cameras are called thermal images. Thermal images are used in many fields today. However, these images have low contrast, generally blurry, critical ratings of noise and not having clear edges. Therefore, it is very significant to increase the details in the scene (Digital Detail Enhancement), to be able to distinguish the targets in the scene, to reduce the noise and to sharpen the edges in IR image processing. This study proposes an approach in which details and contrast are enhanced to improve thermal images. In the proposed approach; Firstly, The thermal image is separated into low and high frequency components using the mean filter. An adaptive double plateau histogram equalization method is applied to the low frequency component. Gradual gain is applied to the high frequency component. These two images are then combined, holding the enhanced low frequency and high frequency components. During these processes, 12 bit or 14 bit resolution high dynamic range IR images are reduced to 8 bit resolution. When the experimental results are examined, it is observed that the proposed method gives good results when compared with other methods.

Keywords: mean filter, thermal images, digital detail enhancement.

1. GİRİŞ

Termal kamera, bir ortamdaki ısının nasıl yayıldığını saptamak ve incelemek için kullanılan bir araçtır. Kızılötesi kamera olarak da adlandırılabilir. Bu kameraların kullanımının yaygınlaşmasında kızılötesi ışınlar ve nesnelerin yer aldığı ortamın çoklu tespit edilme gibi özellikleri barındırması etkili olmaktadır. Termal kameralar kullanılarak elde edilen görüntülere termal görüntüler denir. Bu görüntüler termal kamera kullanımının yaygınlaşmasıyla birçok alanda kullanılmakta ve kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle askeri, sağlık, savunma, bina tanınması vb. alanlarda sık sık kullanılmaktadır.

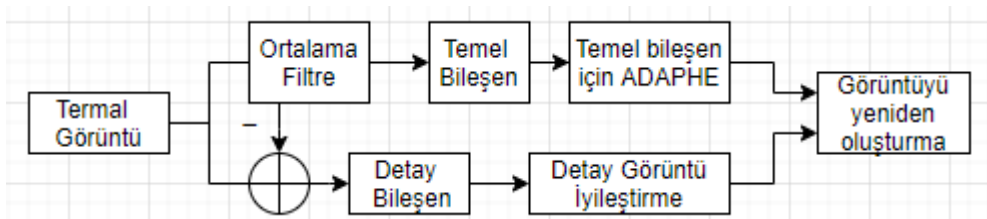
Ancak kullanımı günden güne artan bu görüntülerde bazı sorunlar bulunmaktadır [1]. Bu sorunlar; görüntülerin düşük karşıtlığa ve kritik miktarda parazite sahip olması ayrıca kenarlarının belirgin olmaması olarak görülmektedir. Bu problemlere IR sensörlerdeki sınırlamalar ve olumsuz çevresel koşullar neden olmaktadır. Gerçek zamanlı uygulamalarda doğrudan giriş görüntüsü olarak kullanımları uygulamalarda başarısız sonuçlarla karşılaşılmasına neden olmaktadır [1,2,3]. Bu gibi problemlerle karşılaşıldığından termal görüntülerin iyileştirilmesi gerekmektedir [1,2,3]. Literatürde bu görüntüleri iyileştirmek için bir çok yöntem önerilmiştir. Bu yöntemler histogram tabanlı, karşıtlık yayma yaklaşımı, gürültü giderme ve sayısal detayları pekiştirme olarak gruplanabilir. Karşıtlık yayma tabanlı yöntemler kullanılan en basit yöntemlerdir. Histogram tabanlı yöntemler incelendiğinde; en temel ve en eski yaklaşım histogram eşitlemedir. Histogram eşitleme yaklaşımı doğrudan termal görüntüleri geliştirmek için kullanılırsa, arka plandaki gürültü oranı daha fazla artırılabilir, bunun yanında daha az piksel içeren hedefler ve ayrıntıların kısıtlanması problemlerini meydana getirmesi nedeniyle bu yöntem baz alınarak yeni birçok yöntem önerilmiştir. Bu gibi sorunlardan dolayı araştırmacılar farklı histogram eşitleme yaklaşımlarını önermişlerdir. Bu yöntemlerden biri 'Plato Histogram Eşitleme-PHE' metodudur. Burada arka plandaki parazit için bir sınır değer hesaplamasından yararlanır. Böylece gürültünün daha çok artırılmasının önüne geçilmiş olur ve aynı zamanda görüntünün karşıtlığı iyileştirilir. 2012'de önerilen 'Uyarlamalı Çift Platolu Histogram Eşitleme-ADAPHE' yöntemi [7] iki eşik değerli histogram eşitleme yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda histogram hesaplanması için alt ve üst plato eşik değerleri olarak adlandırılan eşik değerleri uyarlamalı olarak hesaplanmaktadır [7].

Günümüzde termal görüntülerin iyileştirilmesinde sayısal detay iyileştirme (Digital Detail Enhancement- DDE) temelli yaklaşımlar üzerine yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu yaklaşımın amacı; giriş görüntüsünden yüksek frekans ve alçak frekans bileşenlerini ayrıştırarak bu frekans bileşenlerine yönelik iyileştirme çalışmalarını yapmaktır. Yüksek frekans bileşenleri giriş görüntüsünün detaylarını içermektedir. Düşük frekans bileşenleri ise temel bileşen olarak da adlandırılabilir ve giriş görüntüsünün genel yapısı hakkında bilgi vermektedir. Bu şekilde birbirinden bağımsız olarak iyileştirilen bileşenler son aşamada birleştirilerek sahnedeki detayların artırılması ve sahnedeki hedeflerin düzgün şekilde belirlenmesi amaçlanmaktadır. [8]'de termal görüntülerin gerçek zamanlı uygulamalarda da kullanılmasına yönelik bir yaklaşım önerilmiştir. İkili (Bilateral) filtre kullanılarak görüntü düşük frekans ve yüksek frekans bileşenlerine ayrıştırılır ve bileşenlere ayrı ayrı iyileştirme tekniği uygulanarak birleştirilmektedir. Bu bildiride ise ortalama (mean) filtre kullanılarak giriş görüntüsünden yüksek frekans bileşenleri ve düşük frekans bileşenleri elde edilmiştir. Düşük frekans bileşenine uyarlamalı çift platolu histogram eşitleme [7] tekniği uygulanmış, yüksek frekans bileşenine ise kademeli kazanç yöntemi uygulanmıştır.

Ardından iyileştirilme yapılmış düşük frekans ve yüksek frekans bileşenlerini tutan bu iki görüntü birleştirilmektedir. Bu işlemler sırasında 12 bit veya 14 bit çözünürlüğünde yüksek dinamik aralığa sahip olan IR görüntüler 8 bit çözünürlüğüne indirgenmektedir. Deneysel sonuçlar incelendiğinde önerilen yöntem diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada öncelikle termal görüntüye ortalama filtre uygulanarak yumuşatma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada elde edilen görüntü düşük frekans bileşenlerini içeren temel görüntü bileşenidir. Temel görüntü bileşeni, giriş görüntüsünden çıkarılarak yüksek frekans bileşenini içeren detay görüntüsü elde edilmektedir. Burada amaç; görüntünün hem karşıtlığını iyileştirmek hemde detaylarını belirginleştirmektir. Şekil 1'de önerilen çalışmanın blok diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 1. Önerilen yaklaşımın blok şeması.

2.1.Ortalama Filtre

Ortalama(mean) filtre; görüntüleri yumuşatmak için kullanılmaktadır ve özellikle gürültüyü azaltma uygulamalarında başarılı sonuçlar elde edilmektedir [9]. Bu filtre; giriş görüntüsündeki her bir piksel değerini komşu piksellerin de dahil edildiği ortalama değer ile değiştirilmesi prensibiyle çalışmaktadır. Ortalama filtre bir konvolüsyon filtresidir ve çekirdek şablon temellidir [9]. Genelde 3×3 kare çekirdek şablonu kullanılmaktadır. Ancak 5×5 ve 7×7 gibi kare çekirdek şablonları da kullanılmaktadır. Çekirdek şablonu büyüdükçe yapılan yumuşatma işlemi de artmaktadır üstelik gürültü konusunda yapılan iyileştirme de artmaktadır. Bu filtre gürültü giderimi için kullanılan en basit filtre yöntemidir[9]. Bu çalışmada ortalama filtresi giriş görüntüsüne uygulanarak temel bileşen elde edilmiştir. Giriş görüntüsünden temel bileşen çıkarıldığında detay bileşeni elde edilmiştir. Denklem (1)'de giriş görüntüsünden filtreyle yumuşatılmış bileşen görüntüsünün çıkarma işlemi verilmiştir.

$$HF = I - LF \quad (1)$$

burada I giriş görüntüsünü temsil etmektedir. LF giriş görüntüsüne ortalama filtre uygulanarak elde edilen temel bileşeni, HF ise giriş görüntüsünün detay bileşenidir.

2.2.Düşük Frekans Bileşenini İyileştirme

Orijinal giriş görüntüsüne ortalama filtre metodu uygulanırsa düşük frekans bileşeni elde edilmektedir. Bu bileşen görüntünün genel görünümüdür. Bu çalışmada temel bileşen görüntüsüne uyarlanabilir çift plato histogram eşitleme (Adaptive Double Plateau Histogram Equalization) yöntemi uygulanmıştır [7]. Referans alınan bu yöntem; görüntüde histogram eşitlemesi yapmak için çift eşik değeri kullanılmaktadır. Bu eşik değerleri; alt plato ve üst plato değeri olarak adlandırılmaktadır. Bu değerler kullanılarak temel bileşen görüntüsünün histogram eşitlemesi denklem (2)'de verilmiştir.

$$Hm(g) = \begin{cases} Tup & h(g) \geq Tup \\ h(g) & Tdown < h(g) < Tup \\ Tdown & 0 < h(g) \leq Tdown \\ 0 & h(g) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

burada g gri düzeyi değeri, *Tup* üst plato eşik değeri, *Tdown* alt plato eşik değeri ve *Hm(g)* üst ve alt plato eşikleri kullanılarak hesaplanan yeni histogramdır.

Denklem(3)'deki üst ve alt plato eşiklerini hesaplama denklemi denklem (3)'de verilmiştir.

$$\begin{cases} Tup = \frac{POLAR(1)+\dots+POLAR(r)+\dots+POLAR(P)}{P} \\ Tdown = \frac{\min\{Ntotal, Tup \times L\}}{M} \end{cases} \quad (3)$$

burada *POLAR* giriş görüntüsü için yerel maksimum noktalarının tutulduğu dizidir. *L* değeri ise giriş görüntüsündeki sıfırdan farklı olan bit değerlerinin toplamıdır. *M* görüntünün toplam piksel sayısını temsil etmektedir[7].

Bu aşamada düşük frekans değerlerini tutan, temel bileşen görüntüsüne [7] yöntemi uygulanarak görüntünün kontrastı artırılmış ve 8 bit olarak sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma uygulanan bu bileşen düşük frekans değerlerini barındırdığı için herhangi bir kayıp olmamaktadır.

2.3.Yüksek Frekans Bileşenini İyileştirme

Yüksek frekans bileşeni; orijinal giriş görüntüsüne ortalama filtre uygulanarak elde edilen düşük frekans görüntüsünün, orijinal giriş görüntüsünden çıkarılmasıyla elde edilmektedir. Bu bileşen görüntünün kenar ve detaylarını barındırmaktadır. Bu çalışmada detay görüntüsü için kademeli kazanç tekniği kullanılarak iyileştirme yapılmaktadır. Kullanılan denklem (4) yönteminde detay görüntüsünün genlik değerlerine göre kuvvetlendirme yöntemi gösterilmiştir.

$$\begin{cases} HF(i, j) < k & Hf(i, j) = 7 \times HF(i, j) \\ HF(i, j) \geq k & Hf(i, j) = 9 \times HF(i, j) \end{cases} \quad (4)$$

burada k HF detay bileşeninin entropi değeri ve $Hf(i, j)$ ise detayların iyileştirilmesi sonucu elde edilen nihai yüksek frekans bileşenidir. k eşik değerinden daha yüksek genliğe sahip piksel değerleri kuvvetli kenarları temsil ettiğinden daha yüksek bir katsayı çarpanı ile kuvvetlendirilmiştir. Bu eşik değerinden daha küçük genlikli piksel değerlerinin gürültü olma olasılığı olduğundan daha zayıf bir katsayı çarpanı kullanılarak kuvvetlendirilmiştir.

2.4.Görüntüyü Yeniden Oluşturma

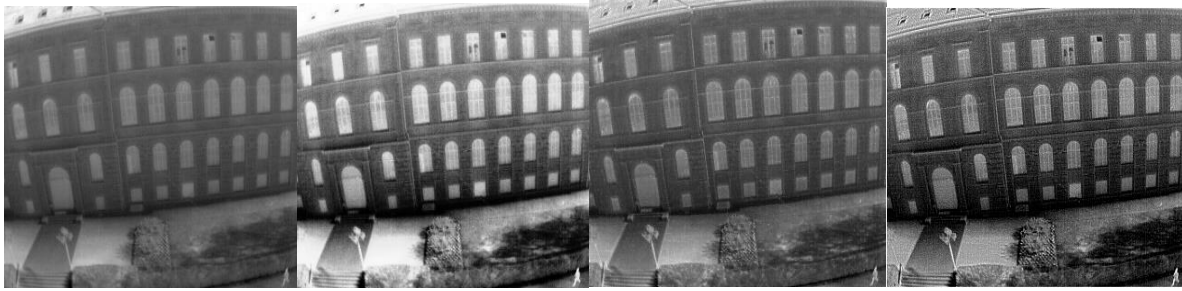
Temel ve detay görüntülerine ayrı ayrı uygulanan iyileştirme teknikleri sonucunda bu görüntüler denklem(5)'de kullanılan yöntemle birleştirilmiştir.

$$I_{out} = LF_{enh} + Hf \quad (5)$$

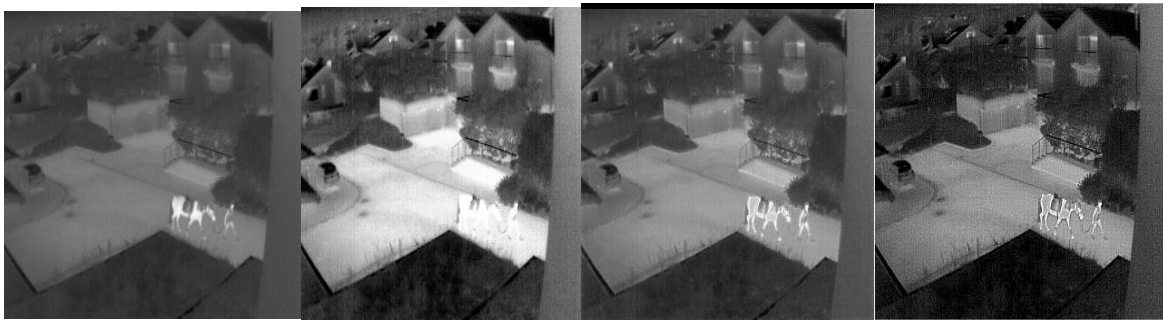
burada LF_{enh} iyileştirilen temel bileşen görüntüsünü, Hf iyileştirilen detay bileşen görüntüsünü, I_{out} ise bu bileşenlerin sentezlenmesiyle elde edilen nihai görüntüdür.

3. DENEYSSEL SONUÇLAR

Önerilen yöntem, literatürdeki bazı yaklaşımlarla karşılaştırılmıştır ve başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Görsel karşılaştırma sonuçları Şekil 2,3,4,5,6 ve 7'de verilmiştir.



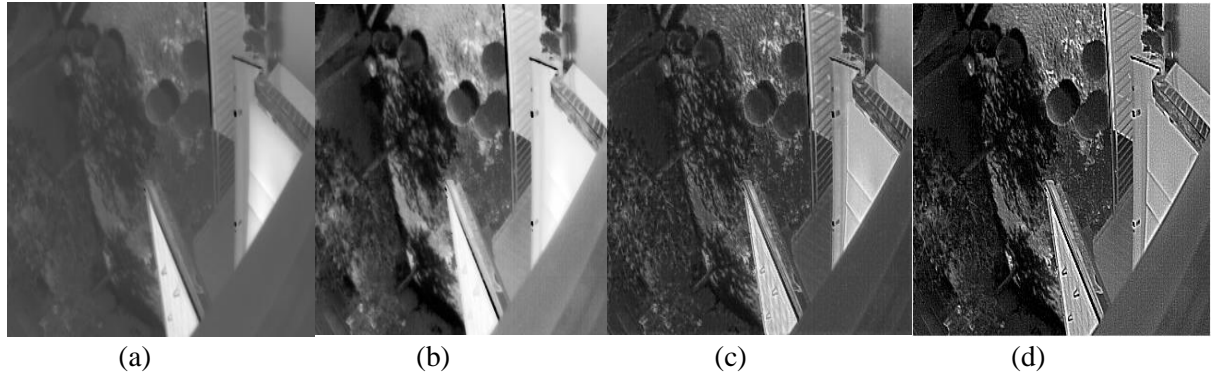
Şekil 2.Yöntemlerin Karşılaştırılması: (a)Orijinal Görüntü,(b)[7]'de önerilen yöntemin sonucu,(c)[8]'de önerilen yöntemin sonucu,(d)Önerilen yöntemin sonucu



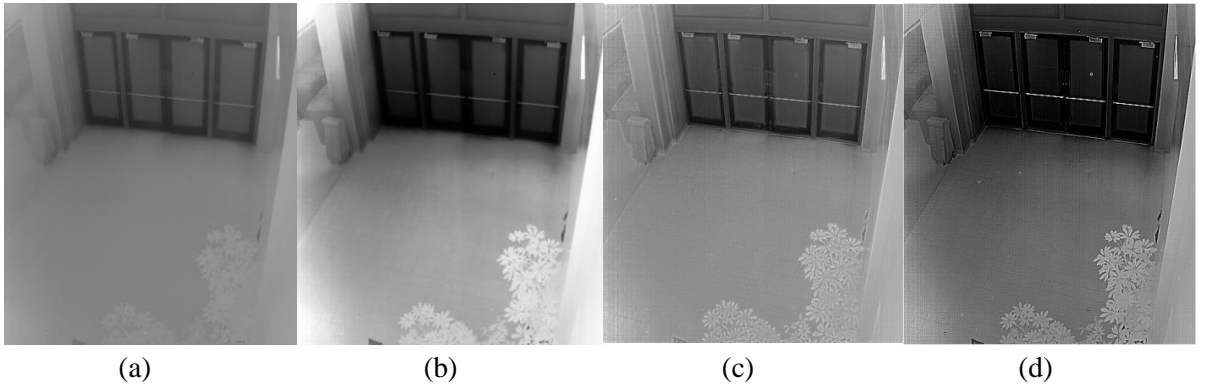
Şekil 3.Yöntemlerin Karşılaştırılması: (a)Orijinal Görüntü,(b)[7]'de önerilen yöntemin sonucu,(c)[8]'de önerilen yöntemin sonucu,(d)Önerilen yöntemin sonucu



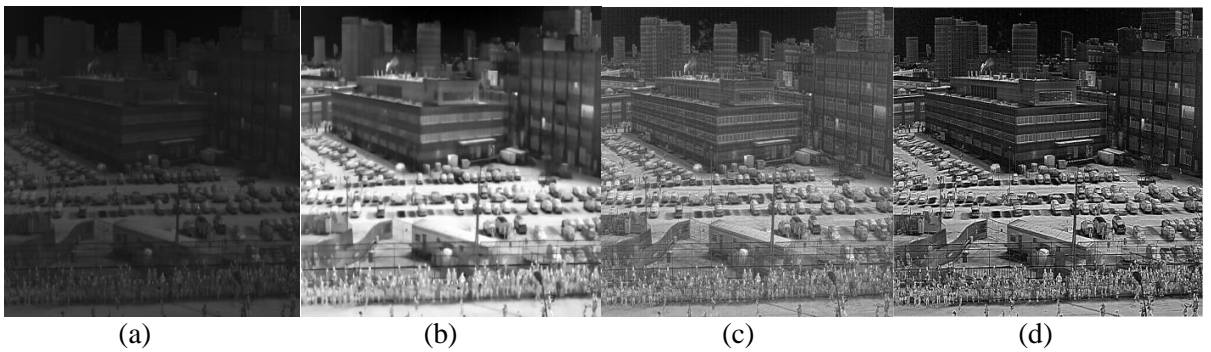
Şekil4.Yöntemlerin Karşılaştırılması: (a)Orijinal Görüntü,(b)[7]'de önerilen yöntemin sonucu,(c)[8]'de önerilen yöntemin sonucu,(d)Önerilen yöntemin sonucu



Şekil5.Yöntemlerin Karşılaştırılması: (a)Orijinal Görüntü,(b)[7]'de önerilen yöntemin sonucu,(c)[8]'de önerilen yöntemin sonucu,(d)Önerilen yöntemin sonucu



Şekil 6.Yöntemlerin Karşılaştırılması: (a)Orijinal Görüntü,(b)[7]'de önerilen yöntemin sonucu,(c)[8]'de önerilen yöntemin sonucu,(d)Önerilen yöntemin sonucu



Şekil7.Yöntemlerin Karşılaştırılması: (a)Orijinal Görüntü,(b)[7]'de önerilen yöntemin sonucu,(c)[8]'de önerilen yöntemin sonucu,(d)Önerilen yöntemin sonucu

Önerilen çalışma için [7]'deki ADAPHE çalışması ve [8]'deki ikili süzgeç tabanlı DDE yöntemleriyle karşılaştırma sonuçları incelendiğinde; çalışmanın bu yöntemlere göre görsel olarak daha başarılı olduğu sonucu çıkarılmaktadır. ADAPHE çalışması, karşıtlık açısından üstünlüğe sahip olsa da detay bileşeninde herhangi bir iyileştirme yapmamaktadır. [8]'deki çalışma da ise detay bileşeni iyileştirilmiş olsa da karşıtlık açısından yetersizdir. Önerilen çalışma hem detayları geliştirmiş hem de karşıtlığı iyileştirmiştir. Özellikle Şekil 3'deki görüntü için kontrast ve detay iyileştirilmesiyle sahnedeki nesnelere belirginleştirilmiştir. Şekil 4'te ise ev ve arkasındaki manzara görüntüsü karşılaştırılan yöntemlere göre oldukça belirgindir.

Bu çalışma termal görüntüler için kritik önem taşıyan bulanıklık ve düşük kontrast sorunlarına çözüm olarak önerilmiştir. Ortalama filtre kullanılarak görüntüden düşük frekansları tutan bileşen elde edilmiş, orijinal giriş görüntüsünden ortalama süzgeç uygulanan görüntünün farkı alınarak detay bileşeni elde edilmiştir. Temel bileşen görüntüsü için ADAPHE kullanılarak kontrastı iyileştirilmiş, detay bileşeninde ise kademeli kazanç yöntemiyle detaylar belirginleştirilmiştir. Ortalama filtre en basit filtre olduğundan çalışma özellikle zamandan tasarruf sağlamaktadır ve kullanılan iyileştirilme yöntemleriyle nihai sonuç görsel olarak başarılıdır.

SONUÇLAR

Bu çalışma termal görüntülerdeki görsel kalitenin düşük olması ve nesnelere yeterince belirgin olmaması problemlerine karşı bir iyileştirme yaklaşımı olarak önerilmektedir. Önerilen çalışmada IR görüntüsü ortalama filtre kullanılarak temel ve detay bileşenlerine ayrılır. Bileşen görüntüleri için ayrı ayrı iyileştirme yaklaşımları uygulanıp en son aşamada bu görüntülerin tekrar birleştirilmesi ile kontrastı artırılmış ve detaylarında ortaya çıkartıldığı bir görüntü elde edilmiştir. Ayrıca önerilen çalışmanın işlem yükü oldukça az olmakla beraber elde edilen görsel kalite oldukça yüksektir.

KAYNAKLAR

- [1] Wu, W, Yang, X., Li, H. vd. (2017) Ağırlıklı en küçük kareler filtresi ve bulanık plato histogram eşitleme kullanarak kızılötesi görüntü geliştirme için yeni bir şema. *Multimed Tools Appl* 76, 24789–24817 . <https://doi.org/10.1007/s11042-017-4643-8>
- [2] Chen B, Shu H, Coatrieux G, Chen G, Sun X, Coatrieux JL ,(2015) Color image analysis by quaternion type moments. *J Math Imaging Vision* 51(1):124–144
- [3] Yuan Chengsheng, Sun XM, Lv R (2016) Fingerprint liveness detection based on multi-scale LPQ and PCA. *China Communications* 13(7):60-65
- [4] H. I. Ashiba, H. M. Mansour, M. F. El-Kordy and H. M. Ahmed. "A New Approach for Contrast Enhancement of Infrared Images Based on Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization", *Appl. Math. Inf. Sci. Lett.* 3, No. 3, 123-125 (2015).
- [5] U.K. Urimi, M.R. Kongara, C.R. Patil, "Real-time Implementation of modified Adaptive Histogram Equalization for High Dynamic Range Infrared Images in FPGA", Fifth National Conference on Computer Vision, Pattern Recognition, Image Processing and Graphics (NCVPRIPG), 2015.
- [6] B. Wang, S. Liu, Q. Li, H. Zhou, A real-time contrast enhancement algorithm for infrared images based on plateau histogram, *Infrared Phys. Technol.* 48 (2006)77–82.
- [7] S. Li, W. Jin, Y. Li, "An improved contrast enhancement algorithm for infrared images based on adaptive double plateaus histogram equalization", *Infrared Physics & Technology*, Vol. 90, pp. 164–174, 2018.
- [8] C. Zuo, Q. Chen, N. Liu Display and detail enhancement for high- dynamic-range infrared images *Opt. Eng.*, 50 (12) (2011), p. 127401
- [9] Çayiroğlu İ, *Görüntü İşleme*, 02.05.2021 tarihinde : http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/GoruntuIsleme/Goruntu_Isleme_Ders_Notlari-5.Hafta.pdf adresinden alındı.

ANTI-ROLL BAR DESIGN ON INDEPENDENT RUBBER SUSPENSION AXLE OF CARAVANS

Ahmet Demirkesen

Kocaeli University / Institute of Science / Department of Automotive Engineering
demirkesenahmet@gmail.com

Mehmet Uçar

Kocaeli University / Faculty of Technology / Department of Automotive Engineering
ucarm@kocaeli.edu.tr

Abstract

Caravans are systems that meet the accommodation needs of people while traveling and provide transportation from one place to another. In recent years, caravan use has become increasingly popular. However, the handling characteristics of caravans are different from other vehicles. It is based on responding to the requirements rather than being performance-oriented due to both their designs and structures. For these reasons, caravans and other towing systems are one of the most susceptible vehicles to sway and swing when cornering. Several stabilization systems have been developed for caravans to eliminate these problems. These systems can be mechanical, electronic or electromechanics. However, they increase system costs. Anti-roll bars, which are frequently used in vehicles, can be developed for caravan systems and can be applied in a cost effective manner.

In this study, after the anti roll bar was designed to adapt to the caravan axle, the deformation analysis under-load was performed with the finite element method. With the anti-roll bar developed for caravans, it is aimed to reduce the sway that often occurs in caravans and to increase cornering performance as a low-cost stabilization system.

Keywords: Caravan, anti-roll bar, stabilization system

1. INTRODUCTION

Caravans are one of the most popular car-trailer combinations used in many countries [1]. According to the estimation of the UK caravan club, it is stated that more than 500.000 of the 30 million vehicles on the roads are caravans. The annual miles traveled by caravans is one tenth of the other vehicles. While caravans are expected to occur as 0.16% of all accidents, only 0.07% of accidents are caused by caravans. However, the consequences of the accident are more severe [2].

When a caravan gets unstable, stabilizing is complicated for driver under critical circumstances like rotating with braking. The main reason of this is the impact of the towed vehicle on the towing vehicle through the jack-knifing. This situation differentiates the handling properties of a caravan-car combinations from those of an individual vehicle [3].

BMW AG and Robert Bosch GmbH and AL-KO Kober to control oscillations on the vehicle have several electronic systems. All systems balance these oscillations by reducing the speed [4]. While the Hensley Arrow includes mechanical linkages to limit the lateral motions there are other electronic systems like Active Trailer Braking [5]. Anti-roll bar is a part that can be linked with the vehicle suspension to limit sway movement in cornering and undesirable road conditions. Because the anti-roll bar meet with multiple loads, they are often made from solid steel. SAE 5160 or AISI 1030 are frequently used for bar manufacturing [6].

2. CARAVANS

Caravans are road vehicles that are towed by a vehicle, providing people to stay wherever they desire without need for any hotel while traveling [7]. Because of their design structures, caravans can not ensure cornering performance particularly in jack-knifing like other road vehicles and their driving comfort is not as sufficient as other vehicles. There are several support systems have been developed in

order to eliminate this type of stabilization problems. These systems can be electronic, mechanical or electromechanical. Mechanically developed anti-roll bars, which are superior to other methods in terms of cost, can be integrated into caravan trailing axles as in other vehicles.

2.1. Caravan Sway Problems

Sway is a critical situation that occurs during caravan being towed. The worst consequence of this incident is that it forced the vehicle out of the road and cause fatal accidents. It is unexpected for a caravan to sway when to be loaded properly. One of the main reasons for this is imperfection of load distribution [8].

Some caravan accidents are caused by driver errors. The driver's inability to react or react incorrectly in case swinging or swaying leads to accidents [9]. The absence of any brake or cornering assist systems results in weak maneuverability and low cornering stability. Low stability when moving at high speed may causes loss of control and serious road accidents especially in jack-knifing [10]. An example of caravan accident is shown in figure 1.



Figure 1. Caravan accident [8]

2.2. Caravans Stabilization Systems

Numerous studies have been carried out and some stabilization systems have been developed in order to prevent the problems that occur in caravans due to the above mentioned reasons and to increase driving comfort and performance. Existing methods can be classified into two categories. Active and Passive methods.

2.2.1. Active Methods

Some active systems are mentioned in the literature to provide stabilization and increase performance. For example, active front and rear steering of the towing unit, active control of trailer differential braking [10]. There is a Direct Yaw Control (DYC) system that applies a reaction force in the form of braking or traction force when any instability is detected by the sensors [11]. The load transfer device is a method that works by reducing the amount of deflection by bringing vertical forces closer to the center of gravity of the vehicle [9].

2.2.2. Passive Methods

There are different types of coupling mechanism or anti-sway hitches which restrict the movement of the trailers over desired amount. Besides, various damping and motion limiting mechanisms like rotational damper [10]. The most widely used method is anti-roll bars. They are used by integrating into the axle systems of the vehicles [11].

3. ANTI ROLL BAR

Anti-roll bar is the part that keep safe the vehicle from roll and sway in rough road conditions and over speed at cornering. Rollover is a serious problem that causes many lives and property losses and needs to be overcome. The roll of anti-roll bar in solving the sway problem is very important in terms of its low cost and ease of manufacturing. Due to the fact that it is a mechanical system, the probability of failure and maintenance cost are much lower compared to electronic systems [12].

Designed anti-roll bar will be connected to swing arm that is shown in figure 3 with a pin joints by passing through the axle with independent rubber suspension which is shown in figure 2.

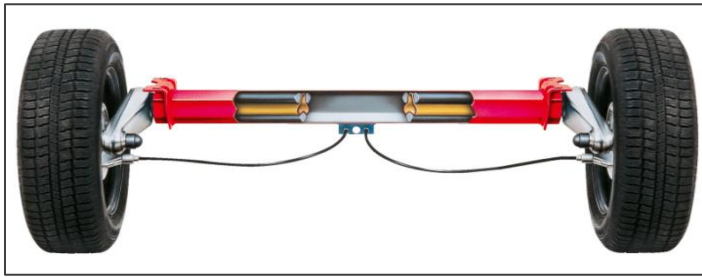


Figure 2. Independent rubber suspension axle [13]

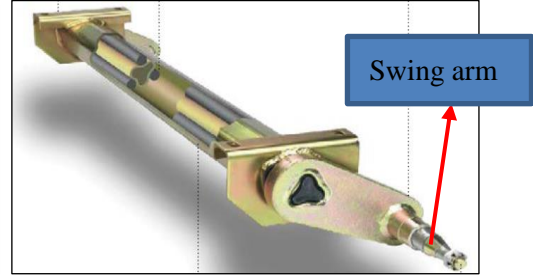


Figure 3. Swing arm of axle [13]

3.1. Design of Anti-Roll Bar

It is desired that the material from which the anti-roll bar will be manufactured has a high yield strength, a long fatigue life and be suitable for heat treatment. High yield strength is important in terms of high strain ability. Since the anti-roll bar will be exposed to dynamic load, fatigue becomes important. Because heat treatment is required to increase the strength, the material must be suitable for heat treatment. Generally, spring steel materials are used in making stabilizer or roll bars. Alloy spring steels are widely used because they are ductile materials. The most commonly used materials are 50CrV4, 51CrMoV4, 55Cr3. In this study, 50CrV4 (SAE 6150) was preferred. The chemical composition of the material is shown in table 1 [14].

Table 1. 50CrV4(SAE6150) Chemical composition [14]

C	Si	S	P
0,47 / 0,55	0,15 / 0,40	0,030 / Max.	0,030 / Max.
Cr	V	Mn	
0,90 / 1,20	0,10 / 0,20	0,70 / 1,10	

General informations about torsion bars are provided by Society of Automotive Engineers (SAE) in “Spring Design Manual”. Anti-roll bar is a kind of torsion bar so formulas that are given in the manual can be used for calculating some values which will be used for analysis. The suitable design is shown in Figure 3 [15].

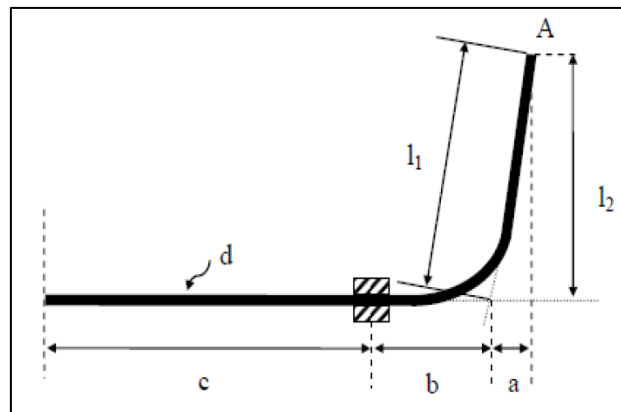


Figure 3. Anti-roll bar geometry [15]

$$f_a = [P*((l_1^3 - a^3) + (L/2*(a+b)^2) + (4l_2^2(b+c)) / 3EI] \text{ (Deflection point A)}$$

L= Length of bar (mm)

P = Force (N)

f_a = Max deflection (mm)
 d = Diameter of bar (mm)
 a, b, c, l_1, l_2 = Dimensions (mm)

Maximum allowable body roll angle should be less than $2,5^\circ$ for caravans. Assuming the length of bar as 2000 mm, the maximum deflection at the bar ;

$$f_a = (2000/2) * \tan 2,5^\circ = 43,7 \text{ mm}$$

The following values were taken as design dimensions;

$L=2000$ mm, $d= 40$ mm, $a =30$ mm , $b =270$ mm; $c =700$ mm, $l_1=300$ mm , $l_2 =300$ mm, Young's Modulus $E =200$ Gpa (SAE 6150),

Table 2 shows the deflection calculated for different bar diameters under certain loads. For 3000 N load 30 mm diameter is not applicable, for 5000 N load 30 and 35 mm diameters of solid bar are not convenient, for 7000 N load 30, 35 and 40 mm diameters are not sufficient to provide necessary strength.

Table 2. Deflection values for different diameters and loads

P = 3000 N							
D (mm)	30	35	40	45	50	55	60
f_a (mm)	58,6	31,65	18,5	11,6	7,6	5,2	3,6
P= 5000 N							
D (mm)	30	35	40	45	50	55	60
f_a (mm)	97,8	52,8	31	19,3	12,7	8,6	6,1
P= 7000 N							
D (mm)	30	35	40	45	50	55	60
f_a (mm)	137	73,8	43,7	27	17,7	12,1	8,5

Anti-roll bar has been designed and modelled in Solidworks software in accordance with the determined dimensions. Bar diameter was taken as 40 mm. The design is shown in figure 4. The designed bar is fixed on the axle with rubber bushings expressed in the form of a blue triangle shape as in the figure 5.

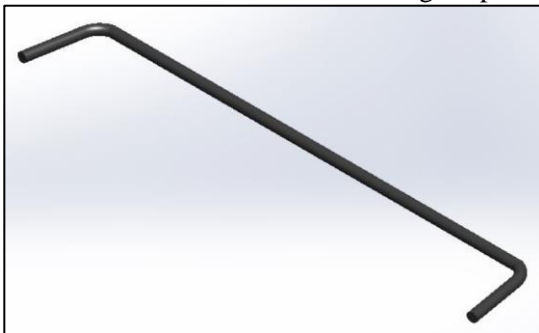


Figure 4. Model of anti-roll bar for simulation

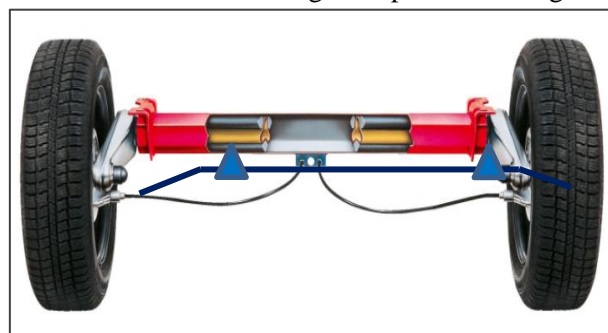


Figure 5. Anti-roll bar and axle connection

3.2. Analysis of Anti-Roll Bar

Using ansys, a finite element program, boundary conditions are determined. According to these conditions, the anti roll bar is fixed with is in contact with the axle. When three different force values of 3000, 5000 and 7000 N are applied as shown in figure x, the deformation values shown in figure y were calculated by means of the program.

Boundary conditions determined as at the bar considering pin joints, displacement in X and Z axis are fixed and rotation in Y, Z axis are constrained. The center of bar is free to rotate and axial movements are constrained. The F load applied to the bar ends in +Y and -Y directions shown in figure 6. Analysis results are shown in figure 7, 8 and 9.

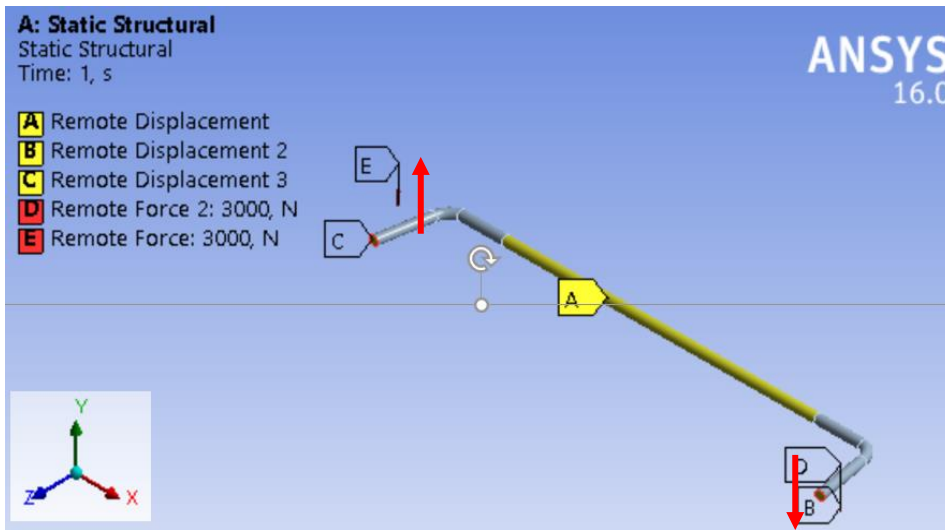


Figure 6. Boundary conditions

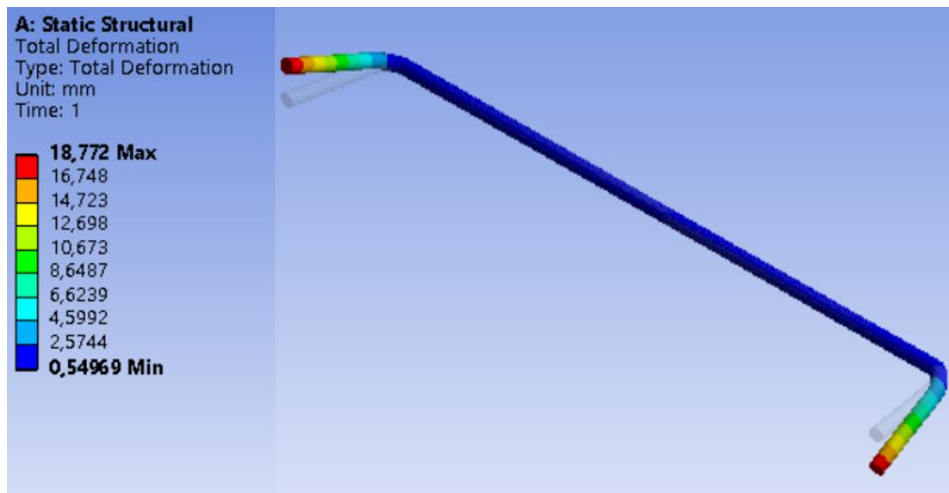


Figure 7. Deformation under 3000 N load.

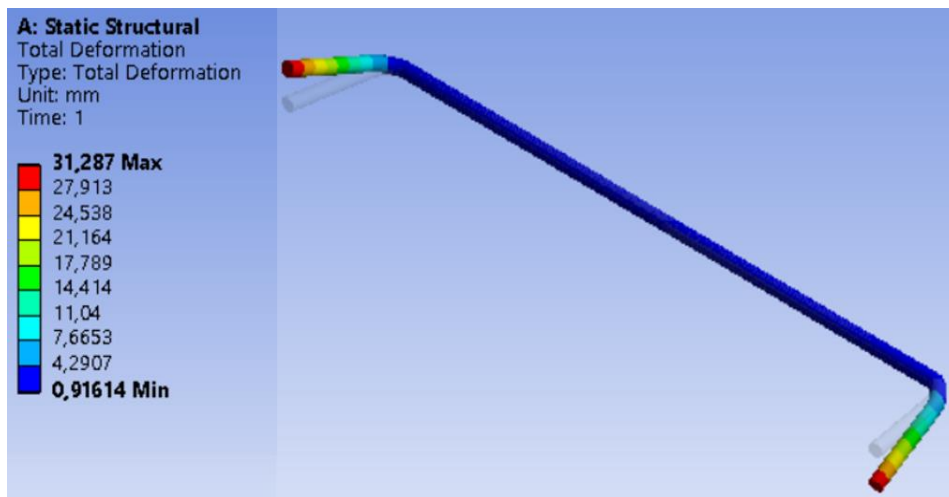


Figure 8. Deformation under 5000 N load.

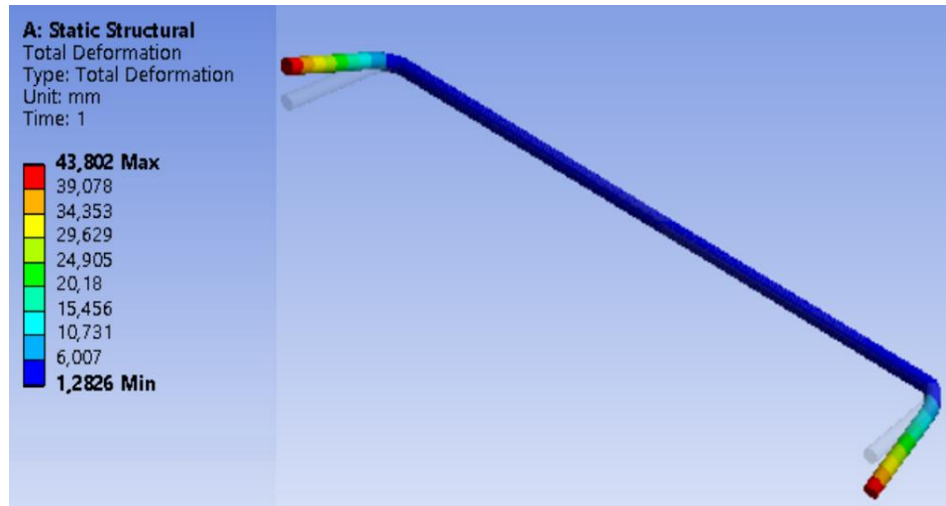


Figure 9. Deformation under 7000 N load.

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

Anti-roll bar is an important part that affects performance for towed vehicle systems such as caravans. The deformation behavior of 50CrV4 (SAE 6150) bar material under various loads has been demonstrated both by equations and software analysis. The results are compatible with each other. 3000 N and 5000 N load are suitable for the designed anti-roll bar but 7000 N load is not suitable. It was determined how much bar diameter should be determined according to amount of force applied. By changing the bar parameters, especially the diameter of the bar can be used to improve the bar properties. One of the optimum methods of observing the amount of deformation on the bar is to perform finite element analysis with the ANSYS software. Future works are to make more comprehensive stress analysis of anti-roll bar, to determine its fatigue life and to test the manufactured stabilizer bar on a caravan.

REFERENCES

- 1- Zhou, S. W., Zhang, S. Q., & Zhao, G. Y. (2010). Study on High-Speed Lateral Stability of Car-Trailer Combination. In *Applied Mechanics and Materials*, 29, 1420-1424. Trans Tech Publications Ltd.
- 2- Darling, J., Tilley, D., & Gao, B. (2009). An experimental investigation of car—trailer high-speed stability. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 223(4), 471-484.
- 3- Mokhiamar, O. (2015). Stabilization of car-caravan combination using independent steer and drive/or brake forces distribution. *Alexandria Engineering Journal*, 54(3), 315-324.
- 4- Hubner, M., Stork, T., Becker, U., & Schnieder, E. (2008, June). Lateral stabilization of vehicle-trailer combinations against crosswind disturbances by means of sliding control. In *2008 16th Mediterranean Conference on Control and Automation*, 431-438. IEEE.
- 5- Sun, T., He, Y., Esmailzadeh, E., & Ren, J. (2012). Lateral stability improvement of car-trailer systems using active trailer braking control. *Journal of Mechanics Engineering and Automation*, 2(9), 555-562.
- 6- Mastura, M. T., Sapuan, S. M., Mansor, M. R., & Nuraini, A. A. (2017). Environmentally conscious hybrid bio-composite material selection for automotive anti-roll bar. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 89(5-8), 2203-2219.
- 7- [https://en.wikipedia.org/wiki/Caravan_\(towed_trailer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Caravan_(towed_trailer)) Citation date: 7 April 2021
- 8- Friel, P. (2014). *Anti-sway trailer device* (Doctoral dissertation, University of Cincinnati. College of Engineering and Applied Science).
- 9- Williams, J. M., & Mohn, F. W. (2004). *Trailer stabilization through active braking of the towing vehicle* (No. 2004-01-1069). SAE Technical Paper.
- 10- Vempaty, S., & He, Y. (2017). A review of car-trailer lateral stability control approaches.
- 11- Biwole Meke, A. A. (2020). *Tiny house trailer dynamics: analysis of trailer sway phenomenon and design improvement* (Doctoral dissertation)
- 12- Kumar, T. V., Chandrasekaran, M., Padmanabhan, S., Saravanan, R., & Arunkumar, S. (2021). Material and design parameters optimization to enhance the life of Anti-Roll bar of commercial truck. *Materials Today: Proceedings*, 37, 1359-1366.

- 13- <https://www.alko-tech.com/tr/al-ko-altigen-kaucuk-suespansiyon> Citation date: 9 April 2021
- 14- Taşatar, C. (2006). *Viraj denge çubuğunun yapısal analizi* (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).
- 15- Bharane, P., Tanpure, K., Patil, A., & Kerkal, G. (2014). Design, analysis and optimization of anti-roll bar. *Journal of Engineering Research and Applications*, 4(9), 137-140.

PERAKENDE PAZARLAMADA MÜŞTERİ ÖNERİLERİ İÇİN VERİ MADENCİLİĞİ ALGORİTMALARI UYGULAMALARI

İrem Düzdar ARGUN

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
iremduzdar@duzce.edu.tr

Gizem Uludağ

Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makina Mühendisliği ABD

Özet

Hızla gelişen ve değişen dünyada sektörel bazda da meydana gelen gelişmeleri yakından takip etmek ve bu doğrultuda güncel kalabilmek bir mecburiyet olmuş, piyasadaki yerini sabitlemek ve geride kalmamak adına teknolojinin beraberinde getirdiklerinden azami faydayı sağlamakla bu yükümlülüğü yerine getirmek için veri madenciliğini bir araç olarak kullanmak bu noktada kurtarıcı çıkış yollarından biri olmuştur. Bu çalışmayla birlikte müşteri portföyünü anlayabilmek, hâlihazırdaki müşterilere hizmet hususunda pozitif etki sağlamanın yanı sıra benzer müşteri kitlesine sahip yeni pazarlarda avantajlı konuma geçmek amacıyla anlamlı sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir. Müşterilerinin satın alma alışkanlıklarından yola çıkarak, müşteri portföyüne özel ürünler ile pazar payındaki artış, eski müşterilerin elde tutulmasına yönelik stratejik pazarlama araçları ve yeni müşterilerin kazanılmasında etkili yöntemler ortaya koyarak perakende satış grafiğini yükseltmek amacıyla veri madenciliği, çeşitli çalışmalardan sağlanan faydalar sayesinde son dönemde üzerinde daha çok durulan konulardan biri olmuştur.

Bu çalışmada 185 müşterinin perakende satış yapan bir işletmedeki satın alma alışkanlıkları irdelenerek elde edilecek sonuçlar ile pazarlama stratejilerinde değişikliğe gidilerek çeşitli çalışmalar yapılması planlanmıştır. Burada veri madenciliği kullanılmasındaki amaç klasik istatistikî yöntemlerle ortaya çıkarılamayacak data seti içerisinde gizli kalmış örüntüleri ortaya koymaktır. Veri madenciliği uygulamaları ile segmentasyon, gruplandırılmış verileri benzerliklerine göre ayırırken doğru grupların bulunmasında yararlı olacaktır. İşletmenin müşterilerinin demografik özellikleri ve çeşitli ürün bilgilerinden oluşan data seti veri madenciliği metotlarından Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosted Tree, ID3, CHAID, Naive Bayes, K-NN, Logistic Regression ile analiz edilerek yöntemlerin performansı karşılaştırılacak, veri setine en uygun algoritma performansları göz önünde bulundurularak seçilecek müşterilerin satın alma eğilimleri belirlenecektir. Bulgular sonucunda işletmeye uygun öneriler verilerek satış ve pazarlama stratejilerinde etkililik düzeyini arttırmak amaç edinilmiştir. Bu amaç doğrultusunda işletmenin deneme yanılma yöntemi ile kaybedeceği zaman ve masrafın önüne geçerek daha hızlı ve doğru aksiyon alması ile satış miktar ve tutarlarını arttırmaya yönelik stratejiler geliştirilmesine yardımcı materyaller sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği, Karar Ağaçları, Kümeleme

APPLICATION OF DATA MINING ALGORITHMS FOR CUSTOMER RECOMMENDATIONS IN RETAIL MARKETING

Abstract

It is an obligation to follow the sectoral developments closely and being contemporary in this manner fast developing in today's industrial world. Usage of data mining procedure provides the chance to keep their place in the competitive race and to utilize the new opportunities of technological improvements is one of the useful equipment for organizations. In this study the aim is to understand the client portfolio and to create positive effects on the present consumer relations together with providing advantages at the markets having similar consumer configuration. The data mining procedures have been one of the most studied topics in the last period by starting from the purchasing habits of clients to increase the market share by employing the special products, using some strategic marketing tools to keep the present consumers and effective methods to reach new consumers for raising the retail sales charts.

In this study, by using the results of analysis performed on the purchasing habits of 185 clients of a retail sales firm, to perform some works to make chances on the marketing strategies is planned. The aim to use the data mining procedures in this study is to exhibit the hidden patterns in the data set which cannot be discovered by using classical statistical methods. The data mining applications will provide to find the true groups when classifying the grouped data according to their similarities. The data set consisted demographic features of the clients and various information about products is analysed with the data mining procedures, including Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosted Tree, ID3, CHAID, Naive Bayes, K-NN, and Logistic Regression. The performance of these methods will be compared by employing the most suitable performance of algorithm to the data set for defining the purchasing trends of selected clients. The main goal is established to raise the effectiveness level of sales and marketing strategies of the firms by preparing suitable suggestions. To realize this aim, new materials will be supplied to minimize the time and money loss for trial and error and to take fast actions for developing new strategies to increase the volume.

GİRİŞ

Küreselleşme ile birlikte artan rekabet, müşteri satın alma eğilimleri ve beklentilerinde değişiklikler meydana getirirken domino etkisiyle müşteri ile başlayan sürecin devamında da büyük etkilere sebep olmuştur. Bu değişimlerin etkilerini işletme vizyon ve misyonu göz önünde bulundurarak yönetebilmek, değişimi kavrayabilmek ve ayak uydurmakla doğru orantılıdır. Bu bağlamda müşteri ilişkilerinin verimli şekilde yönetilmesi pazar payına direkt etki edecektir. (Aydoğan, Gencer & Bulut 2008) Veri madenciliği giderek artan önemi ve sağladığı kolaylıklar açısından uygulamada oldukça sık olarak karşımıza çıkmakta ve yöntemlerinin farklı işlevleri olması sebebiyle birçok soruya aynı anda yanıt verebilme özelliği ile her geçen gün daha çok öne çıkmaktadır.

Veri madenciliğinde yöntemleri, tahmin amaçlı kullanılan yöntemler (Predictive) ve tanımlama amaçlı kullanılan yöntemler (Descriptive) olarak iki temel başlık altında toplanmaktadır. Tahmine yönelik yöntemler, daha önceden sonuçları belirlenmiş bir veri kümesinden faydalanarak benzer nitelikteki başka bir veri kümesinin sonuçlarını öngörme amaçlı kullanılmaktadır. Tanımlamada ise mevcut veri kümesinin içerisinde bulunan örüntülerin tanımlanması gerekmektedir. (Zhong, Zhou & Verlag 1999) Tahmin edici yöntemler Sınıflama ve Regresyon iken; tanımlayıcı yöntemler ise kümeleme ve birliktelik kuralları olarak gruplandırılmaktadır. Sınıflama matematiksel işlemlerin yapılmadığı verileri tahmin ederken, regresyon devamlılık gösteren veri setlerinde kullanılmaktadır. (Han, Kamber& Pei 1999) Sınıflama ve regresyon başlığı altında toplanan başlıca yöntemler Naive-Bayes, Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks), Karar Ağaçları (Decision Trees), K-En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbor), Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms), Bellek Temelli Nedenleme (Memory Based Reasoning) olarak sıralanabilir. (Akpınar 2000)

Genel olarak başlıca kümeleme yöntemleri ise Izgara tabanlı yöntemler (Grid-based methods), Bölme yöntemleri (Partitioning methods), Model tabanlı yöntemler (Model-based methods), Hiyerarşik yöntemler (Hierarchical methods), Yoğunluk tabanlı yöntemler (Density-based methods) olarak sınıflandırılabilir (Han, Kamber& Pei 1999).

Bu çalışmada kümeleme algoritmalarından k-means ve x-means algoritmaları kullanılarak önce veri setindeki müşteri grubunu tanımlamak daha sonra da karar ağaçları algoritmaları kullanılarak hem farklı algoritmaların performansı incelemek amaçlanmıştır. Bunun sebebi öncelikle veriyi bir segmentasyon işlemine tabi tutarak karar ağacı algoritmalarında sınıflandırma için bir referans noktası verebilmektir. Böylece veri setine hangi verinin hangi kümeye ait olduğunu bildiren bir sütun daha ekleyip tahminlemenin neye göre yapılacağını belirtmektir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada kullanılan veri seti perakende satış sektöründe çalışan bir işletmenin müşterilerinin alışverişleri sırasında oluşturulmuştur. Farklı zaman dilimlerinde al götür satışının yapıldığı müşteri kitlesi; yaş, cinsiyet, alışverişin yapıldığı birim, toplam tutar, toplam ağırlık, toplam alışveriş süresi, alışverişe kaç kişinin dâhil olduğu gibi nicel verilerin yanında hangi ürünleri satın aldıkları bilgisi ve müşterilerin mağazaya girdiği andan itibaren kararlılık durumları ile birlikte incelenmiştir. Böylece veri

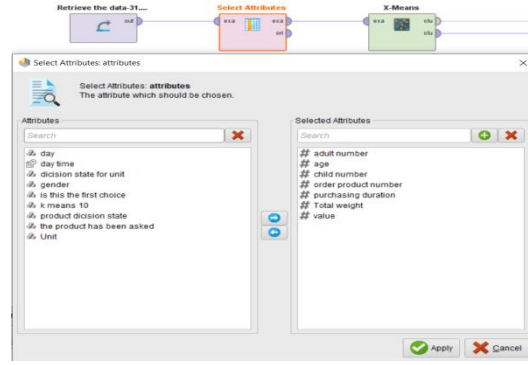
setinde hem string hem de integer formatında verilere yer verilmiştir. 213 müşteri ve 16 farklı değişken ile oluşturulmuş bu veri seti veri madenciliği yöntemlerinin hemen hepsi ile çalışmaya olanak vermektedir. Bu noktada yapılacak çalışmanın ve kullanılacak yöntemlerin ana belirleyicisi problem seçimi olmaktadır. Bu veri seti kullanılarak amaçlanan çözüm take-away müşterilerinin veri setinde verilmiş özelliklerine bakarak benzer özelliklere sahip müşterilerin satın alma eğilimlerini belirleyerek satış grafiğine etki edecek pozitif ivme yakalamaktır.

Veri madenciliği çalışmaları verilerin büyük ölçekli olması nedeniyle bu konuda özel olarak geliştirilmiş olan yazılımlar kullanılmaktadır. SPSS, R, WEKA, Python, Orange, Rapidminer bunlardan belli başlılarını oluşturmaktadır. Rapidminer, açık kaynak kodlu, Java dilinde yazılmış bir program olup her işletim sisteminde çalışabilmektedir. Program sürükle bırak yöntemi ile birbirine bağlanan operatör işlevleri sayesinde çalışan ve operatör işlevlerinin üzerine tıklanarak gerekli parametrelerin kolayca belirlendiği bir yazılımdır. Kodlama bilgisi gerektirmez ve aynı veri setiyle aynı anda birden çok analiz yapılmasına izin verir (Çelik, Akçetin & Gök 2017). Bu çalışmada da belirtilen avantajlarından dolayı Rapidminer yazılımı kullanılması tercih edilmiştir. Veri setinde kümeleme ve karar ağacı algoritmaları ile test edilerek bu algoritmanın veri seti üzerindeki başarı oranları belirlenmiştir. Öncelikle veri seti çeşitli kümeleme ile çalıştırılarak müşterileri en anlamlı en uygun kümelere ayrılmak hedeflenmiş, çeşitli denemeler yapılmış ve verilerin dağılımını veri setinin karakteristiğine göre $k=10$ olduğunda en uygun şekilde dağıldığı görülmüştür. Tablo 1 de iki algoritmanın sonucunda birbirine yakın sonuçlar elde edildiği görülmüş ve detaylı inceleme yapılmıştır. Tablo 1 de k means algoritmasında kümelenecek veriler x means algoritmasında hangi sınıfa dâhil olduğu belirlenmiştir. Örneğin k means algoritmasında cluster 2 olarak sınıflandırılmış verilerin, x means e göre cluster 9 un 8 ve cluster 4 in 5 ögesine denk gelen id numaralı müşteriler olduğu görülmüştür. Bunun yanında k -means e göre cluster 1 kümesinin bütün ögeleri x means te cluster 0 kümesinin bütün ögelerine denk gelmektedir ki bu iki algoritmanın belirli noktalarda aynı tabanda sınıflama yaptığını kanıtlamaktadır. Bütün bunlara dayanarak iki algoritmanın verileri benzer gruplarda topladığı söylenebilir.

Tablo 1 de görüldüğü üzere iki algoritmanın sınıflandırması sonucu 233 veriden 205 i aynı k means ve x means algoritmasında aynı sınıflara dağılmışlardır. Bu noktada detaylı inceleme yapıldığında Tablo 2 deki gibi k means algoritmasında sınıflandırılmış verilerin x means algoritmasında hangi sınıfa dâhil edildiği görülmüş, sınıfların isimleri değişse de % 88 olasılıkla yine aynı sınıfta bulunduğu görülmüştür. Şekil 1 ve Şekil 2’de ise bu sınıflandırmaların nokta grafikleri verilmektedir. Görsel açıdan da incelendiğinde veri dağılımı Tablo 1 ve Tablo 2 deki sonuçları desteklemektedir. Veri setinde bulunan 14 özelliğe karşın kümeleme algoritmaları uygulanırken bazı parametrelerin sonuca olan ağırlıklarına göre öne çıktığı ilgili algoritmalar çalışılırken rapidminer programında bulunan operatörlerin daha düşük öncelik verdiği saptanmıştır. Sonuca etkisi düşük olan bu parametrelerin sınıflandırma işleminde ihmal edilmiş bu nedenle 14 özelliğin tümü yerine Şekil 3 de görülen parametreler üzerinden çalışma yapılmıştır. Bu parametrelerin seçiminde sonuca olan etkisinin önem derecesinin yanında verilerin integer olmasına dikkat edilmiş veri setinin string içeren parametreleri kümeleme algoritmalarında sınıf seçimine etkisi düşük olduğundan elemine edilmiştir.

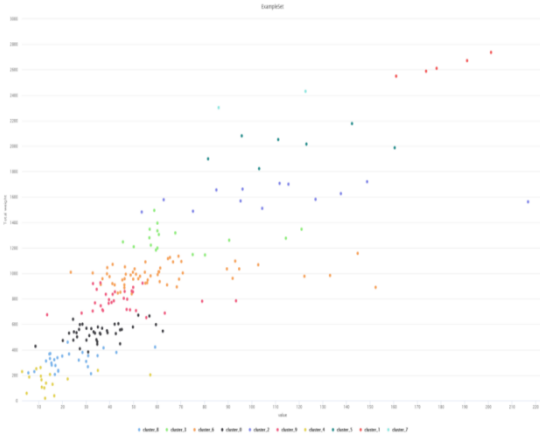
Tablo 1. K means ve X means cluster karşılaştırması ve K means algoritmasında sınıflandırılan verilerin X means algoritmasındaki karşılığı

k means	x means	k means	x means
Cluster 0: 39 items	Cluster 0: 5 items	Cluster 0 (39)	Cluster 5 (39/45)
Cluster 1: 5 items	Cluster 1: 15 items	Cluster 1 (5)	Cluster 0 (5/5)
Cluster 2: 13 items	Cluster 2: 33 items	Cluster 2 (13)	Cluster 9 (8/10), Cluster 4 (5/6)
Cluster 3: 17 items	Cluster 3: 6 items	Cluster 3 (17)	Cluster 1 (15/15), Cluster 9 (2/9)
Cluster 4: 17 items	Cluster 4: 6 items	Cluster 4 (17)	Cluster 8 (17/38)
Cluster 5: 7 items	Cluster 5: 45 items	Cluster 5 (7)	Cluster 3 (6/6), Cluster 4 (1/6)
Cluster 6: 55 items	Cluster 6: 2 items	Cluster 6 (55)	Cluster 2 (2/33), Cluster 7 (53/53)
Cluster 7: 2 items	Cluster 7: 53 items	Cluster 7 (2)	Cluster 6 (2/2)
Cluster 8: 27 items	Cluster 8: 38 items	Cluster 8 (27)	Cluster 5 (6/45), Cluster 8 (21/38)
Cluster 9: 31 items	Cluster 9: 10 items	Cluster 9 (31)	Cluster 2 (31/33)
Total number of items: 213	Total number of items: 213	Total (233)	Total (233)

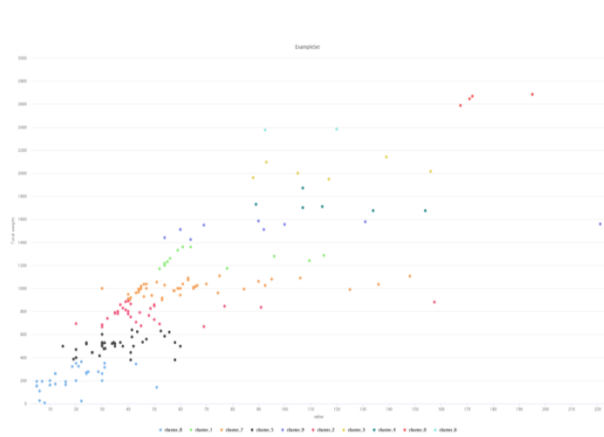


Şekil 1. Değişken seçimi

Kümeleme analizi yapılırken kullanılan yöntemler benzer uzaklıkları temel alarak veri işlemektedir. Bu uzaklıkların belirlenmesinde Standardize Euclidyen, Kareli Euclidyen, Euclidyen, Canberra, Manhattan Mahalanobis, Minkowski gibi yöntemler kullanılabilir. Her yöntem farklı bir metoda sahip olduğundan kümeleme analizinin uygulanmasında dikkatli olmayı gerektirmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'te görüldüğü gibi kümeleme algoritmasının temelinde her bir elemanın kendi grubundaki diğer elemanlarla benzer özellik göstermesi ve grupları birbirinden ayırt eden özelliklerin olması bulunmaktadır (Arslan, 2008).



Şekil 2. K means – veri seti/cluster dağılımı

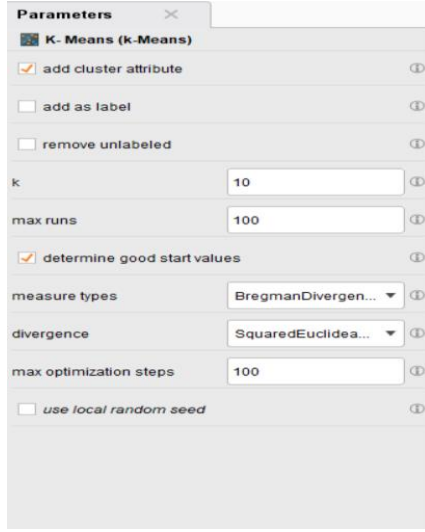


Şekil 3. X means – veri seti/cluster dağılımı

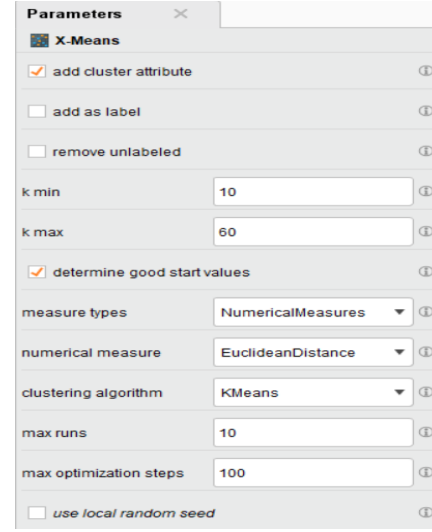
K- means algoritması büyük veri kümelerinde kullanılabilmesi ve uygulama kolaylığı sağlaması açısından avantaj sağlamaktadır. Bu yöntemde küme sayısı başlangıçta tanımlanmalıdır ve kategorik veri setlerinde kullanılması önerilmeyen bir metottur. K- means algoritmasının dez avantajlarından biri de yoğunluk ve büyüklük açısından farklılık sergileyen veri setlerinde isabetli sonuç verememesidir. Bunun yanında olağan dışı veriler ve gürültü gibi etkenler ortaya çıktığında k- means diğer algoritmalara göre zayıf kalmaktadır (Işık, 2006). K-means yöntemi kullanılırken bir lokal optimum noktası hesap edilir ve bu noktada yöntem bitirilir. (Jiavei Han, 2006).

Yöntem yinelemeli bir yöntem olmakla birlikte elemanlar arasındaki uzaklığın karesini en küçüklemek fonksiyonunu kullanarak belirtilen kümeyle ayırmayı amaçlar. Her yenilemede veriler farklı bir kümeyle gönderilerek optimum sonuç bulunmaya çalışılır. Bu aşamada permutasyonel bir işlem gerçekleştirilmiş olur (Özdamar, 2004). X- means algoritması k küme sayısının nasıl bulunacağı sorusuna optimum sayıyı bularak cevap vermektedir. Bunun için K küme sayısının makul bir aralıkta tanımlanması sağlanmalıdır. Belirtilen aralıktaki k sayısı bayesian bilgi kriteri gibi bir model aracılığı ile puanlanır. Özetle belirlenen aralığın alt sınırından üst sınırına kadar incelenip gerek duyulan noktada yeni bir merkez ekleme yoluyla çalışmaktadır. Bu proses içerisinde puanlanan k sayıları arasında en iyi puan alan centroid optimum kabul edilir. (Pelleg, Moore 2002).

Belirlenen kümeleme algoritmalarının kendi içerisinde yukarıda da belirtildiği gibi farklı özellik ve işleme yöntemine sahip olmasına literatürde de yer verilmiştir. Ortaya çıkan yöntemsel farklılıklar (Şekil 4 ve Şekil 5) sonuca doğrudan etki etmekte ve verilerin farklı sınıflara ayrılmasına sebep olmaktadır.



Şekil 4. K means parametreler



Şekil 5. X means parametreler

Kümeleme yöntemlerinden K means algoritmasının sonuçlarındaki kümeler, veri setine dahil edilerek karar ağacı yöntemlerinden decision tree ve random forest veri sayısının az olması dolayısıyla cross validation ile desteklenerek çalışılmıştır. Cross Validation (Çapraz doğrulama), tahminleyici modellerin performansını değerlendirmek ve uyum söz konusu olduğunda yetersiz ve gereğinden fazla uyum olması durumunu önlemek amacıyla kullanılır.(Berrar 2019). Çapraz doğrulama veri setini iki ayrı grubu ayırarak bunlardan birini eğitim seti diğerini ise sına seti olarak kullanarak performans ölçümü gerçekleştirir (Duda vd., 2000).

Özcan (2015) sınıflandırma kavram ve formülasyonunu açıklarken ölçütlerin önemini de vurgulamıştır. Sınıflandırma problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemlerin birinin diğerinden daha iyi yahut daha kötü olduğunu düşünmek mümkün değildir. Bu noktada veri setinin algoritmaya uygunluğuna göre hareket edilmesi gerekmektedir. Sınıflandırma algoritmalarının performansını değerlendirmek amacıyla belirlenmiş kriterler mevcuttur. Bu kriterlerin başında, kesinlik (precision), Doğruluk / Hata Oranı, Spesifiklik, Anma (recall), F-ölçütü ve ROC alanı şeklinde tanımlanabilir. Kriterlerin hesaplanması için ise karışıklık matrisi kullanılmaktadır. Karışıklık matrisi (Confusion Matrix) $CM_{i,j}$ olarak gösterilip buradaki i ve j değerleri sınıflardır. $CM_{i,j}$ sınıfında etiketlenen örneklerin gerçekte i sınıfına ait olduğunu belirtmektedir. Aşağıdaki örnekte 2 farklı sınıfı olan bir matrisin örneği mevcuttur.

Tablo 3: Karışıklık matrisinin yapısı (Özcan 2015)

Gerçek sınıf/Tahmini sınıf	C_1	$\neg C_1$
C_1	A:Doğru pozitif (DP)	B:Yanlış Negatif (YN)
$\neg C_1$	C:Yanlış pozitif (YP)	D:Doğru Negatif (DN)

Tablo3 te görüldüğü üzere matris 4 alana ayrılmış olup verilerin doğru ve yanlış sınıflandırılmış olmasına göre bu alanların değeri belirlenmektedir. A alanı Doğru pozitif olarak adlandırılmış olup Eğitim setindeki C_1 sınıfına ait verinin yine C_1 olarak tanımlanmış olduğunu ifade eder. (B alanı yanlış negatif) Eğitim setinde C_1 sınıfında olmasına rağmen sına setinde C_1 olarak tanımlanmayan verileri temsil eder. C yanlış pozitif alanı C_1 olarak tanımlanmayan ancak tahminlerken C_1 olarak sınıflandırılan alandır. D doğru negatif alanı ise C_1 sınıfında olmayan ve C_1 olarak tahminlenmemiş alandır. Bu değerler kullanılarak doğruluk ve hata oranı ile ilgili hesaplama aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$\text{Doğruluk oranı} = (DP+DN) / (DP+YN+YP+DN) \quad (1)$$

$$\text{Hata oranı} = (YN+YP) / (DP+YN+YP+DN) \quad (2)$$

Kesinlik, model tarafından doğru kategorisinde sınıflandırılmış örnek sayılarından pozitif olanlarının toplam pozitif örnek sayısına oranını ifade eder. Yani C olarak tahmin edilen verilerin gerçekte de c olması oranıdır. Kesinlik ölçütü modelin yanlış pozitif verileri eleme performansını ölçmektedir. Anma değeri ise C sınıfına ait doğru sınıflandırılmış örneklerin toplam c sınıfına oranıdır. Anma ölçütü, kesinlik ölçütünün aksine yanlış negatif değerleri eleme performansını ölçmektedir.

$$\text{Anma} = DP / (DP + YN) \quad (3)$$

Bu iki ölçütün 1 e yakın sonuç vermesi istenir ve beklenir.

Kesinlik ve anma ölçütlerinin harmonik ortalaması F olarak ifade edilip aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$F = \frac{2 \times \text{kesinlik} \times \text{anma}}{\text{kesinlik} + \text{anma}} \quad (4)$$

Kesinlik ölçütüne, anma ölçütüne göre ağırlık verilerek hesaplanmak istendiğinde F_b değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$F_b = \frac{(1 + b^2) \times \text{kesinlik} \times \text{anma}}{b^2 \times \text{kesinlik} + \text{anma}} \quad (5)$$

Spesifiklik ölçütü ile doğru negatif performansı ölçülmek istenir, C sınıfına ait olmayan verilerin C sınıfında tanımlanmaması durumudur.

$$\text{Spesifiklik} = DN / (YP + DN) \quad (6)$$

Bu değerler hesaplandıktan sonra yorumlanması, bu değerlerin daha büyük sonuç verdiği sınıflandırıcı diğerlerine göre daha başarılıdır. (Özcan 2015)

SONUÇLAR

Tablo 5 ve Tablo 6 da uygulanan modelin test verisi üzerindeki tahmin etme performansları verilmiştir. Doğru tahmin edilen veriler turuncu yanlış olanlar ise gri olarak işaretlenmiş satır ve sütun alt toplamalarında class precision- kesinlik ve class recall- anma değerleri verilmiştir. Bu değerlerden class precision ile decision tree algoritmasının doğru sınıflandırma yüzdesi ortalama %81.13 ve anma değerleri ortalaması %71.70 olarak hesaplanmaktadır. Random Forest algoritmasında doğru sınıflandırma yüzdesi ortalama %85.71 ve anma değerleri ortalaması % 88.33 tür. Buradan da anlaşılacağı üzere Random forest modeli decision tree modeline göre tahmin etmede daha başarılı performans sergilemiştir.

Tablo 4. Algoritmaların başarı oranının karşılaştırması

Decision Tree	Doğru Sınıflandırma Ort.	81.13%
	Anma Değeri Ort.	71.70%
Random Forest	Doğru Sınıflandırma Ort.	85.71%
	Anma Değeri Ort.	88.33%

Tablo 5. Decision tree performans

accuracy: 83.59% +/- 5.46% (micro average: 83.57%)

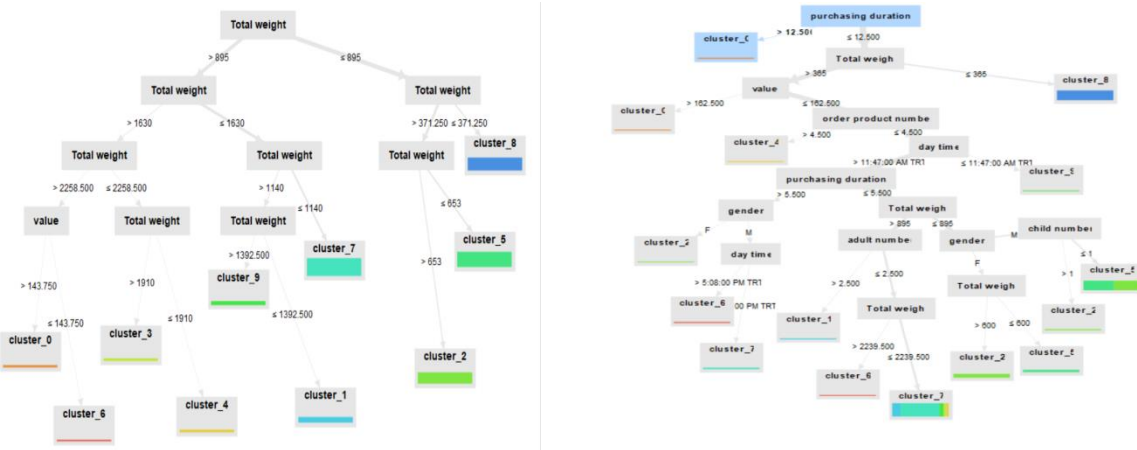
	true cluster_8	true cluster_1	true cluster_7	true cluster_5	true cluster_2	true cluster_3	true cluster_4	true cluster_0	true cluster_6	class precision
pred. cluster_8	37	0	0	2	0	0	0	0	0	94.87%
pred. cluster_1	0	8	0	0	3	0	0	0	0	72.73%
pred. cluster_7	0	7	50	0	2	6	0	1	0	75.76%
pred. cluster_5	1	0	1	43	0	4	0	0	0	87.76%
pred. cluster_9	0	0	0	0	4	0	0	2	0	66.67%
pred. cluster_2	0	0	2	0	0	23	0	0	0	92.00%
pred. cluster_3	0	0	0	0	0	0	5	1	0	71.43%
pred. cluster_4	0	0	0	0	0	0	1	2	0	66.67%
pred. cluster_0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	83.33%
pred. cluster_6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100.00%
class recall	97.37%	53.33%	94.34%	95.56%	40.00%	69.70%	83.33%	33.33%	100.00%	50.00%

Tablo 6. Random forest performans

accuracy: 98.59% +/- 2.27% (micro average: 98.59%)

	true cluster_8	true cluster_1	true cluster_7	true cluster_5	true cluster_2	true cluster_3	true cluster_4	true cluster_0	true cluster_6	class precision
pred. cluster_8	38	0	0	0	0	0	0	0	0	100.00%
pred. cluster_1	0	15	0	0	0	0	0	0	0	100.00%
pred. cluster_7	0	0	53	0	0	0	0	0	0	100.00%
pred. cluster_5	0	0	0	45	0	0	0	0	0	100.00%
pred. cluster_9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	100.00%
pred. cluster_2	0	0	0	0	0	33	0	0	0	100.00%
pred. cluster_3	0	0	0	0	0	0	6	1	0	85.71%
pred. cluster_4	0	0	0	0	0	0	0	5	0	100.00%
pred. cluster_0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	71.43%
pred. cluster_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
class recall	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	83.33%	100.00%	0.00%

Decision tree modelinde Modeli dağıtmak için CART algoritmasını seçerken, tahmin edilen tüm değerler aynıdır, bu da bu modelin düşük performansa sahip olduğu anlamına gelir. (Chong, Xinrui & Zipei 2020) Random forest modeli tek bir ağaç oluşturmak yerine her düğümde rastgele alınmış özelliklerin en iyisini baz alarak bütün düğümleri dallara ayıran bir çok ağaç oluşturur. Veri kümeleri veri setindeki verilerin yer değiştirmesi sonucu üretilir. Budama işlemi yapılmaz ve rast gele ağaçlar geliştirilir. (Leo Breiman, 2001).



Şekil 6. Decision tree ve random forest algoritmasıyla elde edilen karar ağaçları

Karar ağaçlarında düğüm, bir nitelik için gerçekleştirilmiş sınıma olduğundan tüm örneği temsil eder. Dal ise gerçekleştirilmiş testin sonucunu, yapraklar ise bölünmeyen düğümler olarak sınıfları temsil eder. Kök düğüm en üstte bulunan düğümdür ve yukarıdan aşağıya yani kök düğümden yapraklara doğru çalışan bir modeldir. (Wei and Chiu, 2002).

Burada decision tree ile ilk düğümün toplam ağırlığa göre ayrıldığını görürken random forest yönteminde ilk düğümün satın alma süresi olduğunu görüyoruz. Şekil 6 da decision tree ve random forest algoritmalarıyla elde edilen karar ağaçlarının görselleri verilmiştir. Görsellerde kümelerin altlarında renklerle ifade edilmiş biçiminden Random forest modelinin her ne kadar tahmin etmede daha yüksek performans sergilese de karar ağaçlarında alt kümenin homojen yapıda olma kriteri decision tree de daha çok göze çarptığı görülmektedir.

Sonuç itibarıyla bütün bu bulgularla Rapidminer programında işlenen ve belirtilen veri seti üzerindeki analizde random forest algoritmasının decision tree algoritmasına nazaran daha başarılı performans sergilediği görülmüştür.

KAYNAKÇA

- Arslan, H. 2008. Sakarya Üniversitesi Web Sitesi Erişim Kayıtlarının Web Madenciliği İle Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 80s.
- Akpınar, H. 2000. "Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Sayı:1 s.1-22

- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. doi: 10.1023/A:1010933404324
- Işık, M. 2006. Bölünmeli Kümeleme Yöntemleri İle Veri Madenciliği Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 76.
- Han, J.-Kamber, M., Morgan Kaufmann Publishers, 2000. *Data Mining Concepts and Techniques*, 1st Ed., San Francisco, USA
- Özcan T. 2015. İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Veri Madenciliği, 99-101 s.
- Pelleg,D. -Moore A. 2002, X-means: Extending K-means with Efficient Estimation of the Number of Clusters, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA
- Özdamar, K. 2004. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler) 2, s.279–351
- Romesbourg, C. 1984. *Cluster Analysis for Researchers*, Belmont: Lifetime Learning Publications.
- Wei, C. - Chiu, I-T. Turning Telecommunications Call Details To Churn Prediction: A Data Mining Approach, *Expert Systems with Applications* Volume 23, Issue 2, August 2002, Pages 103-112
- Zhong, N. - Zhou, L., Springer Verlag, 1999. *Methodologies for Knowledge Discovery and Data Mining : Third Pacific-Asia Conference, Pakdd-99, Beijing, China, April 26-28, 1999 : Proceedings*,

MARKET YÖNETİMİNDE KRİTERLERİN AHP YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

Barış Kantoğlu

Düzce Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü Dr. Öğretim Üyesi
bariskantoglu@duzce.edu.tr

Tuğba Nur Ayyıldız

Düzce Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği
tnurayyildiz@gmail.com

Özet

Günümüzde market sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin sayısı giderek artmaktadır. Bu ortamda yöneticilerin rakiplerinden daha fazla talep görmeleri için dikkat etmesi gereken kriterler vardır. Bu kriterlerin hangisinin ne derece önemli olduğunu belirlemek önemli bir husustur. Yapılan çalışmada gıda perakende sektörü işletmesi olan bir süpermarkette market yönetimini etkileyen önemli kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ana ve alt kriterler yapılan literatür araştırması sonucu elde edilmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda söz konusu marketin yöneticileri ile görüşmeler yapılarak veriler elde edilmiştir. Market yönetiminde dikkate alınan 6 ana kriterin ve 22 alt kriterin kriterler arası etkileşiminin modellenmesinde ve kriter önem derecelerinin belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrislerinin ağırlıkları elde edilmiştir. Yapılan bu analizler sonucunda yöneticiler açısından hedeflenen en önemli ana kriter; müşteri memnuniyetidir. Sonra ele alınacak kriterler ise önem sırasına göre raf/reyon yönetimi ,market içi bileşenler, market dışı bileşenler, market imajı riskleri olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile market yöneticilerinin yönetimde dikkate alınması gereken önemli kriterlerin üzerinde yoğunlaşması sağlanarak satışlarda artış olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi, Market Yönetimi, Müşteri Memnuniyeti.

ANALYSIS OF CRITERIA IN MARKET MANAGEMENT VIA AHP METHOD

Abstract

Today, the number of businesses operating in the market sector is gradually increasing. In this environment, there are criteria that managers should pay attention to in order to receive more demands from their competitors. It is important to determine which of these criteria are and how important. In the study, it is aimed to determine the importance of the important criteria affecting the market management in a supermarket that is a food retail sector business. The main and sub criteria were obtained as a result of the literature search. For these purposes, the data was obtained by interviewing the managers of the market in question. Analytical Hierarchy Process (AHP) method was used in modeling the interaction between criteria of 6 main criteria and 22 sub-criteria considered in market management and determining the criterion importance levels. The weights of pairwise comparison matrices were obtained by AHP method. As a result of these analyzes, the most important main criteria targeted by managers are; is customer satisfaction. The criteria to be discussed later were determined as shelf / aisle management in order of importance, in-market components, non-market components, and market image risks. An increase in sales is expected by enabling the market managers to focus on the important criteria to be considered in management.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Market Management, Customer Satisfaction.

1.GİRİŞ

Market markalı ürünler tüm Dünya’da perakende gıda sektöründe artan bir oranda müşteriler tarafından talep edilmektedir. Bu nedenle market markalı ürünlerin çeşitli araştırmalarda araştırma konusu olması kaçınılmaz olmuştur. Bu çerçevede araştırmanın problemini İstanbul genelinde faaliyet gösteren ve amacını sahip olduğu kaynaklarını en randımanlı şekilde katma değere dönüştürerek, sürekli geliştirmek, en kaliteliyi en uyguna sunmak olarak belirleyen bir süpermarket oluşturmuştur. Marketin market markalı ürünlere sahip olmaları nedeniyle bu marketlerin market imajı, hizmet kalitesi, raf reyon

yönetimi, müşteri memnuniyeti, algılanan risk ve fiyat bilinci gibi olguların yöneticileri üzerindeki etkisi oluşturmuştur (Küçük,2018).

Ülkemizde perakende sektöründe hızlı gelişimin yaşanmasıyla birlikte sıkı bir rekabet ortamı oluşmuştur. Bu durum, tüketicilerin memnuniyetini artıracak yeni stratejik çalışmalar yapmaya işletmeleri yönlendirmiştir (Polat ve Külter, 2007).

Çalışmada ele alınan konu market yönetimini etkileyen faktörlerin belirlenerek yönetim üzerindeki etkisinin ölçülmesidir. Yöneticilerin gözlemlerine dayanarak müşterilerin marketlerdeki reyon düzeni, market içi ve market dışı yönetim ile ilgili olarak beklentilerini analiz etmek için hangi faktörlerin daha önemli olduğunu ve bu bilgiler doğrultusunda marketlerde satışların artışı sağlayacak düzenlemelerin yapılması amaçlanmaktadır.

Market yönetimi için önemli olduğu düşünülen ana kriterler ve her birinin alt kriterleri belirlenmiştir. Yöneticiler tarafından bu kriterlerin ikili karşılaştırılması yapılarak verilerin elde edilmesi amaçlanmaktadır.

2.MATERYAL VE METOT

Çalışmada, kriterler arası etkileşimin modellenmesinde ve kriter önem derecelerinin belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrislerinin ağırlıkları elde edilmiştir.

2.1.Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Ve Uygulama Aşamaları

AHP yönteminin hiyerarşik bir yapısı vardır. Bu hiyerarşik yapının oluşturulmasında ilk hedef amacın belirlenmesidir. Hedefe giden yolda, bu amacı etkileyen ana kriterler, varsa bu ana kriterleri etkileyen alt kriterler ile alternatifler arasındaki ilişki sistemli bir şekilde oluşturularak hiyerarşik yapı elde edilir (Engin ve Alp, 2011). AHP yöntemi literatürde çeşitli problemleri çözmek için kullanılabilir.

1. Adım : Problemin tanımlanma aşaması

AHP yönteminin ilk adımında; her problemin yapısı hiyerarşik bir yapı oluşturmak için uygun olmadığı için karar probleminin iyi bir şekilde tanımlanması gerekir. Bunun yanı sıra AHP yöntemine uygunluğu gözden geçirilerek test edilmiş olur.

2. Adım: Hiyerarşik yapının oluşturulması aşaması

Problemdaki tüm öğeler ya da seviyeler arasındaki ilişkinin, sistemi ne yükselteceğini en iyi şekilde ortaya koyan yapı hiyerarşik yapıdır. AHP yönteminin en üstünde amaç bulunur ve araştırmacılar bu amaca giden yol için ana kriterler, alt kriterler ve hedefler belirlerler.

3. Adım: İkili karşılaştırmaların yapılması

Hiyerarşik yapının oluşturulması aşamasından sonra , tüm öğelerin birbirlerine göre önem derecelerinin belirlenebilmesi için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu matrisler, karar vericinin kriterleri ya da seçenekleri ikili olarak karşılaştırmasıyla oluşturulur. Çalışmada bu matristen yararlanılmıştır. Tablo 1’de ikili karşılaştırma matrisine yer verilmiştir. Karar vericiler, ikili karşılaştırma sırasında kararlarını verirken Tablo 2’de verilmiş olan 1-9 karşılaştırma ölçeğinden yararlanırlar. Bu ölçek Saaty tarafından geliştirilmiş olan bir ölçektir ve literatürde birçok çalışmada bu ölçekten yararlanıldığı bilgisine ulaşılmıştır.

Tablo 1 .İkili Karşılaştırmalar Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	...	Kriter N
Kriter 1	w_1/w_1	w_1/w_2	...	w_1/w_n
Kriter 2	w_2/w_1	w_2/w_2	...	w_2/w_n
...
Kriter N	w_n/w_1	w_n/w_2	...	w_n/w_n

Tablo 2. Karşılaştırma Ölçeği

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Orta derecede önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede bir şekilde tercih ettiriyor.
5	Kuvvetli derecede önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor.
7	Çok kuvvetli derecede önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve uygulamada baskınlığı rahatça görülmüyor.
9	Mutlak derecede önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar büyük güvenilirliğe sahip.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler.

Kaynak: Saaty, 2008.

4. Adım: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık analizlerinin yapılması

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra bu matrislerin tutarlılıkları kontrol edilmek zorundadır. (1) nolu formül ile tutarlılık indeksi hesaplanır ve karar alternatiflerinin sayısına bağlı olan *RI* değeri Tablo 3.'de bulunmuştur. Daha sonra (2) nolu formül ile tutarlılık oranı hesaplanır. $CR < 0,10$ olması durumunda karar matrisi tutarlı, $CR > 0,10$ olması durumunda ise karşılaştırma matrisi tekrar değerlendirilmelidir.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

5. Adım: Öncelik değerlerinin hesaplanması aşaması

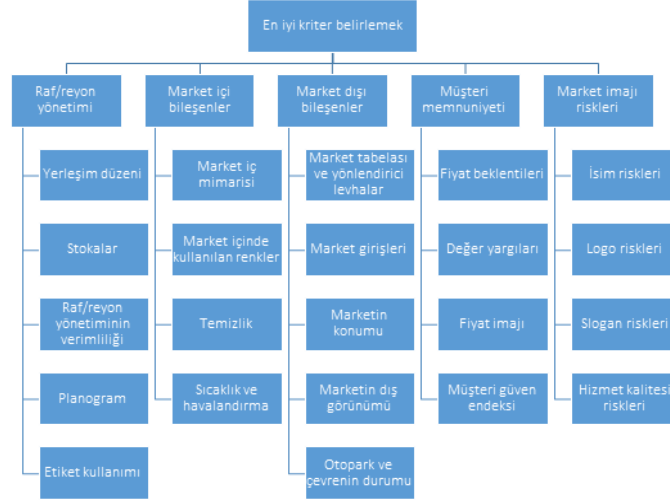
İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulması aşamasından sonra bu matrislerin tutarlılıklarının ne düzeyde olduğu kontrol edilmelidir. Daha sonra ikili karşılaştırma matrisindeki her satırın toplamı elde edilmeye çalışılır. Bununla birlikte matris sonucundaki her toplam, tüm satırların toplamına bölünür. Bölünme işleminden sonra matrisin normalize edilmiş haline ulaşılır. Bu normalize matris yardımıyla öncelik vektörleri hesaplanır. Daha sonra karşılaştırılan öğelerin öncelik değerleri bulunur ve bu değerlerin birleştirilmesi tamamlanır.

6. Adım: En iyi alternatifin belirlenmesi aşaması

Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen öncelik değerleri birleştirilerek hedefe bağlı alternatiflerin öncelikleri elde edilir. Daha sonra, değerlendirilen kriterlerin öncelik değerleri ile alternatiflerin öncelik değerleri çarpılıp toplanarak birleştirme işlemi yapılır. Elde edilen bu sonuçlardan en yüksek değere sahip olan alternatif seçilir (Demircanlı ve Kundakçı, 2015).

2.2. Market Yönetiminde Dikkate Alınması Gereken Kriterlerin Belirlenmesi

Yapılan çalışmada market yönetimindeki faktörlerin ölçülebilmesi için kriterler belirlenmiştir. Kriterler belirlenirken literatür tablosundan yararlanılmıştır ve bu kriterlerin değerlendirilmesi market yöneticileri ile yüz yüze görüşülerek yapılmıştır. Literatür tablosundan yola çıkılarak raf/reyon yönetimi, müşteri memnuniyeti, market içi ve market dışı bileşenler, market imajı riskleri ana kriter olarak belirlenmiştir. Ana ve alt kriterler Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Market Yönetiminde Etkili Olan Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi Modeli

3.UYGULAMA

3.1.Problemin AHP Yöntemi İle Çözümü

Çalışmanın verileri yüz yüze görüşülerek elde edilmiştir. Market yönetiminde dikkate alınan kriterler belirlenmiştir. Bu kriterlerden 48 tane ikili karşılaştırma soruları hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular üç uzmana sorularak önem dereceleri belirlenmiştir. Her bir kriterin önem dereceleri farklı olduğundan bunların ağırlıklandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Uzman kişiler ile birlikte belirlenen kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri Super Desicions 2.10.0 Öğrenci programına girilerek kriter sıralaması belirlenmiştir.

Belirlenen kriterlerin karşılaştırma matrisleri üç uzman ile birlikte önem derecelerinin olduğu karşılaştırma ölçeğinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalamaları Microsoft Excel programından alınmıştır. Geometrik ortalamaları alınan karşılaştırma matrisleri Super Desicions 2.10.0 Öğrenci programına girilerek sonuçlar elde edilmiştir. Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere AHP'nin çalışma prensibinde tutarlılık oranı, 0,1 değerine eşit ya da küçük olması gerekmektedir. Yöneticiler ile yapılan görüşmeler sonucu alınan verilerin geometrik ortalaması girişleri tamamlandıktan sonra verilen cevapların tutarlılığı incelenmiştir.

3.2.Verilerin Programda Girilmesi Ve Tutarsızlık Oranların İncenmesi

Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin programda gösterimi ve tutarsızlık oranı Şekil 2.'de gösterilmiştir.Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere AHP'nin çalışma prensibinde tutarlılık oranı, 0,1 değerine eşit ya da küçük olması gerekmektedir. Yöneticiler ile yapılan görüşmeler sonucu alınan verilerin geometrik ortalaması girişleri tamamlandıktan sonra verilen cevapların tutarlılığı incelenmiştir. Ana kriterlerin karşılaştırılması sonucu elde edilen tutarsızlık oranı $0.04511 < 1$ olduğundan cevapların tutarlı olduğu görülmüştür. Dolayısıyla cevapların tekrardan değerlendirilmesine gerek duyulmamıştır.

1. Choose	2. Node comparisons with respect to EN İYİ KRİTER BELİRL~ +	3. Results
Node Cluster	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct	Normal Hybrid
Choose Node	Comparisons wrt "EN İYİ KRİTER BELİRLEMEK" node in "ANA KRİTERLER" cluster MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ is 4.9324 times more important than RAF/REYON YÖNETİMİ	Inconsistency: 0.04511
EN İYİ KRİTER ~	Inconsistency	MARKET DIŞ~ 0.06229
Cluster: AMAÇ	MARKET İMA~ 1.58740	MARKET İM~ 0.05509
Choose Cluster	MARKET İÇ~ 4.30887	MARKET İÇ~ 0.15456
ANA KRİTERLER	MÜŞTERİ M~ 8.54214	MÜŞTERİ M~ 0.56753
	RAF/REYON~ 3.10723	RAF/REYON~ 0.16052
	MARKET İMA~ 2.62074	
	MARKET İÇ~ 8.95207	
	MÜŞTERİ M~ 5.19248	
	RAF/REYON~ 1.25992	
	MÜŞTERİ M~ 4.93242	

Şekil 2. Ana Kriterlerin Karşılaştırması

Müşteri memnuniyeti ana kriterinin alt kriterlerine göre ikili karşılaştırma matrislerinin programda gösterimi ve tutarsızlık oranı Şekil 3.'de gösterilmiştir. Elde edilen tutarsızlık oranı $0.00748 < 1$ olduğundan cevapların tutarlı olduğu görülmüştür.

1. Choose	2. Node comparisons with respect to MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ	3. Results
Node Cluster Choose Node MÜŞTERİ MEMNUN~ Cluster: ANA KRİTERLER Choose Cluster MÜŞTERİ MEMNUN~	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ" node in "MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ ALT KRİTER MÜŞTERİ GÜVEN ENDEKSİ is 6.2145 times more important than MÜŞTERİ BEKLENTİLERİ Inconsistency: FİYAT İMAJ~ MÜŞTERİ B~ MÜŞTERİ GÜ~ DEĞER YARG~ 3.30192 2.62074 3.63483 FİYAT İMAJ~ 1.81712 0 MÜŞTERİ B~ 6.21448	Normal Hybrid Inconsistency: 0.00748 DEĞER YAR~ 0.20117 FİYAT İMA~ 0.05564 MÜŞTERİ B~ 0.09351 MÜŞTERİ G~ 0.64968

Şekil 3. Müşteri Memnuniyeti Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırması

Market dışı bileşenler ana kriterinin alt kriterlerine göre karşılaştırma matrislerinin programda girilmesi ve tutarsızlık oranı Şekil 4.'de gösterilmiştir. Elde edilen tutarsızlık oranı $0.07018 < 1$ olduğundan cevapların tutarlı olduğu görülmüştür.

1. Choose	2. Node comparisons with respect to MARKET DIŞI BİLEŞENLER	3. Results
Node Cluster Choose Node MARKET DIŞI Bİ~ Cluster: ANA KRİTERLER Choose Cluster MAGAZA DIŞI Bİ~	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "MARKET DIŞI BİLEŞENLER" node in "MAGAZA DIŞI BİLEŞENLER ALT KRİTER OTOYOL VE ÇEVREYİN DURUMU is 7.0427 times more important than MARKET TABELASI Inconsistency: MARKET GI~ MARKET TAB~ MARKETİN K~ OTOYOL VE~ MARKET DIŞ~ 1.25992 4.30888 2.62074 1.25992 MARKET GI~ 3 4.93242 1.58740 MARKET TAB~ 5 7.04274 MARKETİN K~ 3	Normal Hybrid Inconsistency: 0.07018 MARKET DI~ 0.18075 MARKET GI~ 0.14973 MARKET TA~ 0.04785 MARKETİN ~ 0.45342 OTOYOL VE~ 0.16825

Şekil 4. Market Dışı Bileşenler Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırması

Market içi bileşenler ana kriterinin alt kriterlerine göre karşılaştırma matrislerinin programda girilmesi ve tutarsızlık oranı Şekil 5.'de gösterilmiştir. Elde edilen tutarsızlık oranı $0.04401 < 1$ olduğundan cevapların tutarlı olduğu görülmüştür.

1. Choose	2. Node comparisons with respect to MARKET İÇİ BİLEŞENLER	3. Results
Node Cluster Choose Node MARKET İÇİ Bİ~ Cluster: ANA KRİTERLER Choose Cluster MARKET İÇİ Bİ~	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "MARKET İÇİ BİLEŞENLER" node in "MARKET İÇİ BİLEŞENLER ALT KRİTER TEMİZLİK is 4.6416 times more important than SICAKLIK VE HAVALANDIRMA Inconsistency: MARKET İÇİ~ SICAKLIK V~ TEMİZLİK ~ MARKET İÇ~ 4 1.25992 5.31329 MARKET İÇİ~ 3.00000 7.00000 SICAKLIK V~ 4.64159	Normal Hybrid Inconsistency: 0.04401 MARKET İÇ~ 0.16959 MARKET İÇ~ 0.05770 SICAKLIK ~ 0.14227 TEMİZLİK ~ 0.63043

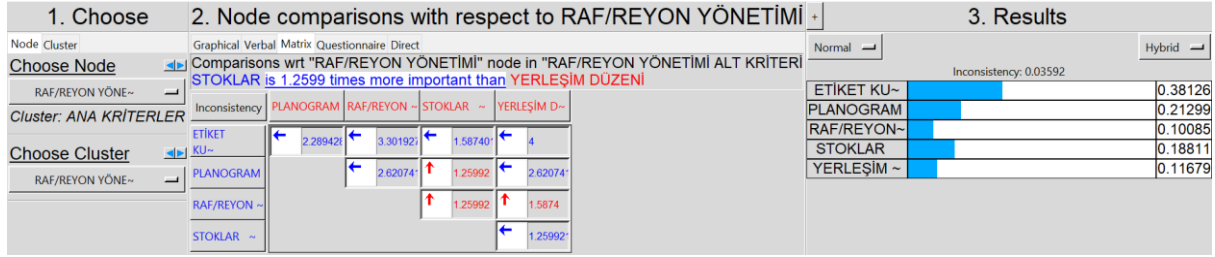
Şekil 5. Market İçi Bileşenler Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırması

Market imajı riskleri ana kriterinin alt kriterlerine göre karşılaştırma matrislerinin programda girilmesi ve tutarsızlık oranı Şekil 6.'da gösterilmiştir. Elde edilen tutarsızlık oranı $0.09329 < 1$ olduğundan cevapların tutarlı olduğu görülmüştür.

1. Choose	2. Node comparisons with respect to MARKET İMAJI RİSKLERİ	3. Results
Node Cluster Choose Node MARKET İMAJI R~ Cluster: ANA KRİTERLER Choose Cluster MARKET İMAJI R~	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "MARKET İMAJI RİSKLERİ" node in "MARKET İMAJI RİSKLERİ ALT KRİTERİ LOGO RİSKLERİ is 2.2894 times more important than SLOGAN RİSKLERİ Inconsistency: İSİM RİSK~ LOGO RİSK~ SLOGAN RİS~ HİZMET KAL~ 4.30888 4.12128 6.54213 İSİM RİSK~ 3.91486 4.93242 LOGO RİSK~ 2.28942	Normal Hybrid Inconsistency: 0.09329 HİZMET KA~ 0.5844 İSİM RİSK~ 0.2541 LOGO RİSK~ 0.1040 SLOGAN Rİ~ 0.0573

Şekil 6. Market İmajı Riskleri Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırması

Raf/reyon yönetimi ana kriterinin alt kriterlerine göre karşılaştırma matrislerinin programda girilmesi ve tutarsızlık oranı Şekil 7.'de gösterilmiştir. Elde edilen tutarsızlık oranı $0.03592 < 1$ olduğundan cevapların tutarlı olduğu görülmüştür.



Şekil 7. Raf/Reyon Yönetimi Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırması

Ayrıca geometrik ortalama; n elaman sayısı olmak üzere $(x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n)^{1/n}$ şeklinde ifade edilir. Kriterlerin artma ve azalma oranları birbirine bağlı olduğu için çalışmada geometrik ortalama tercih edilmiştir.

Tüm bu sonuçlardan yararlanılarak ana kriterlerin önem sıralaması Tablo 3.'de, alt kriterlerin önem sıralaması ise Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Ana Kriterlerin Önem Sıralamaları

ANA KRİTER	DEĞER
Müşteri Memnuniyeti	0.56753
Raf/Reyon Yönetimi	0.16052
Market İçi Bileşenler	0.15456
Market Dışı Bileşenler	0.06229
Market İmajı Riskleri	0.05509

Tablo 4. Alt Kriterlerin Önem Sıralamaları

ALT KRİTER	DEĞER
Müşteri Güven Endeksi	0.36871289
Değer Yargıları	0.11417001
Market Dış Görünümü	0.11258918
Temizlik	0.09743926
Etiket Kullanımı	0.06119986
Müşteri Beklentileri	0.05306973
Planogram	0.03418915
Hizmet Kalitesi Riskleri	0.03219845
Fiyat İmajı	0.03157737
Stoklar	0.03019542
Marketin Konumu	0.02824353
Marketin İç Mimarisi	0.02621183
Sıcaklık ve Havalandırma	0.02198925
Yerleşim Düzeni	0.01874713
Raf/Reyon Yönetiminin Verimliliği	0.01618844
İsim Riskleri	0.01400112
Otopark ve Çevrenin Durumu	0.01048029
Market Girişleri	0.00932668
Market İçinde Kullanılan Renkler	0.00891811
Logo Riskleri	0.00573101
Slogan Riskleri	0.00315886
Market Tabelası ve Yönlendirici Levhalar	0.00298058

Tablo 3’de ana kriterlerin değerleri en önemli olan faktörlerden en az önemli olan faktörlere doğru sırasıyla gösterilmiştir.Yapılan sıralamaya bakılarak market yönetimi için en önemli olan ana kriterin “Müşteri Memnuniyeti” olduğu tespit edilmiştir.Alt kriterlerin değerlerine göre sıralaması ise Tablo 4’de gösterilmiştir.En yüksek değere sahip ana kriterin alt kriterlerinden en önemlisi “Müşteri Güven Endeksi” olarak belirlenmiştir.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Market yönetiminde yöneticilerin dikkat etmesi gereken kriterlerin ne derece önemli olduğu ve hangisinin en önemli olduğunu bilmek pek mümkün değildir. Bu araştırmanın amacı en önemli kriterlerin belirlenip yöneticilerin o kriterler üzerinde yoğunlaşmasını sağlamaktır. Yöneticilerden alınan verilere göre en önemli faktörler sırasıyla müşteri memnuniyeti, raf/reyon yönetimi, market içi bileşenler olarak belirlenmiştir. Müşterilerin yaptıkları alışverişten memnun kalması için yönetimin market koşullarını iyileştirmesi gerekmektedir. Yöneticiler, raf/reyon yönetiminin planlı olmasıyla müşteri memnuniyetinin artacağını ön görmektedir.

Yapılan analiz sonucunda yöneticiler açısından hedeflenen ilk koşul; müşteri memnuniyetidir (0.56753). Sonra ele alınacak hedefler ise önem sırasına göre raf/reyon yönetimi (0.16052), market içi bileşenler (0.15456), market dışı bileşenler (0.06229), market imajı riskleri (0.5559) olarak belirlenmiştir. Yöneticiler, yukarıda bahsettiğimiz kriterlerden en önce müşteri memnuniyetini artırmayı öncelik haline getirmelidir. Raf/reyon yönetimi ile ilgili ürünlerin kolay ulaşılabilir olması ve görsel açıdan sunumları artırılmalıdır. Mağaza içi şartlar müşteri beklentilerine uygun olarak düzenlenmelidir.

Yöneticilere öneriler;

- Yöneticiler, yukarıda bahsettiğimiz kriterlerden en önce müşteri memnuniyetini artırmayı öncelik haline getirmelidir.
- Müşteri güveni artırılmalı, fiyat imajı ve değer yargılarına önem verilmelidir.
- Müşterilerin yaptıkları alışverişten memnun kalması için yönetimin market koşullarını iyileştirmesi gerekmektedir.
- Raf/reyon yönetimi ile ilgili ürünlerin kolay ulaşılabilir olması ve görsel açıdan sunumları artırılmalıdır.
- Mağaza içi ve dışı şartlar müşteri beklentilerine uygun olarak düzenlenmelidir.

Tüm bu önerilerin uygulanması sonucunda satışlarda artış olacağı öngörülmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda; müşteri memnuniyeti doğrultusunda müşteri beklentilerini en iyi şekilde analiz etmek gerekmektedir.En önemli kriterler üzerinde iyileştirme yapabilmek için araştırmalar yapılabilir.Her çalışma gibi bu araştırmanın da bir takım kısıtları söz konusudur. Gelecek çalışmalar farklı perakende mağaza türlerinde (hipermarket, süpermarket ve indirim marketleri vb.) uygulanılarak sonuçlar kıyaslanılabilir.Belirlenen kriterlerin daha fazlası ele alınarak daha kapsamlı bir çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR

- KÜÇÜK, M., (2018), “Market Markası İmajına Etki Eden Faktörler Ve Market Markası İmajının Algılanan Risk Ve Satın Alma Niyetine Etkisi,” Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Balıkesir Üniversitesi, Türkiye, 2018.
- C.Polat ve B. Külter, “Tüketicilerin Perakende Mağaza Tercihini Etkileyen Faktörler: Niğde İli Örneği,” Gazi Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, 9/3, 109-126, 2007
- ALP S, ENGİN T. , (2011), “Trafik Kazalarının Nedenleri Ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSIS Ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Analizi Ve Değerlendirilmesi,” İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2011;10(19):65-87.
- Saaty T L. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences 2008;1(1):83-98.
- Saaty T L. Mathematical principles of decision making: the complete theory of the analytic hierarchy process, USA: RWS Publications; 2013
- DEMİRCANLI, B. VE KUNDAKCI,N. (2015)., “Futbolcu Transferinin AHP ve VIKOR Yöntemlerine Dayalı Bütünleşik Yaklaşım ile Değerlendirilmesi”. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 30 (2), 105-129.

BİR MOBİLYA ÜRETİCİSİNDE TEDARİK ZİNCİRİ RİSK FAKTÖRLERİNİN ÖLÇÜMÜ

Barış Kantoğlu

Düzce Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü Dr. Öğretim Üyesi
bariskantoglu@duzce.edu.tr

Aylin Tanrıkulu

Düzce Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği
aylinn.tnrkl@gmail.com

Özet

İşletmelerin, buldukları sektörde başarı elde edebilmesi büyük ölçüde, tedarik zincirlerindeki performansına bağlıdır. Bu bağlamda, tedarik zincirindeki risklerin belirlenmesi ve önlenmesiyle hem performans artışı sağlanacak hem de işletmenin prestijini olumlu yönde etkileyecek adımlarda bir tanesi atılmış olacaktır. Bu çalışmanın amacı, bir mobilya üreticisinde tedarik zinciri risk faktörlerini bir model üzerinde göstermek ve aralarından görece önemli faktörleri belirlemektir. Bu çalışmada, kriterler ve alt kriterleri literatürden belirlenerek Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi ile hiyerarşik yapı geliştirilmiştir. Söz konusu model 5 ana kriter ve 20 alt kriterden oluşmaktadır. Veriler, bir mobilya üreticisinde çalışan uzmanlarla yüz yüze görüşme yapılarak kendilerine açıklanan ikili karşılaştırma matrislerini değerlendirmeleri sonucunda elde edilmiştir. İkili karşılaştırma matrislerinin ağırlıkları hesaplanarak sonuçlar elde edilmiştir. Tedarik zinciri risk faktörlerinden en önemlileri salgın hastalıklar riski, bilişim teknolojileri riski, döviz dalgalanması riski, iş kazaları riskidir. En önemsiz risk faktörü ise sözleşme üzerinde anlaşmazlık riski olmuştur. Bu çalışmanın, işletmelerin tedarik zinciri kararlarında potansiyel risklere karşı daha duyarlı olmasını sağlayarak işletme yöneticilerine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Risk Faktörleri, Tedarik Zinciri Yönetimi, AHP.

MEASURING SUPPLY CHAIN RISK FACTORS IN A FURNITURE MANUFACTURER

Abstract

The success of businesses in their sector depends largely on their performance in their supply chains. In this context, by determining and preventing the risks in the supply chain, performance will be increased and one of the steps that will positively affect the prestige of the enterprise will be taken. The purpose of this study is to show supply chain risk factors in a furniture manufacturer on a model and determine relatively important factors among them. In this study, the criteria and sub-criteria were determined from the literature and a hierarchical structure was developed with the Analytical Hierarchy Process (AHP) Method. The model in question consists of 5 main criteria and 20 sub-criteria. The data were obtained through face-to-face interviews with experts working in a furniture manufacturer and evaluating the paired comparison matrices explained to them. The results were obtained by calculating the weights of the pairwise comparison matrices. The most important of the supply chain risk factors are the risk of epidemics, information technologies risk, currency fluctuation risk, and occupational accidents risk. The least important risk factor was the risk of conflict over the contract. This study is expected to contribute to business managers by making businesses more sensitive to potential risks in their supply chain decisions.

Key words: Risk Factors, Supply Chain Management, AHP.

1. GİRİŞ

Günümüz iş dünyasında, işletmeler tedarikçiden son tüketiciye kadarki süreçte faal olarak etkin rol oynayan her tedarik zinciri faaliyetini dikkatli ve sistemli bir şekilde takip etmek zorundadır. Hammaddeler, malzemeler ve parçalar tedarikçilerden temin edilir, değer katılarak nihai ürüne dönüştürülür, dağıtıcılar vasıtasıyla perakendecilere ve müşterilere ulaştırılır (Özdemir, 2004).

Bu çalışmada, mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir firmada, tedarik zinciri risk faktörlerinin etkilerini belirlemektir. Bunun yanı sıra işletmenin yetkinlik ve olgunluk düzeylerini ortaya çıkararak tedarik zinciri yönetiminde daha bilinci ve kararlı adımlar atmasına yardımcı olunacaktır. Geniş çerçeveden bakacak olursak çalışmanın amacı;

- 1) Tedarik zinciri yönetimindeki risk faktörlerinin derecelendirmesi yapılarak firmayı hangi risk faktörünün ne derece etkilediğini tespit etmek,
- 2) Elde edilen sonuçlar ışığında işletmeyi en çok etkileyen ve önem arz eden risk kriterlerinin önem dereceleri sırasıyla işletmeye sunularak işletmeye önerilerde bulunmak,
- 3) Elde edilen verilerin değerlendirilerek çıkan sonuçla birlikte işletmenin yetkinlik düzeyini artırmasına yardımcı olmaktır.

Çalışma kapsamında işletmelerin tedarik zinciri yönetimi için önemli olduğu düşünülen ana risk faktörleri ve her bir ana kriterin alt kriterleri belirlenmiştir. İşletmenin tedarik zinciri uzmanları ile yüz yüze görüşme yapılması ve kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılarak verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Uzmanlar tarafından alınan bu verilerin sonucunda AHP yöntemi uygulanarak kriterlerin önem dereceleri elde edilmiş olacaktır. Çalışmada bir takım alt amaçlar mevcuttur. Bunlar;

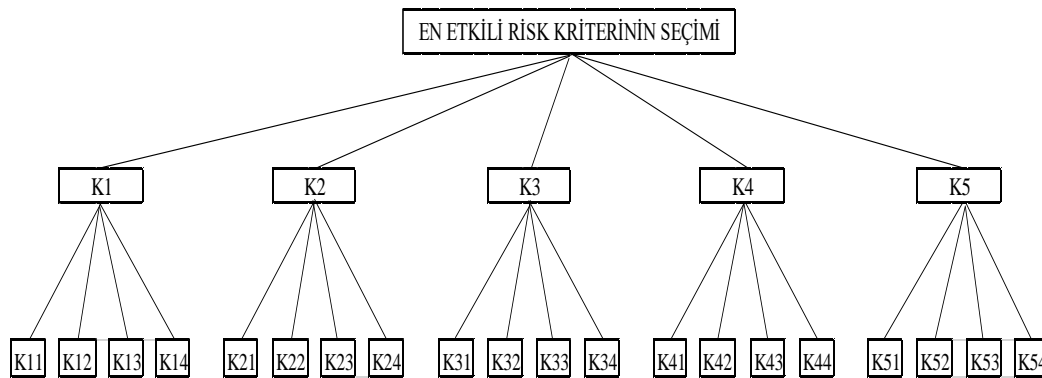
- Tedarik zinciri yönetimindeki risk faktörlerinin belirlemek,
- Çalışma için model oluşturmak,
- Risk faktörlerinin belirlenmesi işleminden sonra uzman kişilerle görüşülerek ikili karşılaştırma verileri elde etmek,
- Verilerin ağırlık değerlerini elde ederek en önemli risk faktörünü bulmaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Tedarik zinciri risk faktörleri literatürden belirlenerek, AHP yönetimi ile modelin hiyerarşik yapısı geliştirilmiştir. Kriterlerin belirlenmesinden sonraki aşamada kriterlerin ağırlıklandırılması yapılması amacıyla uzman kişilerle görüşme yapılarak veriler elde edilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi Thomas Saaty tarafından 1970'li yıllarda geliştirilmiştir (Danışman, 2019). Birçok araştırmacı ve planlamacı karmaşık problemleri çözmeye AHP yöntemini kullanmıştır. AHP yöntemi karar vericilerin karmaşık yapıya sahip bir problemi; hedef, ana (birincil) kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi, hiyerarşik olarak modellenmesini sağlayan yöntemdir (Korucuk,2018., Danışman, 2019).

2.1. Çalışmanın Modeli

Çalışma için ele alınan Analitik Hiyerarşi Prosesi'nde model kurulması aşamasında öncelikli hedef amacın belirlenmesidir. Çalışmada tedarik zinciri risk kriterleri belirlenirken literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. İncelenme sonucunda elde edilen bilgiler ışığında ana kriterler ve her ana kritere ait dörder tane alt kriter belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesi aşamasından sonra AHP yönteminin hiyerarşik yapısı kurulmuş olur. Ana ve alt kriterlerin belirlenmesinden sonra ağırlıkların belirlenmesi yolunda bir model oluşturulmuştur. AHP yönteminin hiyerarşik modeli Şekil 1.'de gösterilmektedir.



Şekil 1. En Etkili Risk Kriterinin Seçimi Hiyerarşik Yapısı

Çalışma için önerilen modelde beş ana kriter mevcuttur. Bunun yanı sıra her ana kriterin dörder tane alt kriteri mevcuttur. Önerilen modelde kriterlerin her birinde numaralandırma mevcuttur.

Kullanılan Kriterlerin Numaralandırma Açıklamaları

K1= Tedarikçi Riski

K1₁ = Sözleşme Üzerinde Anlaşmazlık Riski

K1₂ = Teslimat Zamanı Riski

K1₃ = Teslimat Miktarı Riski

K1₄ = İstenilen Kalitede Teslimat Riski

K2= Ekonomik Risk

K2₁ = Hammadde Fiyat Dalgalanması Riski

K2₂ = İşçilik Maliyetleri Riski

K2₃ = Talebin Fiyat Esnekliği Riski

K2₄ = Döviz Dalgalanmaları Riski

K3= Operasyonel Risk

K3₁ = İşgücü Yetersizliği Riski

K3₂ = Makinelerin Bozulması Riski

K3₃ = Planlama Riski

K3₄ = Depolama Riski

K4 =Güvenlik Riski

K4₁ = İş Kazaları Riski

K4₂ = Bilişim Teknolojileri Riski

K4₃ = Terörist Faaliyetleri Riski

K4₄ = Salgın Hastalıklar Riski

K5 = Performans Riski

K5₁ = İşlem Zamanı Riski

K5₂ = Esneklik Riski

K5₃ = Satış Sonrası Hizmet Riski

K5₄ = Çalışanlar Arası Entegrasyon Riski

2.2. Verilerin Toplanması

Çalışmada ana ve alt kriterler belirlendikten sonra mobilya sektöründe faaliyet gösteren fabrikanın yetkili kişileri ile iletişime geçilmiştir. Çalışma ile ilgili yetkililere bilgi verilmiş ve çalışmanın önemi anlatılmıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda işletmenin üç uzmanı ile bir araya gelinerek yüz yüze görüşme yapılmıştır. Uzmanlar ile görüşme aynı gün içerisinde yapılmıştır. Görüşme esnasında uzmanlara tedarik zincirlerindeki risk kriterleri ile alakalı ikili karşılaştırma soruları sorularak verdikleri cevaplar kaydedilmiştir. Öncelikle alt kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılması önerilmiştir. Bunun sebebi alt kriterler hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanarak ana kriterleri karşılaştırma esnasında problem yapamamaları ve tutarsızlık meydana gelmemesidir. Gerekli soruların sorulması ve ikili karşılaştırmaların yapılması neticesinde veriler elde edilmiştir.

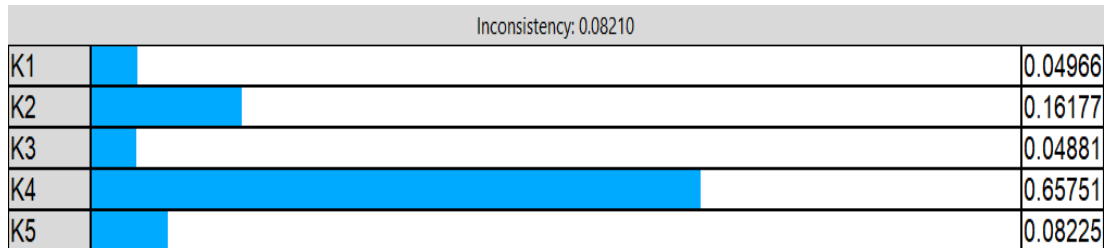
3. UYGULAMA

Ana kriterlere ait karşılaştırma matrisleri her karar verici için teker teker oluşturulmuştur. K1 ve K3'ün karşılaştırma değeri = 1 iken K1 ve K2'ün karşılaştırma değeri = 1/3 olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler benzer şekilde hesaplanarak elde edilmiştir. Burada K2'nin K1'e göre "Orta Derece Önemli" olarak değerlendirildiği görülmektedir.

Tablo 1. Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi

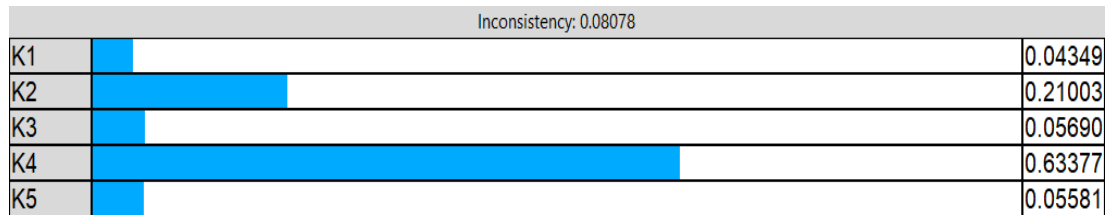
KV-1 Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1	1/3	1	1/9	1/2
K2	3	1	3	1/8	4
K3	1	1/3	1	1/8	1/3
K4	9	8	8	1	9
K5	2	1/4	3	1/9	1

KV-1 için ana kriterlerin karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra SuperDecisions programından yararlanılarak karşılaştırma değerlerinin tutarlılığı kontrol edilmelidir. KV-1'in ana kriterler için karşılaştırma değerleri SuperDecisions programına aktarılmıştır (Şekil 2.).



Şekil 2. KV-1'in Ana Kriterler İçin Tutarlılık Oranı (CR) Hesaplaması ve Öncelik Değerleri

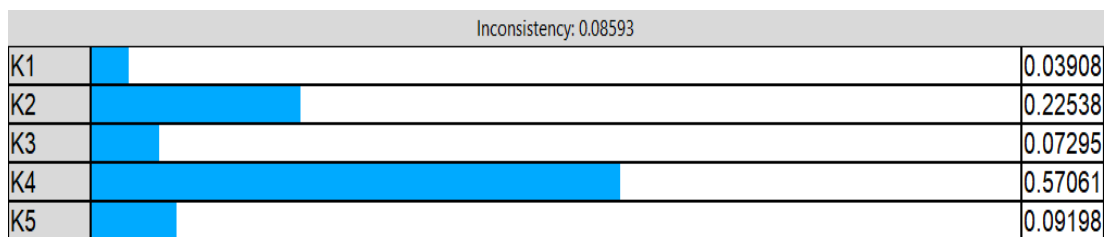
Karar Verici-1 (KV-1)'in ana kriterler için karşılaştırma değerlemesinde tutarlılık oranının 0,08210 olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısı ile tutarlılık oranı $CR < 0,1$ olduğundan KV-1'in ana kriterler için yaptığı ikili karşılaştırma değerlemesi tutarlıdır.



Şekil 3. KV-2'nin Ana Kriterler İçin Tutarlılık Oranı (CR) Hesaplaması ve Öncelik Değerleri

KV-2'nin karşılaştırma değerleri sonucunda tutarlılık oranı 0,08078 olarak bulunmuştur. Dolayısı ile tutarlılık oranı $CR < 0,1$ olduğundan KV-2'nin ana kriterler için yaptığı ikili karşılaştırma değerlemesi tutarlıdır. KV-3 için ana kriterlere ait karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

KV-3'ün ana kriterler için karşılaştırma değerleri SuperDecisions programına aktarılmıştır. Elde edilen değerler ve tutarlılık oranı Şekil 4.'de gösterilmektedir.



Şekil 4. KV-3'ün Ana Kriterler İçin Tutarlılık Oranı (CR) Hesaplaması ve Öncelik Değerleri

Tutarlılık oranı 0,08593 olarak bulunmuştur. Bu değerden yola çıkarak KV-3'ün ikili karşılaştırma matrislerinin elemanları geometrik ortalama ile birleştirilmiştir. Karar vericilerin ikili karşılaştırma sonucunda elde ettiği değerlerin geometrik ortalaması alındığında büyük olasılıkla tutarlılık oranı $CR < 0,1$ olacaktır. Bunun sebebi geometrik ortalama alma işlemine geçilmeden önce her karar verici için ayrı ayrı değerlemelerin tutarlı olup olmadığına bakılması işlemidir. Tutarlılık oranı olumlu sonuç verdiğinde karşılaştırma değerlemelerinin güvenilir olduğu sonucuna varılacaktır.

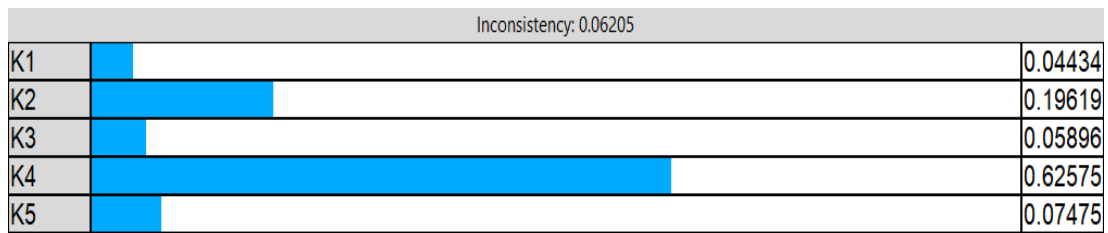
Çalışma için alınan verilerin tutarlılık oranları hesaplanmış ve ana kriterler için sonuçların 0,1'in altında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple elde edilen sonuçların uyum sınırları içinde olduğu söylenebilmektedir. Bu işlemin sonucunda karar vericilerin ikili karşılaştırma değerlendirmelerinin tutarlılık değerlerine güven artmış olmaktadır.

Ana kriterler için tüm karar vericilerin karşılaştırma matrisleri tek bir matrise dönüştürülerek bütünleştirme matrisi adı verilen matris elde edilmiştir. Bütünleştirme matrisi oluşturulması işlemi için MS Excel programından yararlanılmıştır. Geometrik ortalama alınarak oluşturulmuş bütünleştirme matrisi Tablo 2.'de görülmektedir.

Tablo 2. Ana Kriterleri İçin Geometrik Ortalama Alınarak Oluşturulmuş Karşılaştırma Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1	0,223144	0,550321	0,11556	0,550321
K2	4,481405	1	3,779763	0,152855	4,308869
K3	1,817121	0,264567	1	0,125658	0,550321
K4	8,653497	6,542133	7,958114	1	7,230427
K5	1,817121	0,232079	1,817121	0,138304	1
TOPLAM	17,76914	8,261923	15,10532	1,532378	13,63994

KV-1, KV-2 ve KV-3'den elde edilen verilerin geometrik ortalaması alınarak karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Karar vericiler için ana kriterlerin geometrik ortalaması alındıktan sonra tutarlılığı kontrol edilmiştir. SuperDecisions programından yararlanılarak tutarlılık oranı bulunmuştur. Ana kriterler için geometrik ortalama değerleri SuperDecisions programına aktarılmıştır. Elde edilen değerler ve tutarlılık oranı Şekil 5.'de gösterilmektedir.



Şekil 5. Bütünleştirme Matrisi Ana Kriterlerin Tutarlılık Oranı (CR) ve Öncelik Değerleri

Tutarlılık oranı 0,06205 olarak bulunmuştur. Bu değerden yola çıkarak bütünleştirme matrisinin tutarlı olduğu söylenebilmektedir. Bütünleştirme matrisi sonucunda elde edilen şekilden yola çıkarak en yüksek öncelik vektörüne sahip ana kriter 0,62575 değeri ile K4'dür. En düşük öncelik vektörüne sahip ana kriter ise 0,04434 değeri ile K1'dir. Ana kriterler için yapılmış olan hesaplamalar, ana kriterlerin alt kriterleri için de yapılmıştır. Öncelikli olarak alt kriterlerin karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Üç karar verici için de karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Geometrik ortalama alınmadan önce öncelik vektörü (W) ve tutarlılık oranı hesaplanmıştır. KV-1, KV-2 ve KV-3'ün, tüm kriterler için yaptığı ikili karşılaştırma değerlerinin tutarlılık oranları uygun sonuçlanmıştır. Bu sebeple her karar vericinin güvenilir düzeyde değerlendirme gerçekleştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. AHP yöntemiyle kriterlerin

ağırlıklandırılması sağlanmıştır. Bütünleştirilmesi yapılan ana kriterlerin öncelikler vektörü ile her ana kritere ait alt kriterlerin öncelikler vektörü çarpılarak, alt kriterlerin ağırlık değerleri bulunur.

$$W_{Alt\ Kriter} = (W_{Ana\ Kriter}) \times (W_{Alt\ Kriter})$$

Tablo 3. Alt Kriterlerin Ağırlık Değerleri ve Sıralaması

Sıralama	Alt Kriterin Adı	Öncelik Vektörleri Çarpımı	Sonuç
1	Salgın Hastalıklar Riski	W44= 0,62575x0,62149	0,38890
2	Bilişim Teknolojileri Riski	W42=0,62575x0,19779	0,12377
3	Döviz Dalgalanması Riski	W24=0,19619x0,51202	0,10045
4	İş Kazaları Riski	W41=0,62575x0,13768	0,08615
5	Hammadde Fiyat Dalgalanması Riski	W21=0,19619x0,31899	0,06258
6	Çalışanlar Arası Entegrasyon Riski	W54=0,07475x0,48597	0,03633
7	Depolama Riski	W34=0,05896x0,49103	0,02895
8	Terörist Faliyetleri Riski	W43=0,62575x0,04304	0,02693
9	İşlem Zamanı Riski	W51=0,07475x0,34798	0,02601
10	Talebin Fiyat Esnekliği Riski	W23=0,19619x0,12294	0,02412
11	Teslimat Zamanı Riski	W12=0,04434x0,46354	0,02055
12	Makinelerin Bozulması Riski	W32=0,05896x0,28953	0,01707
13	İstenilen Kalitede Teslimat Riski	W14=0,04434x0,36109	0,01601
14	Satış Sonrası Hizmet Riski	W53=0,07475x0,12325	0,00921
15	İşçilik Maliyetleri Riski	W22=0,19619x0,04604	0,00903
16	Planlama Riski	W33=0,05896x0,13775	0,00812
17	Teslimat Miktarı Riski	W13=0,04434x0,12463	0,00553
18	İşgücü Yetersizliği Riski	W31=0,05896x0,08169	0,00482
19	Esneklik Riski	W52=0,07475x0,04280	0,00320
20	Sözleşme Üzerinde Anlaşmazlık Riski	W11=0,04434x0,05074	0,00225

Tablo 4. Ana Kriterlerin Ağırlık Değerleri ve Sıralaması

ANA KRİTERLER	SONUÇ
Tedarikçi Riski	0,04434
Ekonomik Risk	0,19619
Operasyonel Risk	0,05896
Güvenlik Riski	0,62575
Performans Riski	0,07475

Yapılan ağırlıklandırmada tedarik zinciri yönetimindeki risk faktörleri arasından en önemli ana kriter “Güvenlik Riski” olduğu sonucuna varılmıştır. İkinci sırada öneme sahip ana kriter ise “Ekonomik Risk” olarak tespit edilmiştir. Ağırlıklandırma sonucunda Ekonomik Risk faktöründen sonra gelen diğer risk faktörü “Performans Riski”dir. Dördüncü sırada yer alan ana risk kriteri ise “Operasyonel Risk” olduğu sonucuna varılmıştır. Öte yandan tedarik zinciri yönetiminde ağırlıklandırma sonucunda en az öneme sahip ana kriter “Tedarikçi Riski” ana kriteri olarak tespit edilmiştir .

Alt kriterlerin ağırlıklandırılması sonucunda ilk dört ağırlık değerine sahip alt kriterler sırasıyla; salgın hastalıklar riski, bilişim teknolojileri riski, döviz dalgalanması riski ve iş kazaları riski olarak tespit edilmiştir. Tablo 3’e göre alt kriterlerin ağırlıklandırılması sonucunda son dört ağırlık değerine sahip kriterler an azdan başlayarak sırasıyla; sözleşme üzerinde anlaşmazlık riski, esneklik riski, işgücü yetersizliği riski ve teslimat miktarı riski olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde karar

vericilerin güvenlik faktörü adı altındaki risklere ve ekonomik faktör adı altındaki risklere daha fazla önem verdikleri anlaşılmıştır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İşletmelerin yoğun rekabet şartlarında varlıklarını sürdürmeleri gerekmektedir. Varlıklarını sürdürebilmelerinin yolu tedarik zincirinin etkin kullanılabilmesinden geçer. Tedarik zinciri yönetiminde ortaya çıkabilecek olumsuzluklar işletmenin risk faktörleri ile mücadele etmesine sebebiyet verir. Çalışmanın tedarik zinciri yönetimindeki risk faktörleri ele alınarak bu risk faktörleri arasında ağırlıklandırma yapılmıştır. Yapılan ağırlıklandırma sonucunda en önemli ana kriter “Güvenlik Riski” olarak bulunmuştur. Bunun yanı sıra tedarik zinciri yönetimine etkisi az olduğu düşünülerek en az öneme sahip ana kriter ise “Tedarikçi Riski” olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca AHP yönteminin uygulanması ve alt kriterler arasından ağırlıklandırılmanın yapılması sonucunda en fazla öneme sahip alt kriter güvenlik riski ana kriterinin alt kriteri olan “Salgın Hastalıklar Riski” olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte tedarik zinciri yönetiminde en az öneme sahip alt kriter ise tedarikçi riski ana kriterinin alt kriteri olan “Sözleşme Üzerinde Anlaşma Riski” olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmada en yüksek öneme sahip olan “Salgın Hastalıklar Riski”nin söz konusu işletmenin geleceğini tehdit etmemesi için işletme yöneticilerinin bazı önlemler alması gerekmektedir. Çalışmanın bu kısmında söz konusu işletme için riskler özelinde tedarik zinciri yönetimi adına öneriler getirilmiştir.

- Riskler için geliştirilen planlamaların proaktif yapıya sahip olması gerekmektedir (Karlı ve Tanyaş, 2020).
- Risklerin ortaya çıkma ihtimalini önceden saptamak sadece elimizdeki verilerle mümkün olamayabilir. Bu sebeple işletmeler uluslararası kuruluşları takip ederse yeni bilgiler elde edebilir. Bu sayede de riskleri önlemek adına yeni kararlar alabilir.

Çalışmada uzmanlar ile görüşülmüş ve elde edilen verilerle risk faktörleri ağırlıklandırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada belirlenen kriterler başka işletmelere de uygulanabilir. Bunun yanı sıra gelecekte AHP yönteminden farklı olarak diğer çok kriterli karar verme yöntemleri de ele alınarak çalışmanın geliştirilmesi sağlanabilir ve sonuçlar karşılaştırılarak yorumlanabilir.

KAYNAKLAR

- DANIŞMAN, E. , (2019), “*Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yerinin Seçimi*”, Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye, 2019.
- KARLI, H., TANYAŞ, M., (2020), “*Pandemi Durumunda Tedarik Zinciri Risk Yönetimine İlişkin Öneriler*”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, c.19, s.37, ss.174-190, 2020.
- KORUCUK, S., MEMİŞ, S., (2018), “*Tedarik Zinciri Yönetimindeki Risk Faktörlerinin AHP İle Ölçülmesi: Erzurum İli Örneği*,”*Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c. 7, s.2, ss. 1038, 2018.
- MESZAROS, J. R., (1999), “*Preventive choices: Organizations’ heuristics, decision processes and catastrophic risks*”. *Journal of Management Studies*, vol.36, iss.7, p. 977-998, 1999.
- ÖZDEMİR, A.İ., (2004), “*Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri Ve Yararları*”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 23, Temmuz-Aralık , ss. 87-96, 2004.
- TEPE,M., “KÜÇÜKOĞLU(2020), “*Tedarik Zincirinde Risk Değerlendirme: Risklerin Tanımlanması, Gruplandırılması ve Önceliklendirilmiştir Üzerine Bir Çalışma*” *İşletme Araştırma Dergisi*, c.2, s.2, ss. 2126-2141, 2020.

<https://www.ttb.org.tr/userfiles/files/covid19-rapor.pdf> (ErişimTarihi: 04.01.2021)

JEOTERMAL ENERJİ SANTRALLERİNDEKİ REENJEKSİYON KUYULARINDA KARŞILAŞILAN SİLİKAT BİRİKİMİNİN ÖNLENMESİ

Abdurrahman Ünal

Neu Kimya A.Ş.

aunal@neuchemie.com, ORCID: 0000-0002-6691-664X

Y. Tuğçe Yüksel

Neu Kimya A.Ş.

taltikardes@neuchemie.com, ORCID: 0000-0003-3329-6699

Özet

Jeotermal enerji, güç ve ısı üretimi için önemli bir kaynaktır. Jeotermal enerji üretim tesislerinin en önemli işletimsel problemi kabuklaşmadır. Mineralce zengin olan yeraltı suları, yeryüzüne çıkarken basıncın, asitliğin ve sıcaklığın düşmesi ile sudaki silisyum ve minerallerin çözünürlüğü düşmekte ve çökelme meydana gelmektedir. Jeotermal sistemlerde boru içerisinde, çökelmeden dolayı bir tabaka meydana gelir. Bu tabakaya kabuk (scale) ya da depozit denilmektedir. Bu kabuk tesisin boru sistemlerinin iç çapını küçülttüğü için elektrik üretim verimliliğini azaltmaktadır. Jeotermal gelişim sürecinde karşılaşılan en yaygın mineralli birikintilerden biri silikadır. Jeotermal akışkanın silikat birikintisi oluşturma potansiyelinin azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması için silika inhibisyon özelliği yüksek polikarboksilik asit içerikli ürün geliştirilerek, santrallerinin verimliliğinin devamının sağlanması ve reenjeksiyon kuyularının temizlik ihtiyacının minimize edilmesi amacıyla farklı dozajlardaki etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: jeotermal, kabuk, inhibitör, stibnit, enerji verimliliği.

PREVENTION OF SILICATE DEPOSITS IN REINJECTION WELLS IN GEOTHERMAL POWER PLANTS

Abstract

Geothermal energy is an important resource for power and heat generation. The most important operational problem of geothermal power generation facilities is scaling. As the mineral-rich underground waters rise to the earth, the solubility of silicon and minerals in the water decreases and precipitation occurs with the decrease in pressure, acidity and temperature. In geothermal systems, a layer is formed in the pipe due to precipitation. This layer is called scale or deposit. This scale reduces the electricity generation efficiency as it reduces the internal diameter of the plant's piping systems. Silica is one of the most common mineral deposits encountered in the geothermal development process. In order to reduce or completely eliminate the potential of the geothermal fluid to create silicate deposits, the effect of different dosages has been examined in order to ensure the continuity of the efficiency of the power plants and to minimize the cleaning need of the reinjection wells by developing a product with polycarboxylic acid with high silica inhibition feature.

Keywords: geothermal, scale, inhibitor, stibnit, energy efficiency.

1. GİRİŞ

Jeotermal enerji, güç ve ısı üretimi için giderek daha önemli bir kaynak haline gelmektedir. Türk enerji politikası, yenilenebilir enerjilerin genişlemesine dayanmakta ve Yenilenebilir Enerji Teşvik Mekanizması (YEKDEM) kapsamında jeotermal enerji yatırımlarını sübvansede etmektedir. Ülkemiz, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde dünyada 4. sırada bulunmaktadır. Bir santralde 10 MW üretmek için sıcaklığa bağlı olarak değişimle birlikte yaklaşık 1000 ton su gerekmektedir. 1000 ton suyun devamını sağlamak için aynı hacmin reenjektde edilmesi gerekir. Hızla büyüyen bu sektörde reenjektde çalışmaların gerçekleştirilmesi için kimyasal madde tedariği büyük oranda yabancı firmalar tarafından karşılanmakta, bu durum ülkemizi dışa bağımlı kılmaktadır. Jesder 2019 grafiğine göre santral

kapasitelerinin 2020 yılının sonunda 2.000 MW'a yükselmesi, böylece 2018'e kıyasla yaklaşık %50 artması öngörülmektedir (Haklıdır ve Balaban, 2019).

Jeotermal akışkan, kaynağın jeolojik formasyonlarına bağlı olarak mineral içerik açısından değişkenlik göstermektedir. Akışkanın yer altından çıktığı noktadan reenjeksiyon kuyularına (kuyu içi de dahil) kadar olan hat boyunca değişken sıcaklık, basınç, pH gibi çevresel faktörlere maruz kalması neticesinde mineral içeriğin çözünürlük-çökelme dengesi değişmekte ve akışkanın temasta olduğu casing, seperatör, vana, filtre ve eşanjör ünitelerinde kabuk oluşumu gözlenmektedir. Kabuk oluşumu, ısı transferini olumsuz yönde etkileyerek enerji üretim verimini düşürdüğünden jeotermal santrallerde ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Kabuk oluşum potansiyeli ve türü jeotermal havzanın yapısına ve sıcaklık profiline bağlı olarak farklılık göstermektedir. Jeotermal santrallerinde sıklıkla rastlanan kabuk türleri; kalsiyum karbonat, silikat (kalsiyum, magnezyum, metal silikat) ve stibnit vb. gibi koloidal yapılarıdır. Kabuk oluşumunu etkileyen başlıca parametreler a) jeotermal akışkanın çözünmüş gaz, mineral, koloidal ve partiküler formlardaki mineral tür ve içeriği, b) çözünmeyen gaz cinsi ve miktarı ile c) proses sıcaklık ve basınç değerleri olup her bir kabuk türünün oluşum mekanizması farklıdır ((Başaran ve Gökgöz, 2017), (Haklıdır, 2017)). Diğer yandan kabuk miktarı ve kabuğun hangi lokasyonlarda oluştuğu da aynı parametrelere bağlı olarak değişkenlik göstermekte, bu nedenle ilgili parametrelerin takibi kabuk oluşum kontrolü açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, bir jeotermal santralin preheater eşanjör ünitesinde gözlenen stibnit kabuk oluşumunun kimyasal inhibitör uygulaması ile önlenmesi incelenmiştir. En uygun kimyasal inhibitörün tespiti ve uygulama noktaları belirlendikten sonra kimyasal şartlandırma çalışmalarına başlanmıştır. İnhibitörün etkinliği eşanjör çıkış kuponundaki değişimlerin gözlenmesi ile görsel olarak tespit edilmiştir. Analitik değerlendirme ise preheater ünitesindeki basınç ve sıcaklık farkları izlenerek yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Jeotermal elektrik üretimi yapan 24 MW kapasiteli ORC enerji santralinde yılda 3-4 kez plansız duruşlar yaşandığı tespit edilmiştir. İşletmeden alınan ön bilgiler preheater ünitesinde fark basınçların arttığını gösterdiğinden, santralin son preheater ısı değiştiricileri incelenmiş ve sorunun stibnit kabuklaşmasından kaynaklandığı ön görülmüştür. Tüm sistem duruş halinde iken kuyu başından reenjeksiyon hattına kadar gözle takip edilebilen tüm boru, seperatör, akümülatör, filtre vb ekipmanlar muayene edilmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Detaylı analiz için jeotermal akışkan ve kabuk numuneleri alınmıştır.

Kabuk analiz sonuçları son preheater (2. Preheater) tüp cidar ve ayna bölgelerinde ağırlıklı olarak stibnit (>%90), daha eser miktarlarda ise kalsiyum-magnezyum silikat (<%10) ve kalsiyum karbonat (<%1) oluşumlarının varlığını göstermiştir.

Oluşumların yoğunluğu ve gelişim noktaları değerlendirilerek oluşumun gerçekleştiği ünitenin öncesine, Vaporizer (Evaporatör) çıkış hattına, silika-stibnit inhibitörü uygulaması planlanmıştır.

Uygulamanın sistem üzerindeki etkisi preheater çıkışına yerleştirilen depozit kuponunun görsel olarak takibi ve preheater giriş çıkış noktalarındaki basınç-sıcaklık değerlerinin izlenmesi ile değerlendirilmiştir.

2.1. Formülasyon Denemeleri

Belirlenen A, B ve C hammaddeleri ile 10 farklı formülasyon çalışması yapılmıştır.

Tablo 1. Farklı Hammaddeler ile Yapılan Formülasyon Çalışmaları

Hammaddeler	A	B	C
Deneme No			
1	30%	50%	20%
2	25%	25%	50%
3	25%	50%	25%
4	50%	25%	25%
5	30%	45%	25%
6	45%	30%	25%
7	40%	35%	25%
8	20%	55%	25%
9	30%	15%	55%
10	15%	30%	55%

Formülasyon denemeleri sonucunda; 4,6 ve 7 numaralı denemeler stabil formül olarak değerlendirilmiş olup silika tutma kapasitesi en yüksek olan A bileşeninin 4 numaralı çalışması stabil olarak saptanmıştır. Çalışmalar sonucunda stabil olan 4 numaralı çalışmanın analiz sonuçları da Tablo 2' de gösterilmiştir.

Tablo 2. 4 Numaralı Formülasyonun Analiz Sonuçları

Fiziksel Görünüm	Sıvı
Yoğunluk (20 °C 1.15 ± 0.05)	1.13 g/cm ³
pH (20 °C 4.00 - 6.00)	5.17
Viskozite (<100)	30 cP
Donma Noktası	<5 °C

Çalışmalar sonucunda ürün için optimum saklama koşulları 5-38 °C olarak belirlenmiştir.

2.2. Saha Uygulamaları

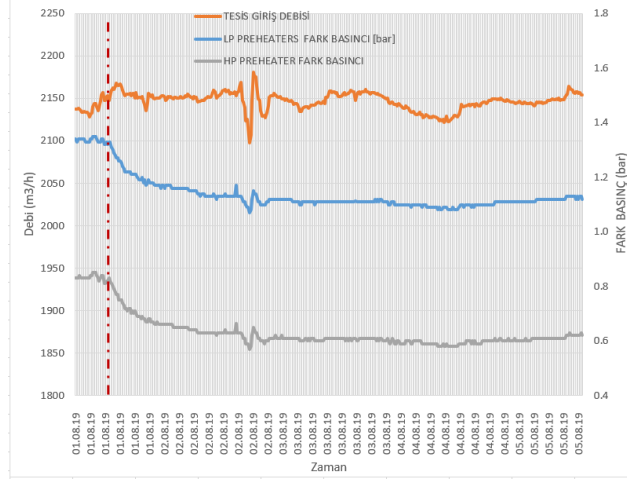
Bir Jeotermal Elektrik Üretim işletmesinde, özellikle LP Preheater eşanjöründe gelişen; fark-basınç oluşumuna, dolayısı ile verim kaybına yol açan stibnit-antimon-sülfür oluşumunun engellenmesi için ürün uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. İşletmede mevcut dozaj noktası ve dozaj sistemi yerinde görülmüş, işletmeden bilgi alınmış, ürün seyreltme-hazırlama hakkında bilgi verilmiştir. Aynı noktadan uygulanan bir rakip kimyasal ile aynı dozaj ayarı ve benzer seyreltme oranı seçilmiştir (1/4 seyreltme oranı). İşletmede yapılan çalışmalar sonucu ilgili işletmede, HP Preheater öncesi geliştirilen ürün 6.5 ppm olarak uygulanmıştır.

Ölçekli silindirde sıvının ne kadar dozlandığı kronometre ile ölçülerek dozaj miktarı hesaplanmıştır. Denemede kullanılan ürünler; işletmede mevcut ürün seyreltilmesinde kullanılan su ile seyreltilmiştir. Suyun yoğunluğu 1.0 g/cm³ olarak kabul edilmiştir. Deneme süresince sabit tutulan veriler Tablo 3' te gösterilmiştir.

Tablo 3. Deneme Süresince Sabit Tutulan Veriler

Giriş Debi	2200 t/h (takip edilen 4 günlük süreçte Ort. 2147 t/h)
Giriş Sıcaklık	135 °C
HP Vap. Giriş Basınç	7.99 bar
Reenjeksiyon Basınç	19.8 bar
Kullanılan kimyasallar	(d = 1.15 g/cm ³)

Uygulama süresince, HP Preheater ve LP Preheater giriş-çıkış fark basınçları değişimi takip edilmiştir. Ayrıca; LP Preheater giriş hattına ve Reenjeksiyon hattına takılan kupon ile kontrol sağlanmıştır. Sistem için önerilen kimyasal şartlandırma programının başlatılmasından itibaren ilk 24 saat içinde Preheater santral giriş-çıkış fark basınç değerlerinde önemli derecede iyileşme gözlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Preheater Giriş-Çıkış Fark Basınç Değişimi

Uygulamanın etkinliği depozit kuponu kontrolleri ile de görsel olarak tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Preheater çıkış kuponları (İnhibitör uygulamasında 48 saat sonra)

3. SONUÇ

HP ve LP Preheater giriş-çıkış fark basınçlarında, anlamlı düşmeler gözlenmiştir. Uygulama başlangıcında 1.30 bar seviyelerinde olan LP Preheater fark basıncı, uygulama başlangıcından 4 saat sonra 1.20 bar seviyelerine düşmüş ve sonrasında yaklaşık 24 saat sonra 1.10 bar seviyelerinde sabitlenmiş ve bu seviyede devam etmektedir. Aynı süreçte HP Preheater fark basıncı; 0.80 bar seviyelerinden 0.60 bar seviyelerine düşmüş ve bu seviyede devam etmektedir. Bu durum; deneme süresince alınan 15'er dakikalık debi ve preheaterlar fark basınç değerlerinin gösterildiği Şekil 1' de görülmektedir. Denemesi yapılan uygulamada amaçlanan stibnit önleyici efektin göstergesi olarak; Preheaterlarda fark basınç değerinin sabitlenmesi beklentisinin ötesinde, her iki Preheater' da da, 0.2 bar' lık bir fark basınç düşmesi görülmesi, uygulamanın amacına uygun sonuç verdiği, birikinti oluşumunu engellediğini ve bir miktar yumuşak çökeltinin sistemden uzaklaşmasına da yardımcı olduğunu göstermektedir. Uygulama başlangıcı itibariyle; LP Preheater girişte kuponla yapılan 48 saatlik kupon kontrolü de uygulamanın başarılı olduğunu desteklemektedir. Sonuç olarak; 4 numaralı formülasyonun 6.5 ppm olarak uygulamasının, istenen stibnit birikinti

önleyici efekti sağladığı görülmektedir. Uzun periyotlu uygulamada, fark basınç ve kupon kontrollü olarak dozaj optimizasyonu yapılabilir.

4. TARTIŞMA

Stibnit önleyici inhibitör ürünün 6.5 ppm dozaj uygulaması sonucunda başarılı neticeler elde edilmiştir. Preheater ünitesinde online olarak takip edilen fark basınç değerlerinin uygulamanın hemen akabinde azaldığı, daha sonrasında ise sabit kaldığı gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- BAŞARAN, C., GÖKGÖZ, A. (2017), Heybeli jeotermal sahasında (afyonkarahisar, türkiye) potansiyel kabuklaşma problemlerinin jeokimyasal irdelenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 025803, 753-761.
- HAKLIDIR, F.S.T., BALABAN, Ö.T. (2019), A review of mineral precipitation and effective scale inhibition methods at geothermal power plants in West Anatolia (Turkey), *Geothermics*, 80, 103-118.
- HAKLIDIR, F.S.T. (2017), Batı Anadolu'da yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerde gözlenen kabuklaşma türleri ve kabuklaşma oluşumunun kontrolünün sağlanmasında kullanılan sistemler; Kızıldere-II (Denizli) Jeotermal Güç Santrali Örneği, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60, 363-382.

ÇATI TİPİ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİNDE OPTİMİZER KULLANIMININ ÜRETİM VERİMLİLİĞİ, GÜVENLİK VE MALİYET BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Cihangir TOZKOPARAN

Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Enerji Sistemleri Mühendisliği
cihangirtozkoparan@gmail.com

Muharrem EYİDOĞAN

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği
muharrem.eyidogan@kocaeli.edu.tr

Özet

Dünya nüfusunun giderek artması, teknolojinin de hızlı bir şekilde gelişmesi insanoğlunun enerjiye olan talebini her geçen gün arttırmaktadır. Fosil yakıt kaynaklarının giderek tükenmesiyle beraber, çevreye de birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Bu problemler neticesinde temiz ve doğaya zararı olmayan sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı zaruri hale gelmiştir. Güneş enerjisi ise bu kaynakların temelidir. Güneş Enerjisinin yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamasıyla arazi ve çatı tipi güneş enerjisi santrallerinin yapıları dünyada ve ülkemizde artmıştır. Bu çalışmada Kocaeli ili Çayırova ilçesinde bulunan yeni tesis edilmiş 1410 kWp / 1200 kW kurulu gücündeki çatı tipi güneş enerjisi santrali PVsyst programı ile simüle edilerek, enerji üretim analizi yapılmıştır. Bu simülasyon çalışmasına ek olarak panel yerleşiminde, sayısında, gücünde ve markasında değişiklik yapılmadan, mevcut sistem optimizör ve optimizör uyumlu eviriciler kullanılarak yeniden PVsyst programında simüle edilerek, enerji üretim analizi yapılmıştır. Simülasyon çalışması yapılan her iki sistemin 20 yıllık üretim değerleri ve performansı incelenmiş, yatırım maliyeti ve yatırım geri dönüş süresi, enerji birim maliyetleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca, optimizör kullanılarak simülasyon çalışması yapılan sistemin avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur. Sistem tasarımında optimizör kullanımının üretim verimliliğine, maliyete ve güvenliğine etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerji Santrali, Fizibilite analizi, Optimizör, Üretim Verimliliği.

STUDY OF THE USAGE OF OPTIMIZERS IN ROOF TYPE SOLAR POWER PLANTS IN TERMS OF PRODUCTION EFFICIENCY, SAFETY AND COST

Abstract

Increase in world population and rapid advances in technology results in the increase of the demand of energy by human beings day by day. In addition to having many negative effects, fossil fuel resources are depleted. Regarding these problems, utilization of clean, environmental friendly and sustainable renewable energy becomes a must. Solar energy is the base for these resources. With the beginning of the widespread utilization of the solar power, construction of land and roof type solar power plants has increased both in the world and in our country. In this study, the recently built roof type solar power plant located in Kocaeli, Çayırova province with an installed capacity of 1410 kWp / 1200 kW has been simulated with PVsyst software and energy production is analyzed. In addition to this simulation, the present system is resimulated using optimizers and optimizer compatible inverters without changing the location, number, power and brand of the solar panels to make energy production analysis. The production statistics and performance of system for 20 years of time period were examined and investment cost, also period of return of investment and energy costs were calculated for both of the simulation studies. Besides, advantages and disadvantages of the simulated system with optimizer have been determined. The effect of using optimizer in system design to productivity, cost and safety is examined in comparison.

Keywords: Solar Power Plant, Production Effectiveness, Optimizer, Feasibility Analysis.

1. GİRİŞ

Günümüzde enerjinin büyük bir kısmı fosil yakıt diye tanımladığımız kömür, petrol, doğalgaz gibi kaynaklardan elde edilmektedir. Fosil yakıt kaynakları giderek tükenmekte olup, çevreye de birçok olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu yakıtlar atmosferde sera gazı birikimine sebep olarak, küresel ısınmaya yol açmış iklim değişikliği problemlerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca ülkelerin artan nüfusla birlikte enerji üretimlerini dışa bağımlı olmadan arz güvenliğini sağlayarak kendi öz kaynaklarını maksimum ölçüde kullanması günümüzde büyük önem kazanmıştır.

Yaşanan bu gelişmeler neticesinde alternatif enerji kaynakları arayışına girilmiş, temiz ve doğaya zararı olmayan, sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Güneş, rüzgâr, biyokütle, hidroelektrik, deniz-dalga, jeotermal enerji kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Güneş enerjisi bu kaynakların temelidir. Son yıllardaki mevzuatsal düzenlemeler ve teşviklerle birlikte çatı tipi santrallerin yapımı da büyük oranda artış göstermiştir. Ülkemizin şu anki yaklaşık kurulu gücü 96,5 GW seviyelerine ulaşmıştır.2021 yılı başı itibarı ile ülkemizde devreye alınan güneş enerji santrallerinin kurulu gücü 6,8 GW seviyesine ulaşmış olup, her geçen günde artmaktadır. [1, 2]

Kurulacak her GES te olduğu gibi çatı tipi GES'lerde de araştırma ve detaylı analizlerin önemine değinilmiştir. Çatının yapısı, cepheleri ve çatıdaki gölgelenme unsurlarının dikkatlice değerlendirilmesi gerekir. Bu etkenler çatıdaki panellerin verimini düşürmekle birlikte üretimde kayıplara sebep olmaktadır. Özellikle çatı tipi uygulamalarda sağladığı bazı avantajlarla birlikte kayıpların engellenmesi ve verimliliğin artırılması için optimizasyon dediğimiz elektronik cihazlar kullanılır. Bu çalışmada Kocaeli ili, Çayırova ilçesi, Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan mevcut yeni kurulan 1410kWp/1200kW kurulu gücündeki çatı tip GES ile aynı güce, mevcut sistemin panel sayısı, yerleşimi korunarak optimizasyonlu-optimizasyon uyumlu eviriciler konfigüre edilerek, fotovoltaik simülasyon programı olan PVsyst programında karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada; meteorolojik verileri, güneş ışınım değerleri, yansımaya ve gölgelenme unsurları, panel yönleri açıları vb. detayları analiz eden gelişmiş bir simülasyon programı olan PVsyst kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, mevcut yeni tesis edilen GES'in 20 yıllık detaylı üretim analizleri yapılmış olup yatırım geri dönüş süresi ve mali sonuçlar değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise mevcut sistemin panel sayısı ve yerleşiminde değişiklik yapmadan optimizasyon ve optimizasyon uyumlu eviriciler kullanarak yine 20 yıllık detaylı üretim analizleri yapılmış olup yatırım geri dönüş süresi ve mali sonuçlar değerlendirilmiştir. İki sistem özellikleri bakımından karşılaştırılmış olup, optimizasyonun özelliklerine de ayrıca değinilmiştir. Son olarak yapılan karşılaştırma ve analizler neticesinde elde edilen veriler ışığında varılan önemli sonuçlara yer verilmiştir.

3. MEVCUT TASARIM

3.1. Mevcut Sistemin İncelenmesi

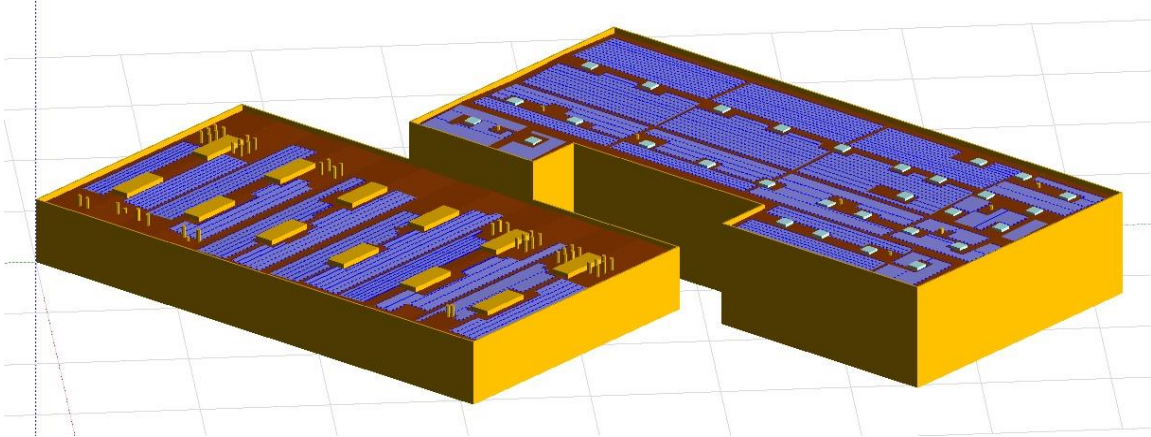
Mevcut tesis Kocaeli ili, Çayırova İlçesi, Gebze Organize Sanayi Bölgesi sınırları içerisinde bulunmaktadır. Birbiri ile yan yana farklı yükseklikteki iki binadan oluşmaktadır. Kurulu mevcut güneş enerji santrali şebeke bağlantılı olup 1410kWp/1200kWe gücündedir. İki binanın çatısı güneydoğu-güneybatı-kuzeydoğu-kuzeybatı olmak üzere 4 farklı yöne bakmaktadır. Bu bitişik iki binanın çatıları üzerine 4274 adet 330W monokristal güneş paneli yerleştirilmiştir. Tesis 12 Adet 100 kW gücünde 3 fazlı eviriciden, AC toplama panosundan oluşmaktadır. Sisteme uygun statik proje uygulaması yapılmıştır. Aşağıdaki şekilde mevcut tesisin genel görüntüsü görülmektedir.



Şekil 1. Mevcut tesisin görünümü

Çatı tipi güneş enerjisi santrallerinde tasarım ve uygulama öncesi tesisin inşa edileceği yerin analizinin çok iyi yapılması gerekmektedir. Çatının yapısı, cepheleri çatı üzerinde bulunan ışıklıklar, parapetler, soğutma kuleleri, bacalar, paratoner ve anten gibi yapıların gölgesi ya da çevrede çatıya gölgesi düşebilecek ağaç, bina gibi diğer unsurların iyi değerlendirilmesi gerekir. Bu gölge etkisi çatıdaki panellerin verimini düşürerek üretimde kayıplara sebep olacaktır. Tesis incelendiğinde yüksek olan binanın diğer binanın üstüne gölge yaptığı, çatılarda parapet, baca, aydınlatma pencereleri gibi yapıların bulunmasından dolayı gölgelenme miktarının arttığı görülmüştür. Ayrıca panellerin farklı cephelere bakması da panellerin farklı verimlerde çalışmasına neden olmaktadır. Mevcut sistem tasarlanırken panel yerleşiminde mümkün mertebe gölgeli alanlardan kaçınılmıştır. Bu da maksimum alan kullanımını azaltmıştır.

Mevcut sistemin simülasyonu ve analizi yapılırken PVsyst yazılımı kullanılmıştır. 20 yıllık simülasyon yapılarak üretim değerleri, performans ve kayıplar incelenmiştir. Kurulum maliyeti ve üretim-tüketim verilerine göre yatırım geri dönüş süresi hesaplanmıştır. Şekil 2’de tesisin PVsyst programında 3 boyutlu modellenmesi görülebilir.



Şekil 2. Güneş enerji santralinin PVsyst programında 3 boyutlu modellenmesi

Mevcut tesisin kurulum maliyeti 796.887 USD’dir. Tesisin aylık enerji tüketimi ve üretim değerleri mahsuplaştırılarak aylık bazda net enerji miktarları elde edilmiştir. İşletmenin enerji kullanım birim

fiyatı 0,527 TL olup, elde edilen net enerji miktarları üzerinden maliyet analizi yapılmıştır. Mevcut tesisin yatırım geri dönüş süresi 7 yıl 8 ay olarak hesaplanmıştır.

4. OPTİMİZERLİ YENİ TASARIM VE MEVCUT SİSTEMLE KARŞILAŞTIRILMASI

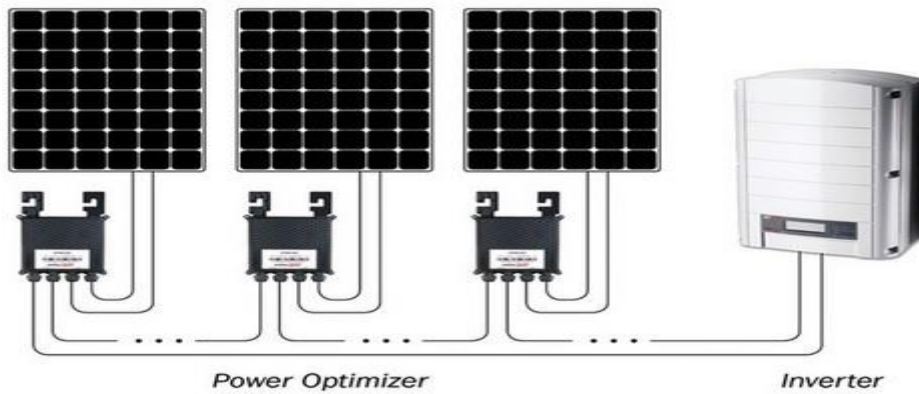
Bu bölümde mevcut sistemin aynısı yani panel yerleşiminde, sayısında, gücünde ve markasında değişiklik yapılmadan optimizer ve optimizer uyumlu eviriciler kullanarak yeniden tasarımı yapıp simüle edilmiştir.

4.1. Optimizer

Fotovoltaik sistemlerde üretim kaybına neden olan ve sistem verimine etki eden birçok etken bulunmaktadır. Bunları doğrudan güneş panellerinden kaynaklı ve güneş panellerine etki eden etmenlerdir. Modül (panel) uyumsuzluğu (mismatch) ve düzensiz modül yaşlanması bunun iki ana sebebidir. Modül uyumsuzluğuna; ulaşımdan kaynaklı fark edilmeyen hasarlar, panellerin farklı eğim ve yönlerde olması, ısı farkları, gölgelenme ve kirlenme, panellerin üretiminden kaynaklı farklılıklar neden olur.[3]

Solar optimizerler elektronik bir ekipmandır. Paneller arasına bağlanır. DC/DC konvertör özelliği bulunur. Dizi voltaj ve akımını sürekli izlerler ve düzenlerler. Uyumsuzluk etkilerini azaltmak için çalışırlar. Bu özellikleriyle gölgelenmeden kaynaklı etkileri asgariye indirir, modül uyumsuzluğundan ve modüllerin düzensiz yaşlanmasından kaynaklı kayıpları minimize ederler. Ayrıca farklı güçte, farklı yön ve cephelere bakan tasarımların verimli bir şekilde uygulanmasını mümkün kılar. Bir diziye daha fazla modül bağlanma imkânı sunar. DC kablodan tasarrufu sağlarlar. Optimizerler paneller arasına bağlanarak voltaj ve akımı sürekli düzenleyerek aynı zamanda da eviricilerle haberleşerek kullanılan yazılımlar sayesinde sistemi panel bazlı izleme olanağı sağlar. Bu da sistem performansını detaylı takip etme ve arıza tespit olanağı sağlar. İşletme ve bakımı kolaylaştırır, ekonomi sağlar. Güneş enerjisi santrallerinde şebekeden ve eviricilerden enerji kesilsede, DC kısımda enerji vardır. Fotovoltaik modüller ışınım gördüğü müddetçe üretim yapmaya devam ederler. Optimizerler; şebekeden ya da inverter tarafından enerjinin kesilmesi durumunda, DC kısımdaki gerilimi güvenli bir voltaja düşürür. Buda yangın, afet ve acil müdahale gerektiren durumlarda emniyeti sağlar. [4]

Optimizerlerin bu avantajları yanında bazı dezavantajları da vardır. Elektronik bir cihaz olması nedeniyle santralde yaklaşık %0,5 enerji kaybına neden olurlar. Sistemde hata ve arıza kaynağı olma ihtimalleri de vardır. Optimizerler kullanılan ekstra bir ekipman olduğundan dolayı ilk kurulum maliyetini de yaklaşık %10 arttırır. Şekil 3’de optimizer ve örnek bağlantı şekli görülebilir.

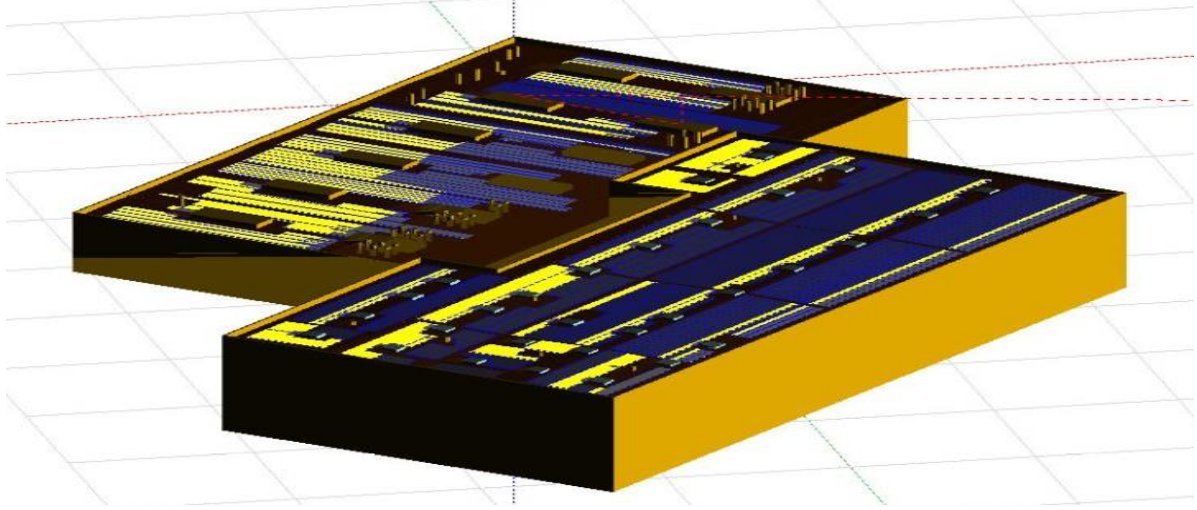


Şekil 3. Optimizer ve örnek bağlantı şekli

4.2. Optimizerli Yeni Tasarımın Analizi ve Mevcut Sistemle Karşılaştırılması

Tesisteki mevcut sistem 1410kWp/1200kWe kurulu güçtedir. Çatısında 4274 adet 330W monokristal güneş paneli bulunmaktadır. Bu bölümde mevcut sistemin aynısı yani panel yerleşiminde, sayısında, gücünde ve markasında değişiklik yapmadan optimizer ve optimizer uyumlu evirici kullanarak yeniden tasarımı yapıp yine PVsyst programında simüle edilmiştir. Her iki solar modülün arasına bir optimizer

bağlanarak toplam 2137 adet optimizier kullanılmıştır. Optimizierlere uyumlu en büyük güçteki evirici 82.8 kW olduğu için 15 Adet 82.8 kW gücünde evirici mevcut panellere optimizierlerle birlikte bağlanmıştır. Bu eviricilerin toplam çıkış gücü 1200 kW olarak sınırlandırılmıştır. Şekil 4’de tesisin gölgelenme simülasyonu videosuna ait bir görüntü görülmektedir.



Şekil 4. Mevcut santralin PVsyst programında gölgelenme ve gölgelenmeden etkilenen dizileri gösteren aralık ayına ait simülasyonu videosu anlık görüntüsü

Tablo 1: Mevcut Sistem ve Optimizierli Sistemin Üretim Tablosu

YIL	Mevcut Sistem PVsyst (MWh)	Optimizierli Sistem PVsyst (MWh)	Optimizierli Sistem Üretim Farkı (%)
1	1445	1511	+%4,56
2	1435	1501	+%4,59
3	1424	1490	+%4,63
4	1413	1480	+%4,74
5	1401	1469	+%4,85
6	1387	1459	+%5,19
7	1373	1448	+%5,46
8	1358	1438	+%5,89
9	1344	1427	+%6,17
10	1330	1417	+%6,54
11	1317	1406	+%6,75
12	1306	1396	+%6,89
13	1296	1385	+%6,86
14	1285	1375	+%7,00
15	1275	1364	+%6,98
16	1265	1354	+%7,03
17	1255	1343	+%7,01
18	1244	1333	+%7,15
19	1233	1322	+%7,21
20	1221	1311	+%7,37

Optimizasyonlu tesisin kurulum maliyeti 888.564 dolar olarak hesaplanmıştır. Mevcut sisteme göre maliyeti yaklaşık %11 daha fazladır. Tesisin aylık enerji tüketimi ve üretim değerleri mahsuplaştırılarak aylık bazda net enerji miktarları elde edilmiştir. İşletmenin enerji kullanım birim fiyatı 0,527 TL (KDV hariç) olup, elde edilen net enerji miktarları üzerinden maliyet analizi yapılmıştır. Tesisin yatırım geri dönüş süresi 8 yıl 1 ay olarak bulunmuştur. Yukarıdaki tabloda iki sistemin üretim verileri görülmekte olup, optimizasyonlu sistemin mevcut sisteme göre ilk yıl sonunda yaklaşık %4,5, onuncu yıl sonunda %6,5 ve yirminci yıl sonunda %7,4 daha fazla üretim yaptığı görülmektedir. Üretimdeki bu farklılıklar optimizasyonlu sistemlerin gölgeleme kaynaklı üretim kayıplarını minimize etmesinden, zamanla meydana gelen modül yaşlanması ve modül uyumsuzluğundan kaynaklı kayıpları tolere etmesinden kaynaklıdır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çatı tipi güneş enerji santrallerinin kurulumunda, kurulacak yerin çok iyi analiz edilmesi, sistemin üretim verimliliğini etkileyecek her türlü unsurun değerlendirilmesi gerekir. Özellikle gölgeleme unsurları olan, farklı yön ve cephelere bakan panellerin bulunduğu çatılarda üretim verimliliğinin artırılması için elektronik bir ekipman olan optimizasyonlu kullanılabilir. Bu çalışmada analiz için, gölgeleme unsurlarına sahip, dört farklı cephede panel yerleşimi bulunan 1410kWp/1200kWe gücünde 4274 adet 330W monokristal güneş panelin 12 Adet 120 kW gücünde invertere bağlandığı yeni tesis edilmiş güneş enerjisi santrali seçilmiştir. Panel yerleşiminde mümkün mertebe gölgeli alanlardan kaçınılmıştır. Sistem PVsyst programında simüle edilmiştir. Aynı sistem optimizasyonlu ve optimizasyonlu uyumlu eviriciler kullanılarak yine PVsyst programında simüle edilerek, iki sistemde karşılaştırılmıştır.

Yapılan analizler ve karşılaştırmalar ışığında optimizasyonlu sistemlerin özellikle gölgeleme unsurlarının olduğu, farklı yön ve cephelere sahip çatılarda, modül uyumsuzluğu ve yaşlanmasına bağlı kayıpları da minimize ederek üretim verimliliğini arttırdığı görülmüştür. Analizi yapılan tesiste, optimizasyonlu sistemin mevcut sisteme göre ilk yıl sonunda %4,5, onuncu yıl sonunda %6,5 ve yirminci yıl sonunda %7,4 daha fazla üretim yaptığı tespit edilmiştir. Bunun yanında optimizasyonlu sistem panel bazlı izlenmesini mümkün kılması ve DC kesici özelliğini fonksiyonu gibi avantajları vardır. DC kablodan tasarrufu mümkün kılar. Dezavantajlarına gelinirse optimizasyonlu kullanılan ekstra bir ekipman olduğundan ilk kurulum maliyeti diğer sistemlere göre yaklaşık %10 daha fazladır. Mevcut sistemde yatırım geri dönüş süresi 7 yıl 8 ay iken, optimizasyonlu sistemde ise 8 yıl 1 ay olarak hesaplanmıştır. Optimizasyonlu sistemin ilk kurulum maliyetinin yüksek olmasından dolayı yatırım geri dönüş süresinin daha uzun olduğu görülmüştür. Optimizasyonlu sistemler, elektronik bir cihaz olması nedeniyle santralde yaklaşık %0,5 enerji kaybına neden olur. Santralde hata-arıza kaynağı olma potansiyeli bulunmaktadır. 20 yıl sonunda enerji birim maliyeti; optimizasyonlu sistemde 0,0314 \$ iken mevcut sistemde 0,0299 \$ olarak hesaplanmıştır. Mevcut sistemin enerji birim maliyetinin düşük olmasına karşın optimizasyonlu sistemin sağlamış olduğu ekstra güvenlik, işletme ve bakım kolaylığı bulunmaktadır. Mevcut sistemin gölgeleme unsurları dikkate alınarak tasarlanması sebebiyle yoğun gölgeli alanlarda kaçınılması maksimum alan kullanımı gerçekleştirilememiştir. Bu yüzden optimizasyonlu sistemin gölgeleme açısından sağladığı verim kısmen düşük olmuştur. Gölgelemenin daha fazla olduğu ve maksimum alandan yararlanılan sistemlerde, optimizasyonlu kullanımının üretim verimliliğine sağlayabileceği artış göz ardı edilmemelidir. Bu veriler ışığında çatı tipi güneş enerjisi santrali uygulamalarında detaylı analizin önemi ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda; bir güneş enerji santrali tasarlanırken optimizasyonlu kullanmanın; üretim verimliliği, maliyet ve güvenlik kriterleri dikkate alınarak değerlendirilebileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Türkiye Elektrik İletim A.Ş., [https:// www.teias.gov.tr](https://www.teias.gov.tr), (Erişim tarihi: 26.03.2021)
- [2] Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes> (Ziyaret tarihi: 26.03.2021)
- [3] Boztepe M., Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler, https://emo.org.tr/ekler/65eb10e64749410_ek.pdf (Erişim tarihi: 03.04.2021)
- [4] Güneş Enerjisi Yatırımcıları ve Sistem Sahipleri için Ticari Çözümler https://www.solaredge.com/sites/default/files/se_investors_catalogue_tur.pdf (Erişim tarihi: 04.04.2021)

FENOKSİETANOL'ÜN DERİ ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ VE FENOKSİETANOL KİMYASALININ KOZMETİKTE KORUYUCU MADDE OLARAK KULLANIMI

Hüma ARABACI

TC. Kocaeli Üniversitesi, Hereke Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme
Teknikleri- Kozmetik Teknolojisi
arabaci.huma@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4871-6748

Emaduldeen Jasim MOHAMMED ALİSAWİ

TC. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı
emmadald@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9280-5874

Özet

Kozmetik ürünler hayatımızın birçok noktasında karşımıza çıkmaktadır. Kozmetik ürün, başlıca kişiyi iyileştirmek, bakım yapmak ve güzelleştirmek için üretilen ürünler olarak sınıflandırılabilir. Kozmetik ürünler üretimleri esnasında içeriklerinde su bulundurlar bu sebeple, kozmetik ürünlerin formülasyonlarının ve içeriklerinin bozulmaması açısından dünya genelinde belirli konsantrasyon değerlerinde koruyucu etkiye sahip kimyasalların, koruyucu hammadde olarak kullanıldığı gözlemlenir. Ürünlerin içeriğindeki mikroorganizma kontaminasyonu söz konusu içeriğin bozularak tüketicinin sağlığı yönünden ciddi bir risk faktörü oluşturabilmektedir. Ürünlerde mikrobiyal bir üremeyi engellemek amacıyla kozmetik ürün formülasyonlarında koruyucu ürün olarak bilinen farklı kimyasal yapılara sahip maddelerin eklenmesi ön görülür. Ancak eklenen koruyucu özellikli içeriğe sahip maddenin, formülasyondaki diğer maddelerle uyum içinde olması, geniş bir spektruma sahipliği, kullanıcı üzerinde alerjen ve tahriş edici herhangi bir etki bırakmaması özelliği aranır. Hali hazırda %1'lik konsantrasyonu için mevcut güvenlik verilerinden yola çıkılarak, fenoksietanol'ün kozmetikte kullanımı güvenli kabul edilmektedir.

Fenoksietanol hakkında yapılan deneysel çalışmalarda genel olarak Kozmetik Yönetmeliğinin belirlediği konsantrasyon değeri üzerinde (%1'lik veya yakın) konsantrasyon değerlerine yakın olup bu konsantrasyonun üzerinde kullanımlarda ürtiker, dermatit gibi etkenlerin gözlemlenme oranı artmaktadır. Bu etkilerden kaynaklı olarak önümüzdeki 10 yıl gibi bir süreçte fenoksietanol'ün kullanımı içerik bazında değişkenlik gösterebilir, konsantrasyon değeri düşürülebilir veya paraben gibi zararları daha sonradan daha net bir şekilde tespit edilebilir. Bu çalışmada kozmetik ürünlerin içerisinde koruyucu madde olarak son yıllarda sıklıkla kullanımı tercih edilen fenoksietanol ($C_8H_{10}O_2$) maddesinin kullanım alanları, deri üzerindeki bıraktığı olası toksik etkilerin zaman içerisinde kişiye etkileri ve yapılan hayvan deneylerinden elde edilen verilerin incelenerek yorumlanması yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Cilt, Kozmetik, Kozmetik Koruyucular, Fenoksietanol

POSSIBLE EFFECTS OF PHENOXYETHANOL ON SKIN AND THE USE OF PHENOXYETHANOL CHEMICAL AS A PROTECTIVE IN COSMETICS

Abstract

Cosmetic products appear almost everywhere in our lives. Cosmetic products can be classified as products that are mainly produced to heal, care and beautify a person. Cosmetic products contain water in their contents during their production process, causing deterioration of the formulations and contents of cosmetic products, it is observed that chemicals that have a protective effect at certain concentrations are used as protective materials throughout the world. Microorganism contamination in the content of the products introduces unignorable health risks for the consumer. In order to prevent microbial growth in the products, it is recommended to add some substances with different chemical structures, known as preservatives in cosmetic product formulations. However, since the preservative substance would possess properties that bond with the cosmetic contents and has a wide spectrum, possibilities of allergen

and irritation on the consumer has to be considered. Based on the existing safety data for the concentration of 1%, the use of phenoxyethanol in cosmetics is considered safe.

In experimental studies on phenoxyethanol, maintaining the concentration value specified by the Cosmetics Regulation slightly above (1% or close), the rate of observation of factors such as urticaria and dermatitis seem to be increasing. Due to these effects, the use of phenoxyethanol in a period such as the next 10 years may vary on the content basis, the concentration value can be reduced or the damages such as paraben can be determined more clearly later. In this study, the usage areas of phenoxyethanol (C₈H₁₀O₂), which is frequently used as a preservative in cosmetic products in recent years, the possible toxic effects on the skin over time, and the interpretation of the data obtained from animal experiments will be made.

Keywords: Cosmetics, Cosmetic Preservatives, Phenoxyethanol, Skin

Giriş

Çağlar boyunca çeşitli nedenlerle, insanlar için kozmetik kullanımı büyük oranda önemli bir yere sahip olmuştur. Kozmetiklerin kullanım alanları ve kozmetik algısı çağlar ve toplumlar üzerinde farklı etkiler barındırıyor olsa da insanlar kozmetik kullanımından geri durmamıştır. Sağlık Bakanlığının 2005 yılında yürürlüğe giren Kozmetik Yönetmeliği'ne göre kozmetik bilimi; "Epiderma, dış genital organlar, saç vb. gibi vücudun çeşitli kısımlarında uygulanabilmesi için hazırlanmış olan tek veya temel üretim amaçları bakım yapmak, temizlemek, güzelleştirmek vb. etkilere sahip olarak üretilen preparat yada maddeleri inceleyen bilim dalıdır şeklinde tanımlanır.

Kozmetik ürün kullanımı neredeyse insanlığın varoluşundan kullanılmakta olup, bu ürünler her ne kadar ruh halini düzeltmek, renklendirmek, koku vermek, moda oluşturmak amacıyla geliştirilmiş olsalar da son dönemin kozmetik ürünleri bu etkenlere ek olarak hasarlı bir derinin tamiri, derinin bariyer fonksiyonunun artırılarak dış etkenlerden korumak ve yaşlanmanın görünen etkilerinin geri döndürülmesi gibi etkilere de sahiptir (Barel, Paye ve Maibach).

Kozmetik ürünler içeriklerinde su bulduran, steril ve aseptik olmayan koşullarda üretilmektedir. Bu sebeple kullanım sürecinde ve raf sürecinde mikrobiyal bir kontaminasyon durumu söz konusu olabilmektedir. Bu durumun önlenmesi için kozmetik ürünlerde GMP (İyi Üretim Uygulamaları) standartlarının uygulanması talep edilir. GMP standartlarına göre üretilen ürünlerde ise iç ve dış kaynaklardan gelecek olan kontaminasyonu önlemek veya azaltmak hedeflenir. Lakin tüm bu önlemlerin mikrobiyal kontaminasyon oluşumunu tam olarak elimine etmesi mümkün değildir. İçerikleri itibarıyla kozmetik ürünler mikroorganizmaların gelişimine açık ürünlerdir. Kozmetik ürünler de steril bir üretim talep edilmese de insan sağlığını kötü etkileyecek, enfeksiyon oluşturan, tahriş edici vb. etkenler oluşturmaması beklenir. Bir kozmetik ürünün insan sağlığını olumsuz şekilde etkileyebilme durumunun gözleminde o ürünün iç ve/veya dış kaynaklı olarak (üretim sonrası saklama koşulu, kullanılan aletler ve ekipmanlar, firma üretim sahası çalışanları, ambalajlama gibi etkenlerden) kontamine olup olmadığının gözlemlenebilmesi gerekir. Kozmetik ürünlerdeki mikroorganizma üremelerinin kontamine bir durum oluşturması tüketici sağlığı açısından önemli bir risk faktörünü beraberinde getirmektedir.

Bunların yanı sıra, kozmetik ürünlerin içeriğinde genel olarak bir sterillik beklenmemektedir. Yine de kozmetik ürünler belirli mikrobiyolojik bir değer yükü altında olmamalı ve patojen mikroorganizmaları bünyesinde bulundurmamalıdır. Ürünlerin içeriğinde olması gereken mikrobiyolojik limit ve bulunması kabul edilmeyen patojen içeren mikroorganizmalar uluslararası standart ve yönetmenlikler tarafından belirli değerlerde sabitlenmiştir (CENGİZ). Kozmetik bir üründe mikroorganizmaların istenmeyen etkilerinin gözlemlenerek mikrobiyal üreme olup olmadığı veya kimyasal yapısında bir bozulma görülmesinin engellenebilmesi için bazı koruyucu kimyasal maddelerin eklendiği gözlemlenir.

Kozmetik ürünlerin bileşimlerinde var olan hammaddeler mikroorganizmalar vasıtası ile metabolize olarak üründe görünüm değişimine neden olabilmektedir. Bir kozmetik üründe bozunma hali renk ve koku değişiklikleri, asit ve/veya gaz çıkışı, ürün içeriğinde oluşan toksinler mikroorganizmaların aktif

faaliyet göstermelerinin sonucu olarak görülen etkiler olarak belirtilir (TAN ve TÜYSÜZ). Kozmetik ürün formülasyonuna ilave edilen bu kimyasalların 24.03.2005 tarihli ve Resmî Gazete 5324 sayılı Kozmetik Kanununun Madde-6'da yer alan ibaresinde, piyasaya arz edilen Kozmetik ürünlerin insan sağlığına zarar vermeyecek nitelikte olması şartı aranır ve Madde-7 de yer alan ibare de ise, kozmetik ürünler için kullanılacak olan koruyucu özelliğe sahip ürünlerin belirli bir konsantrasyon değeri ile sınırlandırıldığı gözlemlenir. Kozmetik preparatlarda bulunan kimyasal ürünlerin kullanılabilir değerlerin tespiti Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu (TİTCK) tarafından yapılan analiz testleri ile belirlenmekte olup bu ürünlerin konsantrasyon limitleri Kozmetik Yönetmeliği 7.5.8157-ekler de yer alan tablolarda belirtilmektedir. Aynı şekilde kozmetik kanunu yönetmenliğinde koruyucu özellikte kullanılan maddeler tahriş edici, toksik etkisi bulunmayan, kozmetik ürünün formülasyonunu etkilemeyen, mikrobiyal olarak kısa sürede koruyucu etki gösteriyor olması ve koruyucu olarak kullanılacak maddelerin miktar ve özellikleri yasalara uygun olması gerekir.

Kozmetik Ürünlerde Prezervatif Ürünler

Kozmetikler, cildin güzelliğini artırmak ve/veya cildin görünümünü iyileştirmek, düzeltmek ve eski formuna yakın hale getirmek için kullanılan ajanlar olarak görülmekte ve bu ürünlerin satış ve pazarlamalarının yapılmasından önce güvenliğinin ve etkinliğinin sunulması beklenir (MUKUL, SURABHI ve ATUL). Ürün içeriklerinde koruyucu madde kullanımı tercihi ürünlerin Kozmetik Yönetmeliğinde yer alan ibareden yola çıkılarak; kullanım bölgesine tahriş edici etki bırakmayan, formülasyonu etkilemeyen, toksik etkisi bulunmayan, mikrobiyal olarak kısa sürede koruyucu etki gösteriyor olması ve koruyucu olarak tercih edilecek ürünlerin Kozmetik Yönetmeliği'nin 7.5.8157-ekler belgesinde yer alan "Kozmetik Ürünlerde Kullanılmasına İzin Verilen Koruyucuların Listesi" tablosundaki verilen maximum değerlerin üzerinde olmaması beklenir. Ürün içeriklerinde yer alan koruyucular, ürünün içeriğinde genel olarak dayanıklılık ve karşı koruma sağlanması hedefini barındırarak bulunurlar.

Koruyucu maddeler, kozmetik ürünlerde mikroorganizmalarca kontamine olma risklerine karşı genellikle bitmiş ürünlere eklenen, ürün içeriğindeki mikroorganizmaların üremelerinin engellenmesi veya kimyasal formülasyonu korumak amacıyla eklenen kimyasal ürünlerdir. Bu ürünler mikroorganizmaların üremelerini engelleyen veya öldürücü etkiye sahip özelliktedir. Koruyucu maddeler genel manada mikroorganizmaların hücre duvarı, sitoplazma ve sitoplazma zarı üzerinde etkili olan kimyasal maddeler olarak bilinir (TAN ve TÜYSÜZ). Koruyucu maddelerin seçiminde formülasyon/ürün formülü, kullanılan ambalaja göre seçilmektedir. Fenoksietanol ve benzil alkol gibi ürünler iyi tolere edilebilir özelliğe sahip oldukları için humektan içerikli ürünlerde emülsiyonları başarıyla denemiş ve test edilmiştir. Kavanoz gibi olan ambalajlı ürünlerde, ürün içeriğine gün içerisinde birkaç defa parmak ile dokunulduğunda bile diğer koruyucu ürünlere kıyasla daha geniş bir pH aralığında etkiye sahip olup formülasyonu kontaminasyon riskine karşı koruyabilir olduğu gözlemlenir (Annemarie Börend Natural Beauty).

Fenoksietanole Dair

Moleküler formülü $C_8H_{10}O_2$ olan fenoksietanol bir fenol esteri ve aynı zamanda aromatik bir alkol olup kaynama sıcaklığı $247\text{ }^{\circ}\text{C}$ derecedir. Genel olarak kozmetik ürün ve aşıllarda tercih edilmekle birlikte formaldehit salan koruyuculara da alternatif olarak kullanıldığı görülür. Fenoksietanol içerik olarak potansiyel bir alerjendir (Ataman Chemicals). Fakat fenoksietanolün en belirgin özelliği koruyucu bir kimyasal özelliğe sahip olmasıdır. Geniş pH skalasına hitap edebilmekle antifungal ve antibakteriyel etkilere sahip kimyasallar listesinde yer alır. Tıpta anestezi ilacı olarak da sedasyon işlemlerinde tercih edildiği görülmektedir. İdeal oranlarda kullanılması halinde gözlere, mukozaya ve cilde herhangi bir zarar vermiyor olması ve cilt üzerinde hassasiyet göstermemesi çeşitli sektörlerde yaygın bir kullanımı beraberinde getirir (SANİTER Gıda-Çevre Bilimi ve Gözetim Hizmetleri).

Fenoksietanol'ün %1'lik Kullanımının Üzerinde Kullanıldığında İnsan Sağlığına Olası Zararları

Lobo chemie laboratory reagent & fine chemicals'ın yayınladığı MSDS bilgi formuna göre fenoksietanol için; yutulması halinde toksik etkiye sahip olduğu ve gözle teması halinde ciddi göz tahrişine yol açabileceği belirtilir. Kozmetik ürünlerle ilgili olarak AB ve birçok ülkede kabul edilen yasalara uygun olarak; Amerika, Japonya gibi ülkelerin çoğunda max. %1'lik bir değer kullanımı

güvenli olarak kabul edilir ve kişisel bakım ürünlerinde de max. %1'e kadar kullanımına izin verilir. Fakat Meksika da bu değer %0,3 miktarına kadar sınırlandırılmıştır (Anon). Ürünün %1'lik konsantrasyonuna dek kullanımı zararsız olarak tasvir edilir. 3 yaş altındaki çocuklarda bez bölgesi için en fazla %0,4 oranında kullanımı ön görülür. Avrupa Komisyonu Tüketici Güvenliği Bilimsel Komitesi'nin (SCCS) koruyucu kimyasal kullanımında %1'e dek konsantrasyon kullanımı güvenli olarak kabul edilebilmektedir. Bunların yanı sıra karşılaştırma yoluyla fenoksietanol 'ün reçetesiz satılan dezenfektan ürünlerde %2'lik konsantrasyon ile satışa sunulduğu da bilinmektedir (Annemarie Börind Natural Beauty).

Fenoksietanol'ün Kullanıldığı Alanlar

Genel olarak geniş bir pH aralığında kullanılabilmesinden dolayı kozmetik preparatlarda koruyucu olarak tercih edilir. Fenoksietanol, bazı koruyucu kimyasallar ve sorbik asit ile beraber %0,2- %0,5 konsantrasyonlarda, aşı firmalarında tiyomersilan gibi ürünlerin muadili olarak, akne tedavisi, kalem mürekkebi, kulak damlası imalatı, bakteri kaynaklı enfeksiyon tedavisindeki topikal olarak işlenen ilaçların üretiminde, antiseptik özelliği ile bakterisidal, inteksitidal ve fungusidal etkileriyle, Caprylyl Glycol ile kullanımda cilt kırıksıklıklarının giderilmesi için üretilen preparatların imalatında, ıslak mendillerde, saç ve cilt için protein kaynaklı üretimde ve humektan içerikli preparatların imalatında koruyucu madde olarak kullanılır (O Kimya A.Ş.). Fenoksietanol'ün yapılan araştırmalar da elde edilen toksikolojik etkilerinde fenoksietanolün çocuklarda toksiteye neden oluşuyla çocuklarda kullanımı önerilmemektedir (Drogsan İlaçları San. ve Tic. A.Ş.). Bunun yanı sıra insanlarda, fenoksietanolün laboratuvar çalışmalarında derinin emiliminin test edilen formülasyonundaki konsantrasyon miktarlarına bakılmaksızın emilimin yüksek ve hızlı olduğu tespit edilmiştir. Ürüne 24 saatlik bir etkileşimden sonra, cildin çeşitli katmanlarında min. değerler şeklinde de olsa (<= 0.1) ciltte varlığı tespit edilmiştir. Bu durum esasında fenoksietanolün deride birikime yol açmadığını veya bağ dokusu oluşturmadığını gösterdiği söylenebilse de %1 değerliğine sahip bir formülasyon için 24 saatlik bir süre sonrasında toplam dermal absorpsiyonda fenoksietanol miktarı, durulanan ürünler için %10- %37 aralığında ve bırakılan ürünler için ise %7- %78 aralığında olduğu incelenmiştir. Biyoyararlanım da insan ve hayvan deneylerinde yapılan çalışmalar sonucunda ise hızla absorblandığı, dağıldığı ve metabolize edilerek atıldığı gözlemlenmiştir (Dreno, Zuberbier ve Gelmetti).

Sonuç

Hali hazırda %1'lik konsantrasyonu için mevcut güvenlik verilerinden yola çıkılarak fenoksietanol kozmetikte kullanıldığında güvenli kabul edilmektedir. Olumsuz sistematik etkiler sadece hayvanlar üzerinde tespit edilmiştir. T.C. Sağlık Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu 24/03/2005 tarihli ve Resmî Gazete 5324 sayılı Kozmetik Kanunu'na göre yönetmenlikte belirtilen miktarın üzerindeki kullanımlarda insan sağlığına kasti zarar gerekçesi ile çeşitli yaptırımlar uygulanmaktadır. Yapılan çalışmalar genel olarak %1'lik Kozmetik Yönetmenliğinin belirlediği konsantrasyon değeri üzerinden olup bu konsantrasyonun üzerinde kullanımlarda ürtiker, dermatit gibi etkenlerin gözlemlenme oranı artış göstermektedir. Bu etkilerden kaynaklı olarak önümüzdeki 10 yıl gibi bir süreçte fenoksietanol'ün kullanımı içerik bazında değişkenlik gösterebilir, konsantrasyon değeri düşürülebilir veya paraben gibi zararları daha sonradan daha net bir şekilde tespit edilebilir. Cilt yapı itibarıyla emilim bazında ilerleyen bir organdır bundan dolayı fenoksietanolün ürün içeriklerinde değişik konsantrasyonlarda kullanımından kaynaklı olarak ürünün zaman içerisinde ciltte birikime yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Fenoksietanol genel olarak nemlendirici içerikli ve yüz-el bölgelerinde yoğun olarak kullanılan ürünlerde koruyucu ham madde olarak kullanımı tercih edilir. Gerek kullanılan bu ürünlerde gerekse içeriğine konulan deterjanların kullanım esnasında cilt tarafından emilimi ve zaman içerisinde deri altında toksik madde birikimi oluşturabilme durumları göz önünde bulundurulduğunda bu ürünün kullanımı ve fayda/zarar ilkesi yakın bir süreçte daha net olarak tespit edilebilecektir.

Kaynaklar

- Annemarie Börind Natural Beauty. «Phenoxyethanol.» - *Annemarie Börind Natural Beauty*. 2021 05 24.
<https://www.boerlind.com/ab/wp-content/uploads/2017/04/FAQ_Phenoxyethanol_EN.pdf>.
Anon, Hammaddeler Ansiklopedisi. «MAKALELER / PHENOXETOL C8H10O2 - KOZMETİK ANSİKLOPEDİSİ.» - *Hammaddeler Ansiklopedisi*. 29 04 2021.

- <<https://hammaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=-phenoxetol-c8h10o2-kozmetk-ansklopedis->>.
- Anon, Jaournal of the American College of Toxicogy. «Cosmetic Ingredient Review, Final Report on the Safety Assessment of Methylparaben, Ethylparaben, Propylparaben and Buthylparaben.» *Journal of the American College of Toxicology* 3.5 (1984): 148-209. 15 04 2021.
- Ataman Chemicals. «FENOKSİETANOL.» -. *Ataman Chemicals*. 28 05 2021.
<https://www.atamanchemicals.com/phenoxy-ethanol_u24132/?lang=TR>.
- Barel, A. O., M. Paye ve H. I. Maibach. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. New York - Basel: Marcel Dekker, INC., 2001. 30 04 2021.
- CENGİZ, Gökhan. «Çeşitli Kozmetik Ürünlerin Mikrobiyal Kontamiasyon Düzeylerinin Belirlenmesi.» *Çeşitli Kozmetik Ürünlerin Mikrobiyal Kontamiasyon Düzeylerinin Belirlenmesi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018. 25 03 2021.
- Dreno, B., ve diğerleri. «Safety review of phenoxyethanol when used a a preservative in cosmetics.» *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* (2019): 1-10. 06 04 2021.
- Drogsan İlaçları San. ve Tic. A.Ş. «OSEPTİN 1m/g antiseptik çözelti.» 2018. *Drogsan İlaçları San. ve Tic. A.Ş.* 17 05 2021. <<http://www.drogsan.com.tr/pdf/93eaa56c-a661-41c1-8c91-0b749e48f7ed.pdf>>.
- MUKUL, Singhal, Khanna SURABHI ve Nasa ATUL. «COSMECEUTICALS FOR THE SKIN: AN OVERVIEW.» *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* (2011). 28 03 2021.
- O Kimya A.Ş. «Phenoxyethanol.» tarih yok. *O Kimya A.Ş.* 18 05 2021.
<<https://okimya.com.tr/koruyucular/phenoxyethanol/>>.
- SANİTER Gıda-Çevre Bilimi ve Gözetim Hizmetleri. «Phennoxyethanol (Fenoksietanol) Analizi.» -. *SANİTER Gıda-Çevre Bilimi ve Gözetim Hizmetleri*. 10 05 2021. <<https://www.saniter.com.tr/phenoxyethanol-fenoksietanol-analizi>>.
- TAN, A. Seher BİRTEKSÖZ ve Mayram TÜYSÜZ. «Kozmetik Ürünlerde Koruyucu Madde Kullanımı ve Koruyucu Etkinlik Testleri.» *ANKEM* (2013): 83-91. 01 05 2021.

PANDEMİ SÜRECİNDE UZAKTAN EĞİTİMİN İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Mehlika KOCABAŞ AKAY

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehlika.kocabas@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0564-4625

Çağın KARABIÇAK

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
cagink@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6520-7374

Burcu ÖZCAN

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
burcu.ozcan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0820-4238

Özet

Pandemi bir hastalığın belli bir bölgede, belirli bir grup insan arasında belirli bir süre boyunca beklenenden daha fazla yayılması olarak tanımlanabilir. Yeni tip Korona virüs, tüm dünyayı etkisi altına almıştır ve tedbir olarak 16 Mart 2021 tarihinden itibaren okullar ve üniversiteler uzaktan eğitime geçmiştir. Bu çalışma kapsamında, üniversitedeki eğitim dönemlerine yüz yüze başlamış ancak devamında virüs yayılımını en aza indirmek amacıyla çevrimiçi ders ve eğitim almak durumunda kalan öğrenciler üzerinde uzaktan eğitimin etkileri incelenmiştir. Eğitim öğretim yaşamlarına uzaktan eğitimle başlayan öğrenciler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışma kapsamında öncelikle eğitimin tarihçesi ve çevrimiçi eğitime dönüşme süreçleri incelenmiş ardından da başta Kocaeli Üniversitesi lisans öğrencileri olmak üzere 6 farklı üniversiteden öğrencilerin uzaktan eğitim uygulamalarına ilişkin memnuniyetleri incelenmiştir. 200 öğrencinin katılım sağladığı anket sonuçları SPSS programı aracılığı ile incelenmiştir. Çalışma verileri; betimsel testler, T -Testi, ANOVA testleri ile analiz edilmiştir. Çalışmada, katılımcılara uzaktan eğitim derslerinin verimliliği, işlenişi, derslere katılım şekli ve izlenme oranlarının sınav dönemlerinde artıp artmadığına ilişkin sorular da yönlendirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Eğitim, Pandemi, İstatistiksel Analiz, SPSS

A STUDY ABOUT THE EFFECT OF DISTANCE EDUCATION ON STUDENTS DURING THE PANDEMIC

Abstract

Pandemic can be defined as the spreading of a disease in a certain region among a certain group of people more than expected over a certain period of time. The new type of coronavirus has affected the whole world. This epidemic, as a precaution, schools and universities have started distance education since March 16, 2021. Within the scope of this study, the effects of distance education on students who started their education periods at the university face to face but had to take online courses and education to minimize the spread of the virus were investigated. Students who started their education life with distance education were not included in the study. Within the scope of the study, firstly, the history of education and its transformation into online education were examined, and then the satisfaction of students from 6 different universities, especially Kocaeli University undergraduate students, regarding distance education practices was examined. The results of the survey, in which 200 students participated, were analyzed through the SPSS program. Study data; descriptive tests, T-Test, ANOVA tests. In the study, the participants were also asked questions about the efficiency of the distance education courses, the way they participated in the courses, and whether the viewing rates increased during the exam periods, and the results were evaluated.

Keywords: Distance Education, Pandemic, Istatistical Analysis, SPSS

1. GİRİŞ

Sağlık Örgütü tarafından pandemi, topluluğun daha önce böyle bir hastalığa maruz kalmaması, bulaşma sonucunda tehlikeli bir hastalığa yol açması, kolayca ve devamlı olarak yayılması olarak ifade edilmiştir (WHO, 2005 Global Influenza Preparedness Plan). 2020 yılı ocak ayında Covid-19 salgını tüm dünyayı etkileyen bir pandemi boyutuna ulaşmış bulunmaktadır. Virüs ilk olarak Çin'in Wuhan şehrinde meydana çıkmıştır. Ortaya çıktığı tarihten bu yana başta Avrupa, oradan da Amerika'ya yayılmıştır.

Türkiye'de ilk vaka 11 Mart 2020 tarihinde bildirilmiş, o günden itibaren çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından önlemler alınmış ve halen alınmaya devam etmektedir. Bu durumda insanların temas halinde olduğu eğitim-öğretim kurumları faaliyetlerinin devam edip etmeyeceği ilk gündem maddesi olmuştur. 16 Mart tarihi itibarıyla okul öncesi temel eğitim, ortaöğretim ve yükseköğretim kurumlarında sınırlı bir süreyle eğitime ara verilmiştir. Ayrıca YÖK tarafından staj, intörlük ve uygulama derslerine de ara verileceği açıklanmıştır. Vaka sayılarındaki artış ile beraber YÖK 18 Mart tarihi itibarıyla ön lisans, lisans ve lisans üstü programlarının uzaktan eğitimle yürütülmesine karar vermiştir.

Türkiye'de uzaktan eğitim çalışmaları 1950-1960'lı yıllara dayanmaktadır. Günümüzde teknolojinin de gelişmesi ile pek çok üniversitede UZEM (Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi) bulunmaktadır. İlk vakanın Türkiye'de, dünya ülkelerine göre daha geç görülmesi, eğitim kurumlarının çevrimiçi eğitim sistemine geçişinde daha fazla zaman tanımıştır.

Pandemi etkisinin Türkiye'de günden güne etkili artışı 18 Mart tarihinde YÖK tarafından tüm teorik derslerin uzaktan eğitimle yürütülmesini yetkisini üniversitelere devretmesine ortam hazırlamıştır. 26 Mart 2020 tarihinde YÖK tarafından 2019-2020 Eğitim-öğretim yılının Bahar döneminin sadece uzaktan eğitim sistemi ile devam edeceği ilan edilmiştir. İlk vakanın ortaya çıkışından itibaren yıl içerisinde gerçekleşecek olan sınavlar ve mezuniyetler başta olmak üzere birçok şey ertelenmiştir. Pandemi, sağlık sektöründen sonra en çok etkilenen sektörün, elde edilen verilere göre tüm dünyada 770 milyon öğrenen bireyin olduğu (öğrenci, öğretmen vb.) eğitim sektörü olduğu ortaya konulmuştur (Yamamoto ve Altun, 2020).

Türkiye'de uzaktan eğitim sisteminin üniversitelerde gerçekleşen uygulamaları çok eski tarihlere uzanmamakla beraber, günümüzde pek çok yükseköğretim kurumunda lisansüstü düzeyde uzaktan eğitim programları ve dersleri yürütülmekte, ayrıca 120 üniversitenin bünyesinde uzaktan eğitim araştırma ve uygulama merkezi bulunmaktadır. (YÖK, 2020) İlk vakaya diğer Avrupa ülkelerine nazaran Türkiye'de daha geç rastlanması sonucu Covid-19 pandemisine karşı eğitim kurumlarında uzaktan eğitim sistemine hazırlık yapma avantajı sağlamıştır.

Ülkeler salgın boyunca farklı uygulamalar ile eğitim sistemini sürdürmüşlerdir. Çin'de 2016 yılından beri kullanılan "Rain Classroom" isimli öğretim platformu Covid-19 salgınında da öğretmen ve öğrenciler tarafından da sıkça kullanılmıştır (Yamamoto ve Altun, 2020). Bazı uygulamalı ve kampüs temelli dersler dışında bütün dersler çevrimiçi platformlarda verilmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda da Hong-Kong, Kanada, ABD gibi ülkelerde öğrenim gören Çinli öğrenciler ülkeye geri getirilmiş ve uygulanan seyahat yasaklarından dolayı öğrenim gördükleri ülkelere geri dönememişlerdir. Bundan dolayı bu öğrencilere de çevrimiçi platformda eğitim verilmeye başlanmıştır. Ancak çevrim içi eğitimde ev ortamındaki yetersizlikler ve arka ortam seslerinden dolayı sorunlar yaşanmaktadır. Salgının en çok etkilediği ülkelere biri olan Amerika'da ise MIT, Harvard, Stanford gibi üniversitelerin çevrim içi eğitim alt yapıları ve programları daha önceden bulunmaktadır. Bu nedenle bu üniversiteler eğitimi durduran üniversitelerin başında gelmişlerdir. Ancak ülkedeki genel inanış '*yüz yüze eğitimin bir yeri gezmek, çevrim içi eğitimin ise o yerin videosunu izlemek*' olduğu yönündedir. İtalya salgından en çok etkilenen ülkelerin başında gelmektedir ve salgın başladığında eğitime geçici ara vermiş ardından da bir çevrim içi sistem oluşturarak öğretmenlerin seminer vermesini sağlamışlardır. Salgının ilk zamanlarından itibaren akademisyenlerin kampüslerde bulunmaları ve öğrencilerin ziyaret edebilmeleri sağlanmıştır. İngiltere salgın karşısında ilk olarak "toplum bağışıklığı" stratejisini uygulama kararı almıştır. Bu nedenle de yükseköğretim kurumlarında herhangi bir Covid-19 vakası çıkması durumunda kurumun kapatılmasının gereksiz olacağını belirtmiştir. Ancak bu kararı öğrenci büyüklüğü ve riskin büyüklüğüne göre yerel yönetime bırakmışlardır. Vaka sayılarının hızla artması ve virüsün küresel bir

salgın boyutuna ulaşması nedeniyle, Birleşik Krallık strateji değişikliği yaparak eğitim kurumlarını kapatma kararı almıştır. Alınan bu tedbirler doğrultusunda çözüm olarak uzaktan eğitime geçilmesine karar kılınmıştır. Türkiye’de ilk vakanın görülmesinden itibaren tedbir kararlarıyla birlikte ve öncelikli olarak eğitim öğretim gündeme alınmıştır. YÖK kararı ile de 26 Mart 2020 tarihinden itibaren yükseköğretim kurumları çevrimiçi eğitime geçmiştir. Türkiye’de, Covid-19 tedbirleriyle ilgili olarak eğitim ve öğretimin kesintiye uğramaması için 5 temel alanda çalışmalar yapılmıştır. Bunlar; mevzuat, altyapı, insan kaynakları, içerik ve uygulama şeklindedir. Türkiye eğitim ve öğretimin devam edebilmesi için uzaktan eğitime oldukça önem vermektedir ancak uzaktan eğitimin etkileri ilerleyen dönemlerde görülecektir (Saraç, 2020).

Bu çalışmada salgının erken döneminde üniversitede eğitim alanların uzaktan eğitime yönelik algısı anket yöntemi ile incelenmiştir. Veriler istatistiksel analizler ile değerlendirilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

1.1. Uzaktan Eğitimin Tarihçesi ve Özellikleri

Uzaktan eğitim, ders veren kişi ile öğrencinin aynı ortamda bulunmadığı, fiziki bir okul ortamına ihtiyaç duyulmayan eğitim sistemini anlatan bir terimdir. Uzaktan eğitimin geçmişten günümüze kadar 3 farklı evresi bulunmaktadır. Bu evrelerden 1.’si öğrenci ve öğretmen arasındaki etkileşimin yazışmalar yoluyla yapıldığı, 2.’si ise ses ve video ağırlıklı eğitim yapısıdır. 3. evrede ise bilgisayar ve internet kullanılmaya başlanmıştır. İlk iki evrede öğrenci ve öğretmen etkileşimi neredeyse yoktur ancak 3. evrede gelişen teknoloji sayesinde öğrenci ile öğretmen eş zamanlı olarak etkileşimde bulunabilmektedirler (Tuncer ve Taşpınar, 2008).

Uzaktan eğitim ilk olarak 20 Mart 1728 tarihi karşımıza çıkmaktadır. Bu tarihte Bostan Gazetesi’nde “Steno Dersleri” verileceği söylenmiş ve derslerin mektuplar aracılığı ile uzaktan yapılacağı belirtilmiştir (Kırık, 2014). 1833 yılında İsveç Üniversitesi “Kompozisyon Dersleri” eğitimini mektuplar aracılığı ile vermeye başlamıştır (Vikipedi, 2021). 1840 yılında Isaac Pitman mektuplar ile “İncil Dersleri” vermeye başlamıştır. Pitman not değerlendirme sistemini de oluşturmuş ve öğrencilerinin başarısını ölçmek ve değerlendirmek için başarı notu vermiştir (Kırık, 2014). 1892 yılında Chicago Üniversite’sinde ilk olarak “Mektupla Eğitim” bölümü açılmıştır. Ancak bu bölüm kısa zamanda faaliyetine son vermiştir (Vikipedi, 2021). Benzer yöntemlerle; Almanya, 1956 yılında, Fransa 1939 yılında uzaktan eğitim faaliyetlerine başlamıştır. 1898 yılında İsveç uzaktan eğitim kurumu olan Hermans’ı kurmuştur. ABD 1919 yılında eğitim amaçlı radyo kanalı kurmuştur. Bu sayede uzaktan eğitim hizmetlerini kitlelere sunmaktadırlar. Ulaşım, çiftçilik, bilim, teknoloji gibi birçok konuda halkı bilgilendirmek amaçlanmıştır. Yapılan yayınlar 1 milyon insana ulaşmayı başarmıştır. Radyo yayınları ile uzaktan eğitimin verilmesi maliyetli olduğundan ve istenilen düzeyde gelişim gösterememesinden dolayı zamanla azalmaya başlamıştır. Ancak yaşanan gelişmeler doğrultusunda çocuklara yönelik eğitimsel programlarda artış yaşanmıştır (Kırık, 2014). Japonya 1948 yılında yasa kapsamında yüz yüze eğitime katılmayan askerlere, okullardan uzak bulunanlara ders verme amacıyla uzaktan eğitim uygulamalarına başlamıştır. Japonya uzaktan eğitim modeli daha çok ABD’nin uzaktan eğitim modeline benzemektedir (Kırık, 2014). Uzaktan eğitime sadece gelişmiş ülkeler değil gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler de önem vermişler, bu konuda çalışmalar yapmaya başlamışlardır. 1873 yılında Güney Afrika’da Ümit Burnu Üniversitesi kurulmuştur. Kurulan bu üniversite uzaktan eğitime yönelik programlar açmıştır. 1910 yılında Avustralya’da ülkenin ilk uzaktan eğitim kuruluşu açılmıştır. Bu sayede ülke geneline uzaktan eğitim imkânı sunulmuştur. 1950 yılında Çin’de de Mektupla Uzaktan Eğitim Merkezi kurulmuş ve uzaktan eğitime katkıda bulunmaya başlamıştır. Fiber optik teknolojisi ise uzaktan eğitime yepyeni bir boyut kazandırmıştır. Türkiye’de çalışmalara bakıldığında uzaktan eğitimde 4 dönemin olduğunu görülmektedir. Bu dönemler aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

1. Dönem: Dünya’daki uzaktan eğitim çalışmaları incelenerek tartışmaların yapıldığı ve önerilerin sunulduğu bir dönem olarak tanımlanabilmektedir. Bu dönem 1923 ile 1955 yılları arasında kapsamaktadır.
2. Dönem: 1956 ve 1975 yılları arasında kapsamaktadır. Bu dönemde yazışarak, genel olarak mektupla uzaktan eğitim verilmesi amaçlanmaktadır.

3. Dönem: Teknolojinin gelişmesi ve radyo-televizyonun evlerde yaygınlaşması ile birlikte görsel ve işitsel araçlar yardımıyla uzaktan eğitim dönemi olarak tanımlayabilmekteyiz. Bu dönem 1976 ve 1995 yılları arasında kapsamaktadır.

4. Dönem: Son ve içinde bulunduğumuz döneme baktığımızda hemen hemen her evde internet ve bilgisayar bulunmaya başlamıştır. İyi bir internet hızı ve bilgisayar sayesinde bilgiye ulaşmak çok kolay bir hale gelmiştir ve gelişmeye devam etmektedir. Bu nedenle bu dönemi Bilişim Tabanlı Dönem olarak tanımlayabiliriz. 1996 yılında başlamıştır ve günümüzde hala devam etmektedir.

Online eğitimin 1. ve 2. evrelerinde öğrenci ve öğretmen arasında tek yönlü bir bilgi akışı ve etkileşim görülmektedir. Ancak 3. evrede sürekli olarak öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretmen arasında çift yönlü bir iletişim bulunmaktadır. Bu durum da öğrencinin aklına takılan soruları öğretmene sormasına ve tam bir öğrenme ortamı oluşmasına neden olmaktadır. Online öğretim web tabanlı, sanal sınıflar ile ve bilgisayar destekli öğrenmeyi baz almaktadır. Amaç ilgi odağının tam bir öğrenme olmasını sağlamaktır. Sağlanan tam öğrenme ortamı sayesinde öğrencinin örgün eğitimdeki disiplin ve dikkat ile hatta daha fazlası ile derslere katılımı beklenmektedir. Uzaktan eğitim ile birlikte öğrenciler çok genç yaşlarda bilgisayar ve internet kullanmaya alışmaktadırlar. Bu durum öğrencilerin daha sonraki yıllarda teknolojiye olan alışkanlık ve yatkınlıklarının da artmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca uzaktan eğitim nedeniyle sınıf gibi fiziki ortamlardan kendi bireysel ortamlarına geçiş yapacaklardır.

Uzaktan eğitimde öğrencinin bağımsız olduğunu savunan ve uzaktan eğitimi “bağımsız çalışma” şeklinde tanımlayan Wedemeyer, böylece öğretmen ve öğrencinin zorunlu iş yükünden kurtulacağını, bireysel farklılıkların ortadan kalkacağını iddia etmiştir. Holmberg, uzaktan eğitim alan öğrencilerin ortam kısıtlaması olmaksızın dersi dinlerken daha rahat hareket ettiklerini, gözetim kavramının olmaması nedeniyle başarı düzeylerinin yükseldiğini belirtmiştir (Kırık, 2014).

1.2. Uzaktan eğitimin avantajları;

Esneklik, farklı öğrenme tekniklerinin kullanılmasına olanak tanınması, mesafe kısıtının olmaması, herkese göre bir eğitim sistemine imkân vermesi, maliyet, çok kişiye aynı anda erişim imkânı sunması, zaman esnekliği sağlanması, çevre dostu olması, erişilebilir olması, eğitimin rahat takip edilebilmesi şeklinde sıralanabilir. Dezavantajları ise; güvenlik, herkesin öz disiplininin olmaması, teknik yetersizliklerin eğitimi aksatması, kaliteli bir sistemin geliştirilmesinin zor olması şeklinde sıralanmaktadır.

Uzaktan Eğitimle İlgili Literatür Taraması

Uzaktan eğitim, öğrenme ve öğretme etkinliklerinin birbirinden farklı ortamlarda, zamandan bağımsız yürütüldüğü ve iletişim teknolojilerinin etkin kullanıldığı eğitim sistemidir. Yüz yüze eğitim ise, öğrencilerin aynı ortamda belirli sınırlar dahilinde bilgiler aldığı, eğitim süresince ders ve uygulamalara devam zorunluluğunun olduğu, eğitim öğretim türüdür (Yağmurkaya, 2019).

Uzaktan eğitim teknoloji sayesinde zaman içerisinde değişime uğramış ve uğramaya da devam etmektedir. Geçmişte uzaktaki iki insanın birbirleriyle sesli bir şekilde konuşması bile hayal iken günümüzde dersler görüntülü, sesli ve ekran paylaşımı sayesinde öğretmen ile öğrencinin sunumu birlikte takip edebildiği sanal bir sınıf ortamı oluşturulabilmektedir. Gelecekte teknolojinin daha fazla gelişmesi ile uzaktan eğitimin hibrit modellerle desteklenerek çok farklı evrelerde olması beklenmektedir. Uzaktan eğitimle ilgili dünyada ve ülkemizde gerçekleştirilmiş çok sayıda bilimsel çalışma ve yayın bulunmaktadır.

Babur ve ark., tarafından yapılan çalışmada, 2009-2013 yılları arasında sekiz uzaktan eğitim dergisinde yayınlanan 1233 araştırma; örneklem seçimi, ölçme aracı ve analiz yöntemi açısından analiz edilmiştir (Babur ve ark., 2016)

Yıldırım, Covid-19 süreciyle birlikte hızlıca planlanan uzaktan öğretim döneminin, uzaktan eğitim ve çevrim içi öğrenme arasındaki farklarını ortaya koyan çalışmada, harmanlanmış öğrenme, ekran süreleri, dijital okuryazarlık gibi konular açısından inceleyerek önerilerde bulunmuştur (Yıldırım, 2020).

Pandemi sonrası Türkiye’de uygulanmakta olan uzaktan eğitim sürecine dair öğretmenler, okul yöneticileri, öğrenciler gibi paydaşların sorunlar ve çözüm önerilerine yönelik görüşlerini inceleyen çalışma 137 kişi üzerinde uygulanmıştır (Özdoğan ve Berkant, 2020).

Kahraman, YTÜ Sanat ve Tasarım Fakültesi’nde uygulamalı Temel Tasarım dersini alan 50 öğrenci üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada tarama yöntemi ve tek grup son test modeli kullanmış, elde edilen verileri analiz ederek önerilerde bulunmuştur (Kahraman, 2020).

Dikmen ve Bahçeci (2020), çalışmalarında belge tarama yöntemi ve durum analizi kullanarak Türkiye’de bulunan üniversitelerin ve çalıştıkları kurum olan Fırat Üniversitesi’nin uzaktan eğitim yetenekleri, stratejileri, uygulama biçimleri ve pandemi sürecinde uzaktan eğitime ilişkin durumlarını incelemişlerdir. Karadağ ve Yücel (2020) tarafından 163 üniversiteden 17.939 öğrenci üzerinde gerçekleştirilen anket çalışmasında betimsel testler, t-testi ve ANOVA testleri kullanılarak uzaktan eğitime dair lisans öğrencilerinin memnuniyetleri incelenmiştir.

Fırat ve ark. tarafından (2013), uzaktan eğitimin mühendislik eğitiminde önemi, geleceği ve mühendislik uygulamalarındaki online laboratuvarların kullanımına yönelik gerçekleştirilen çalışmada, dünyada kullanılan örneklerle yer verilmiştir. Altuntaş ve ark. (2020), Türkiye’de ki çeşitli üniversitelerden seçilen 180 öğrencinin uzaktan eğitim deneyimlerine ilişkin algı düzeylerini ölçmek istedikleri çalışmalarından Dijital Okuryazarlık ölçeğini kullanmışlardır.

Turan ve Gürol (2020), bir devlet üniversitesinin çeşitli fakültelerinde öğrenim göre 544 öğrenci üzerinde gerçekleştirdikleri anket çalışmasında çevrim içi ders alan öğrencilerin stres algılarını ve memnuniyet düzeylerini ölçmüşlerdir.

2. MATERYAL VE METOD

Anket, insanların yaşam koşullarını, davranışlarını, inançlarını veya tutumlarını betimlemeye yönelik bir dizi sorudan oluşan bir araştırma materyalidir. Herhangi bir konuda, birden çok insanın görüşlerini ve eğilimlerini öğrenmek amacıyla kullanılan bir veri toplama tekniğidir. Araştırma konusuyla ilgili olan yazılı sorulardan oluşur. Araştırmaya katılan kişilerden bu sorulara açık ve doğru bir şekilde yanıt vermeleri istenir. Alan araştırmalarında en çok kullanılan veri toplama tekniklerinden birisidir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen Anket ile 2019-2020 eğitim öğretim yılının ikinci yarısında ortaya çıkan Covid-19 virüsünün yaratmış olduğu pandemi döneminde uygulanan uzaktan eğitim sistemlerinin öğrenci memnuniyeti açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, başta Kocaeli Üniversitesi olmak üzere birçok farklı okul (Trakya Üniversitesi, Sakarya Üniversitesi, Medipol Üniversitesi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi) ve fakültelerden (Mühendislik Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi...) 200 farklı öğrencinin cevaplarını içermektedir. Ankete katılanlardan %56’sı kadın, %44’ü erkektir. Katılanların %26’sının laboratuvar dersi vardır. Uzaktan eğitim alanların %77’si bilgisayar ile ders takibi yapmakta, %23’ü ise tablet veya telefon gibi mobil cihaz kullanmaktadır. Katılımcılardan %52’si uzaktan eğitimin etkili bir öğrenme metodu olmadığını düşünmektedir. Uzaktan eğitim derslerinin yüz yüze eğitim ile verimlilik açısından kıyaslanması istendiğinde ise %31 oranından verimsiz bulunmakta, %32 oranında eşit derecede verimli bulunmaktadır. Katılımcılardan %37’si kararsızdır. Katılımcıların %42’si uzaktan eğitimde daha başarılı olduğunu söylerken, %38’i kararsız, %20 si daha başarısız olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Katılımcıların %79’u yaşadığı ev/yurt ortamında internete erişebilirken, %21’i ulaşamamaktadır. Katılımcıların %51’i uzaktan eğitim derslerinin işleniş tarzının çekici ve eğlenceli bulmaktadır. %29’u kararsızdır. Katılımcıların %41’i sınava yakın bir zamanda dersleri toplu olarak izlemektedir. %60 oranında ise uzaktan eğitimin kendilerine uyumlu olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada, anket verilerinin detaylı incelenmesinde SPSS programı kullanılmıştır. Veriler değerlendirilirken **hedef değişken** olarak **“Uzaktan eğitim derslerinde daha başarılı oluyorum”** sorusu değerlendirmeye alınmıştır. Verilerin hedef değişken üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Belirlenen hedef/karar değişkeni için diğerlerinin önem derecelendirmesini gerçekleştirilmiş ve **“Uzaktan eğitim dersleri yüz yüze eğitim kadar verimlidir.”** sorusuna verilen cevaplar hedef değişkene

göre birinci derecede yer almaktadır ve anlamlı bir ilişki vardır. Birbirlerini etkilerler. Daha sonra “Cinsiyet” ve “Uzaktan eğitim derslerinin size uygun olduğunuz düşünüyor musunuz?” değişkenleri gelmektedir.

Girilen 200 farklı veriye ait güvenilirlik değeri 0,512 olarak hesaplanmıştır. Bu değer güvenilirlik anlamında değerlendirildiğinde, anket içerisindeki soru veya katılımcı sayısını artırarak güvenilirlik değerinde artış sağlanabilecektir. Uzaktan eğitim derslerinde daha başarılı oluyorum sorusu için basıklık, çarpıklık değerleri hesaplanmış, Sig. (.000,) değerinin 0,05’den küçük çıktığı için normal dağılıma uymadığı görülmüştür. Ancak soruda üç seçenek olmasından dolayı normal dağılıma uymaması beklenen bir sonuçtur. Şekil 1’de analiz sonucu şematize edilmektedir.

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
	Uzaktan eğitim derslerinde daha başarılı oluyorum.	200	100,0%	0	0,0%	200

Şekil 1: Uzaktan eğitim derslerinde daha başarılı oluyorum sorusu için basıklık, çarpıklık değerleri

“Cinsiyet” değişkenine ait T-Testi gerçekleştirilmiştir. İlk Sig. değeri (.304) 0,05’den büyük olarak hesaplandığı için Homojen dağılım koşulunun sağlandığı söylenebilir. Sig. (2-tailed) değeri (.203) > 0,05 olduğu için, “Uzaktan eğitim derslerinde daha başarılı oluyorum.” değişkeninin kadın ve erkeğe göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı söylenebilir.

“Uzaktan eğitim derslerine hangi cihaz aracılığı ile katılıyorsunuz?” değişkenine ait T-Testi sonuçlarına göre İlk Sig. değeri (.364) 0,05’den büyük olduğu için Homojen dağılım koşulunun sağlandığı görülmektedir. Sig. (2-tailed) değeri (.222) > 0,05 olduğu için “Uzaktan eğitim derslerinde başarılı oluyorum.” değişkeninin uzaktan eğitim derslerine telefon ve/veya tabletle bağlananlar ile bilgisayarla bağlananlara göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı söylenebilir.

“Uzaktan eğitim sizce etkili bir yöntem midir?” değişkenine ait T-Testi sonuçlarına göre İlk Sig. değeri (.665) olarak hesaplanmıştır ve 0,05’den büyük olduğu için Homojen dağılım koşulunun sağlandığı söylenebilir. Sig. (2-tailed) değeri (.002) < 0,05 olduğu için, “Uzaktan eğitim derslerinde başarılı oluyorum.” değişkeninin uzaktan eğitimin etkili bir öğrenme yöntemi olduğunu düşünen ve düşünmeyenlere göre anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmektedir.

“Uzaktan eğitim derslerine kaldığınız ev/yurt ortamından katılım imkânınız var mı?” değişkenine ait T-Testi sonuçlarına göre İlk Sig. değeri (.680); 0,05’den büyük olduğundan dolayı Homojen dağılım koşulunun sağlandığı söylenebilir. Sig. (2-tailed) değeri (.206) > 0,05 olduğu için, “Uzaktan eğitim derslerinde başarılı oluyorum.” değişkeninin uzaktan eğitim derslerine kaldıkları ev/yurt ortamından katılım imkânı olan ve olmayanlara göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir.

“Uzaktan eğitim derslerini sınava yakın bir zamanda toplu olarak izliyorum.” değişkenine ait T-Testi sonuçlarına göre İlk Sig. değeri (.411) ve 0,05’den büyük olduğundan dolayı Homojen dağılım koşulunun sağlandığı söylenebilir. Sig. (2-tailed) değeri (.337) > 0,05 olduğu için, “Uzaktan eğitim derslerinde başarılı oluyorum.” değişkeninin, uzaktan eğitim derslerini sınava yakın bir zamanda toplu olarak izleyen ve izlemeyenlere göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir.

“Uzaktan eğitim sisteminin size uygun olduğunu düşünüyor musunuz?” değişkenine ait T-Testi sonuçlarına göre İlk Sig. değeri (.802) 0,05’den büyük olduğu için Homojen dağılım koşulunun sağlandığı görülmektedir. Sig. (2-tailed) değeri (.003) < 0,05 olduğu için, “Uzaktan eğitim derslerinde başarılı oluyorum.” değişkeninin, uzaktan eğitim sisteminin kendilerine uygun olduğunu düşünenler ve düşünmeyenlere göre anlamlı bir şekilde farklılaştığı söylenebilir.

Sig. değerlerini Scheffe ve Turkey testlerine göre incelendiğinde 0,05’den büyük olduklarından, katılımcıların “Uzaktan eğitim dersleri yüz yüze eğitim kadar verimlidir.” sorusuna verilen cevaplar ile

“Uzaktan eğitim derslerinde daha başarılı oluyorum.” sorusuna verdikleri cevaplar ortalamalar açısından farklılaştığı görülmektedir.

Sig. değerlerini Scheffe ve Turkey testlerine göre incelendiğinde 0,05’den büyük olduklarından katılımcıların “Uzaktan eğitim derslerinin işleniş ilgi çekici ve zevklidir.” sorusuna verilen cevaplar ile “Uzaktan eğitim derslerinde daha başarılı oluyorum.” sorusuna verdikleri cevapların ortalamalar açısından farklılaştığı söylenebilir.

3. SONUÇ

Türkiye’de bulunan 6 farklı üniversiteden 200 farklı lisans öğrencisi ile gerçekleştirilen anket çalışmasında uzaktan eğitim uygulamalarına ilişkin duyulan memnuniyet düzeyi incelenmiştir. Çalışmada, 112 (%56) kadın, 88 (%44) erkek katılımcı bulunmaktadır. Katılımcıların 53 (%26,5) tanesinin uygulamalı veya laboratuvar dersi vardır. 147 (%73,5) katılımcının ise herhangi bir uygulamalı veya laboratuvar dersi yoktur. Katılımcılardan 64’ü (%32) uzaktan eğitim derslerinin yüz yüze eğitim kadar verimli olduğu fikrine katıldığını, 74’ü (%37) bu konuda kararsız kaldığını, 62’si (%31) ise bu fikre katılmadığını belirtmiştir. Katılımcıların 121’i (%60,5) uzaktan eğitim sisteminin kendisine uygun olduğunu, 79’u (%39,5) ise kendisine uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde, öğrencilerin uzaktan eğitim sisteminde başarılı olmalarını etkileyen en önemli değişkenlerin “Uzaktan eğitim dersleri yüz yüze eğitim kadar verimlidir”, “Cinsiyet?” ve “Uzaktan eğitim sisteminin size uygun olduğunu düşünüyor musunuz?” sorularına verilen cevaplar olduğu görülmektedir. Uzaktan eğitimde öğrencilerin başarı ve memnuniyetini etkileyen diğer değişkenlere bakıldığında derslerin ilgi çekici ve zevkli olmaması, öğrencilerin kaldıkları ev/yurt ortamından derslere katılım imkanının sınırlı olması ve katılımcıların uygulamalı veya laboratuvar derslerinin olması gibi faktörler listenin alt sıralarında görülmektedir.

SPSS programı aracılığı ile kurulan T-testi ve ANOVA hipotez sonuçlarına göre öğrenci memnuniyeti ve başarısının anlamlı bir şekilde farklılaştığı değişkenlerin “Uzaktan eğitim sizce etkili bir yöntem midir?” ve “Uzaktan eğitim sisteminin size uygun olduğunu düşünüyor musunuz?” sorularına verilen cevaplarda gözlemlendiği söylenebilir. Bu sonuçlar, değişkenler arasındaki tutarlılığı ifade etmektedir. Katılımcılara uzaktan eğitim derslerinin verimliliği, işleniş, derslere katılım şekli ve dersi kayıtlardan izleme oranlarının sınav dönemlerinde artıp artmadığına ilişkin sorular da yönlendirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Uzaktan eğitim dersleri yüz yüze eğitim kadar verimlidir sorusuna katılımcıların %32’si katılıyorum, %31’i ise katılmıyorum yanıtı vermişlerdir. Uzaktan eğitim derslerinin işlenişini çekici ve zevkli bulan katılımcıların oranı %51’dir. Dersleri sınava yakın dönemlerde kayıtlardan izliyorum yanıtı veren katılımcıların oranının %41 olduğu görülmüştür. Katılımcıların %77’si uzaktan eğitim derslerine bilgisayarla, %23’ü ise telefon veya tabletle bağlandıklarını belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda ve gelecek öngörülerinde uzaktan eğitimin hibrit modellerle devamlılığının olacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda, internet erişimi altyapısı seviyesinin artırılması, derslerin daha interaktif hale getirilerek öğrenciyi derse dahil etme çabasının artırılması gerektiği anlaşılmaktadır.

YÖK uzaktan eğitime destek verme amacı ile interneti bulunmayan veya yetersiz kalan yükseköğretim öğrencilerine bu eğitim kurumlarında kullanılmak üzere 6 GB’lık uzaktan eğitime destek kotası uygulamasında bulunmuştur. Yapılan bu uygulama sayesinde öğrencilerin uzaktan eğitim aracılığı ile derslerine katılımında artış yaşanmıştır. Bunlara ek olarak olası bir yeni salgın yükseliş dalgası ihtimaline karşı bu ek kotanın devamlılığı sağlanmalıdır.

4. TARTIŞMA

Yüz yüze eğitimde dahi birçok problemin yaşandığı akademik dünyada, hızlı ve altyapı hazırlıkları tamamlanmamış bir şekilde sanal ve dijital ortamlarda öğrenime geçilmesi beraberinde avantajlarıyla birlikte sorunları da getirmiştir.

Oluşan bu kriz ortamının öğrenciler üzerinde stres ve baskı oluşturmaması, iletişim ve sosyalleşmede yaşanan yetersizlikler, teknik problemler de göz önüne alındığında uygulanan uzaktan eğitim ya da bir

başka isimlendirmeye dijital öğrenme sisteminde verim ve memnuniyet beklenenden düşük düzeyde gerçekleşmektedir.

Bu sürecin yüz yüze eğitimle birlikte uygulanabilirliği öngörüldüğünde;

- Dijital içerik ve görsel materyal kalitesinin etkili ve verimli öğrenmeyi sağlayacak şekilde niteliğinin artırılması,
- Öğretim elemanlarına uzaktan eğitimde öğretme becerilerinin kazandırılmasına dijital ders materyali hazırlama ve kalıcı öğrenme metodlarına yönelik eğitimler verilmesi,
- Üniversitelerin dijital altyapılarının geliştirilmesi, dijital dönüşüm ile bulut bilişim, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi kavramlara yönelik yatırımların yapılması,
- Türkiye'deki her bölge için bilişim ve internet altyapısının geliştirilerek internete erişim sorunlarının ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar yapılması
- Canlı derslerde yaşanan etkileşim ve katılım yetersizliğine yönelik, derslerin senkron takip edilmesine yönelik teşvikin artırılması çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Uzaktan eğitim ülkemizde Açık öğretim sistemi aracılığıyla uzun yıllardır devam etmekte ve teorik derslerin aktarılması açısından kullanışlı olduğu bilinmektedir. Öğrencinin doğrudan malzemelerle, aletlerle, laboratuvarında deney yaparak, çizerek, tasarlayarak çalışmak durumunda olduğu uygulamalı derslerde ise uzaktan eğitim dersleri verimsiz ve yetersiz kalmaktadır. Bunların yanı sıra özellikle mühendislik gibi uygulamalı meslek dallarında stajlar da salgın sürecinde online yapılmaya başlanmıştır. Ancak üretim ya da hizmet ortamının işleyiş ve sorunlarının deneyimlenememesi, uygulama yapılamaması, insan ilişkileriyle birlikte çalışma ortamlarının gözlenememesi sonucu online stajların da öğrenciye katkısının yetersiz olduğu görülmüştür. Uygulamalı meslek dalları için mutlaka karma eğitim modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Dijital öğrenme ve uzaktan eğitim olanakları gelecekte web tabanlı, sanal sınıflı içerik ve teknolojik olanaklarla daha da gelişecek, farklı modellerle desteklenecek ve yaygınlaşacaktır.

KAYNAKLAR

- YILMAZ ALTUNTAŞ, E., BAŞARAN, M., ÖZEKE, B., YILMAZ H. (2020) Covid-19 Pandemisi Sürecinde Üniversite Öğrencilerinin Yükseköğretim Kurumlarının Uzaktan Eğitime Yönelik Stratejilerine ve Öğrenme Deneyimlerine İlişkin Algı Düzeyleri, *Uluslararası Halkla İlişkiler ve Reklam Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 8-23.
- BABUR, A., KİPER A., ÇUKURBAŞI, B. (2016), 2019-2013 Yılları Arasında Uzaktan Eğitim Dergilerinde Yayınlanan Makalelerin Yöntemsel Açısından İncelenmesi, *Sakarya University Journal of Education*, 6(1), 123-140.
- DİKMEN, S., BAHÇECİ, F. (2020), Covid-19 Pandemisi Sürecinde Yükseköğretim Kurumlarının Uzaktan Eğitime Yönelik Stratejileri: Fırat Üniversitesi Örneği, *Turkish Journal of Educational Studies*, 7(2), 78-98.
- FIRAT, M., ATİLA, F., TANYERİ, B., VAROL, Y. (2013), Mühendislik Eğitiminde Uzaktan Eğitimin Kullanılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 73-76.
- KAHRAMAN, M.E. (2020), COVID-19 Salgınının Uygulamalı Derslere Etkisi ve Bu Derslerin Uzaktan Eğitimle Yürütülmesi: Temel Tasarım Dersi Örneği, *Medeniyet Sanat- İMÜ Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 6(1), 44-56.
- KARADAĞ, E., YÜCEL C. (2020), Yeni Tip Koronavirüs Pandemisi Döneminde Üniversitelerde Uzaktan Eğitim: Lisans Öğrencileri Kapsamında Bir Değerlendirme Çalışması, *Yükseköğretim Dergisi*, 10(2), 182-192.
- KIRIK, A. M. (2014), Uzaktan Eğitimin Tarihsel Gelişimi ve Türkiye'deki durumu, *Marmara İletişim Dergisi*, 21, 73-94.
- ÖZDOĞAN, A. Ç., BERKANT, H. G., (2020), Covid-19 Pandemi Dönemindeki Uzaktan Eğitime İlişkin Paydaş Görüşlerinin İncelenmesi, *Milli Eğitim Dergisi*, 49, (1), 13-43.
- SARAÇ, Y. (2020), Üniversitelerde Uygulanacak Uzaktan Eğitime İlişkin Açıklama. <https://www.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2020/universitelerde-uygulanacak-uzaktan-egitime-iliskin-aciklama.aspx>, (Erişim Tarihi: 15.05.21)
- TUNCER, M., TAŞPINAR M. (2008), Sanal Ortamda Eğitim ve Öğretimin Geleceği ve Olası Sorunlar, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 125-144.
- TURAN, Z., GÜROL A. (2020), Eğitimde Acil Bir Dönüşüm: COVID-19 Pandemisi Döneminde Çevrim İçi Ders Alan Üniversite Öğrencilerinin Stres Algıları ve Görüşleri, *HAYEF: Journal of Education*, 17(2), 222-232.

YAĞMURKAYA, Ü. (2019), Türkiye’de Uzaktan Eğitim, Uzaktan Eğitim Çalıştayı Bildiri Kitabı, *Jandarma ve Sahil Güvenlik Akademisi Yayınları*, 34-46.

YAMAMOTO, G. T., ALTUN D. (2020), Coronavirüs ve Çevrimiçi (Online) Eğitimin Önlenemeyen Yükselişi, *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, Cilt 3, Sayı 1, 25-34.

YILDIRIM K. (2020), İstisnai Bir Uzaktan Eğitim-Öğretim Deneyiminin Öğrettikleri, *Eğitim Bilimleri Eleştirel İnceleme Dergisi*, 1(1), 7-15.

Uzaktan Eğitimin Tarihsel Gelişimi, Vikipedi Özgür Ansiklopedi,
https://tr.wikipedia.org/wiki/Uzaktan_e%C4%9Fitimin_tarihsel_geli%C5%9Fimi (Erişim Tarihi: 05.05.21)

WHO, 2005. Global Influenza Preparedness Plan: 6, Available at:
https://www.who.int/csr/resources/publications/influenza/WHO_CDS_CSR_GIP_2005_5.pdf (Erişim Tarihi: 28.03.21)

<https://www.yok.gov.tr/ana-sayfa> (Erişim Tarihi: 19.04.21)

SAC METAL ENDÜSTRİSİNDE TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANS KRİTERLERİNİN AHP İLE ANALİZİ

Burçin DOĞAN

Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makine Mühendisliği Bölümü
burcindogan54@gmail.com

Barış KANTOĞLU

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
bariskantoglu@duzce.edu.tr

Özet

Sac metal, başta otomotiv sektöründe ve diğer bir çok endüstride kullanılan ham maddedir. Arzı kısıtlı bir hammadde olan sac metal üretiminde fire ve hurda miktarlarını minimize edilmesi ve verimliliğin artırılması, başarılı bir tedarik zinciri yönetimi gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı, sac metal sektöründe en önemli tedarik zinciri performans kriterlerinin belirlenmesidir. Bu amacı gerçekleştirmek için çalışmada, tedarik zinciri performans kriterleri, Tedarik Zinciri İşlem Referans (SCOR) Modelinin birinci seviyede süreçleri ve alt süreçleri boyunca Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile analiz edilmiştir. Uygulama, İstanbul Tuzla'daki bir sac metal sektörü firmasında yapılmıştır. Veri toplama süreci, firmadaki tedarik zinciri süreçlerinde görevli olan 4 adet uzmana AHP yöntemi ile oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri yönelti olarak hazırlanan anketi cevaplandırmaları sonucunda gerçekleştirilmiştir. Veriler, Microsoft Excel programı üzerinde işlenerek kriterlerin öncelik sırası belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, en önemli kriterin satın alma ve tedarik departmanında hammadde takibi sürecinde olduğunu göstermiştir. İkinci en önemli kriter ise ürün çıkış hızıdır. Bu kriterin performansını iyileştirmek için otomatik paketleme makinesinin paketleme sürecine dahil edilmesi performansı artıracığı yönünde değerlendirilerek firmaya önerilmiştir. En önemli üçüncü kriter ise, tedarik edilen ham maddenin teslim süresidir. Teslim süresini geliştirmek için tedarikçi seçimi, tedarikçi değişimi gibi unsurların değerlendirilmesi dikkate alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: Analitik Hiyerarşi Prosesi, Tedarik Zinciri İşlem Referans Modeli, Tedarik Zinciri Performans Kriterleri, Sac Metal Sektörü.

ANALYSIS OF SUPPLY CHAIN PERFORMANCE CRITERIAS WITH AHP IN SHEET METAL INDUSTRY

Abstract

Sheet metal is a resource that is being used in various industries, especially automotive. Minimization of scrap and wastage and maximization of efficiency of sheet metal, which is a material with low supply, requires a successful supply chain management. This work aims to define the most important performance criterias in sheet metal industry. In order to reach this target, supply chain performance criterias were analyzed with AHP through the first and sub processes of Supply Chain Operations Reference (SCOR) model. Implementation was carried out in a sheet metal company which based in Tuzla district of Istanbul. Collecting data process was carried out by introducing a survey which was prepared by coupling double AHP matrixes to be scored by 4 different managers who are in charge within supply chain. Priorities were defined while the data was processed by being calculated in Microsoft Excel. The observations indicate that the most important criteria takes place in tracking resources within procurement process. Secondly important criteria is the rapidity of production output. In order to improve this situation, an automatic packaging machine was recommended to the company to be joined to the packaging process while being expected to improve the overall performance. The thirdly important criteria is the deduction of the resource receiving time. To reduce this time, supplier selection or even changing supplier options were decided to be judged.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Supply Chain Operations Reference Model, Supply Chain Performance Criterias, Sheet Metal Industry

1.GİRİŞ

İnsanlık tarihinde çok önemli bir yer tutan Sanayi Devrimi' nin ardından, imalat teknolojisinde ve ulaşımda büyük sıçramalar gerçekleşmiş ve bu gelişmeler toplumların tüketim, kültür-günlük yaşam alışkanlıklarını değiştirecek kadar global çapta etki göstermiştir. Kırsal toplumdaki kent-metropol toplumuna geçişin gerçekleştiği bu dönemde, sanayi kuruluşlarının etkin bir şekilde işleyişini devam ettirmek, hem kamu hem özel sektör, hem de ekonomik çapta küresel rekabet edebilme gücü ve istihdam yaratma açısından stratejik bir yer edinmiştir. Bu sebeple lojistik ve tedarik zinciri yönetimi kavramı ortaya çıkmış ve zaman içerisinde geliştirilmiştir.

Bir tedarik zinciri yönetiminin etkin biçimde gerçekleştirilebilmesi için, başarılı bir performans ölçümü yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada proseslerin başarısını ölçebilmek amacıyla literatürde gerçekleştirilmiş olan modellerden SCOR Model (SupplyChain Operations Reference Model – Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli) kullanılmıştır.

Performans kriterlerini uygularken, SCOR modeli, toplam yönetimi ana süreçler ve alt süreçlere ayırmaktadır. Bu süreçler numarayla isimlendirilmiş olup, birinci seviye, ikinci seviye, üçüncü seviye, dördüncü seviye vd. seviyelere ayrılmıştır. (Banter, 2020) Birinci ve ikinci seviye süreçler, genel tanımda var olmakta olup, üçüncü ve daha aşağıdaki seviyelere inilmesi veya bu seviyelerin içeriğinin belirlenmesi, işletme ve faaliyet gösterdiği sektörün özgün şartlarını ele alarak tedarik zinciri yöneticilerine bırakılmıştır.

Uygulamanın gerçekleştirildiği sektör, firma ve diğer özgün şartlara bağlı olarak, performans kriteri sayısı oldukça artabilmektedir. Bu kriterlerin her birinde aynı anda iyileştirme gerçekleştirebilmek mümkün olmadığından, içlerinden daha büyük öneme sahip olanları belirleyip önceliklendirmek gerekmektedir. Bu seçimi gerçekleştirebilmek için ise, Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) modelinden faydalanılmıştır.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), çok bileşenli ve karmaşık yapıdaki karar verme süreçlerini psikoloji ve matematik bilimlerini kullanarak analiz etme ve gerçekleştirmek amacıyla oluşturulmuş bir yöntemdir. Thomas L. Saaty tarafından ortaya konulmuştur (Saaty, 1986).

AHP, birçok etkenin olduğu durumlarda, belirlenen hedefe en uygun seçimi gerçekleştirebilmek için kullanılan bir methodur. AHP uygulamasının en başında karar verici, problemin ana hatlarını ve bu ana hatlara bağlı alt diğer hatları belirlemek zorundadır. Bu hatlar veya konular, birbirinden bağımsız şekilde değerlendirilebilir olmalıdır. Bu şekilde, konular arasında bir "hiyerarşi" oluşturulmaktadır.

Bu hiyerarşi meydana getirildikten sonra, her bir konu çiftli olarak eşleştirilir ve bu çifti oluşturan her iki konunun, hiyerarşide kendi üstlerinde yer alan başka bir etmene etki düzeyleri karşılaştırılmaktadır. Konular arasındaki bu etkinlik farklarına bir rakamsal değer verilmektedir. Ayrıca, hiyerarşiyi oluşturan tüm bileşenlere rakamsal olarak bir "öncelik değeri" atanmaktadır.

Son aşama olarak, bu rakamsal değerler birbirlerine bağlı olarak değerlendirilirler ve böylece hedefe ulaşmadaki karar verme yol haritası ortaya çıkarılmaktadır.

AHP' nin uygulanabildiği karar verme süreçlerine şöyle örnekler verilebilir;

- **Seçim:** Birçok seçenek arasından seçim yapma.
- **Sıralama:** Birçok seçenek arasında baz alınan duruma göre sıralama yapma.
- **Öncelik Verme:** Seçenekler arasında hedef duruma göre öncelik sırası verme.
- **Arabuluculuk:** İhtilaf konularında tarafların öncelik ve hedeflerine uygun olarak orta bir eylem noktasına karar verme.

Bu çalışmada, sac metal endüstrisinde tedarik zinciri yönetiminin iyileştirilebilmesi adına, SCOR model ve AHP uygulamalarının sentez edildiği bir model ortaya konulmaya çalışılmıştır. Literatürde bu tarz sentez bir çalışma üzerine yapılan araştırmaların kısıtlı olmasından ötürü, bu çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

2.MATERYAL ve METOD

Çalışmanın hazırlanması aşamasında, çalışmada sunulan modele konu olan SCOR model ve AHP uygulamaları hakkında literatür taraması gerçekleştirilmiştir.

SCOR Modeli,1996 yılında Amerika Birleşik Devletleri’ nde Tedarik Zinciri Konseyi tarafından bir tedarik zinciri yönetim standardı olarak geliştirilmiştir. Supply Chain Operations Reference Model (Tedarik Zinciri Operasyon Referans Modeli) ifadesinin kısaltılmış halidir.Bir tedarik zincirinin yönetiminin ne kadar başarılı olup olmadığını ölçebilmek amacıyla ortaya konulan yöntemlerden bir tanesidir.

SCOR modelde performans ölçümünü sınıflandıran metriklerdir. Çeşitli seviyelerden oluşmaktadırlar.

- 1. Seviye metrikler
- 2. Seviye metrikler
- 3. Seviye metrikler

Birinci seviye performans metrikleri,“Stratejik Metrikler” olarak adlandırılmakta olup, genel tedarik zinciri sürecinin performans ölçümünü hedeflemektedirler. Süreç piramidinin en üstünde yer almakta olup, “ana” olarak değerlendirilen ölçümleri gerçekleştirmektedirler

İkinci seviye performans metrikleri,“Proses Metrikler” olarak adlandırılmakta olup, tedarik zincirinin yürütülmesini sağlayan proseslerin ayrı ayrı şekilde performans açısından değerlendirilmesini sağlamaktadırlar. Birinci seviye metriklerin alt kategorisini oluşturmakta olup, birinci seviye metriklerini oluşturan dataları ortaya koymaktadırlar.

Üçüncü seviye performans metrikleri,“Tanı Metrikleri” olarak adlandırılmaktadırlar. Tedarik zinciri boyunca devam eden süreçlerin en alt tabakada tanımlanarak performans ölçümünün gerçekleştirilmesini hedeflemektedirler. İkinci seviye metriklerde belirtilen proses ölçümleri için gerekli olan proses fonksiyonlarının ölçümünü gerçekleştirmektedirler. Böyle ikinci ve daha sonra birinci seviye için gerekli olan performans ölçüm datalarını en alt tabakadan yukarıya doğru iletmış olmaktadır (Pecerska, 2019)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), çoklu karar verme mekanizmalarında kullanılabilir üzere Thomas Saaty tarafından hazırlanmış bir yöntemdir. Seçeneklerin ana kriter ve alt kriterler şeklinde bir hiyerarşi ağacına yerleştirilerek, ikili eşleştirme ve puanlama yöntemiyle öncelikli kriterleri belirlemede kullanılmaktadır.

AHP, uygulamada birkaç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla geçildikten sonra karar verme işlemi sonuca ulaştırılabilir. Bu aşamalar şunlardır (Sharma, 2009) ;

1. Hedefin belirlenmesi
2. Hiyerarşinin ana ve alt hatlar olarak, alternatifleriyle birlikte yerleştirilmesi
3. Her gruptaki konu başlıkları çiftli şekilde eşleştirip değerlendirme
4. Ağırlık oranlarının belirlenmesi
5. Ağırlıklar göz önüne alınarak alternatiflerin değerlendirilmesi

3. UYGULAMA

Bu çalışmada ortaya konulan modelde, bazı kriterler belirlenmiştir. Bu kapsamda;

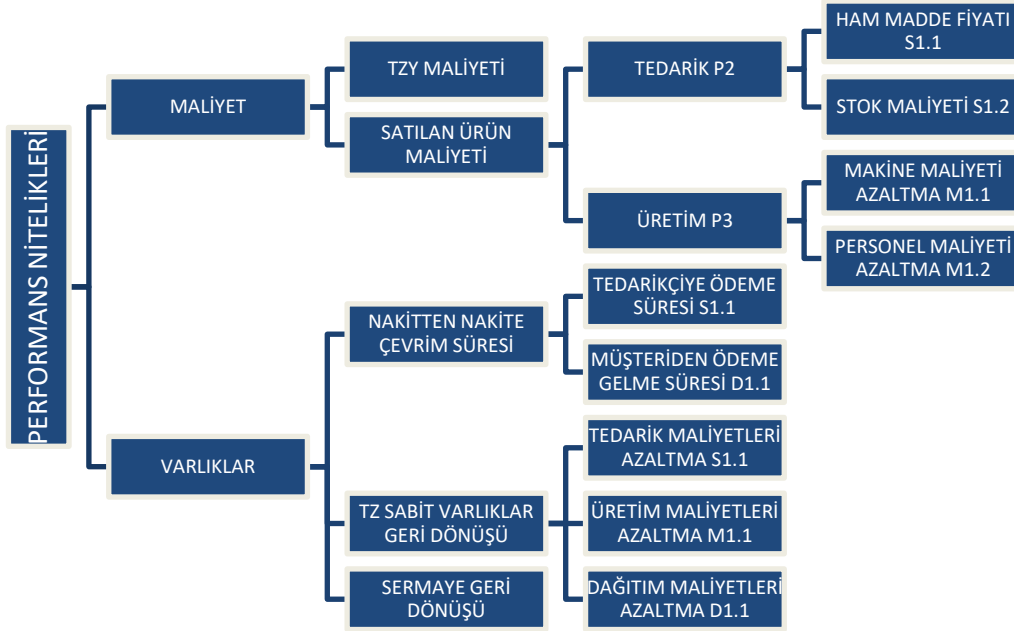
- 5 ana kriter ve 48 alt kriter belirlenmiştir.
- Güvenilirlik, cevap verebilme, esneklik, maliyet ve varlıklar ana kriterleri oluşturmaktadır
- **Güvenilirlik:** Müşterinin işletmeye olan güvenirliliğini belirtmektedir.
- **Cevap Verebilme:** İşletmenin müşteri taleplerini karşılama oranını kast etmektedir.
- **Esneklik:** İşletmenin, müşterilerden plan ve tahmin harici gelen sipariş taleplerinin karşılanabilme oranını belirtmektedir.
- **Maliyet:** İşletmenin tedarik zincirini yönetebilmek için gerçekleştirmiş olduğu ham madde, enerji, insan gücü, imalat, sevkiyat vs. tüm maliyet çalışmalarını kapsamaktadır.

- **Varlıklar:** İşletmenin faaliyet gösterebilmesi için gerekli olan makine, arazi lokasyonu, yardımcı işletmeler vb. tüm altyapı ihtiyaçlarını belirtmektedir.

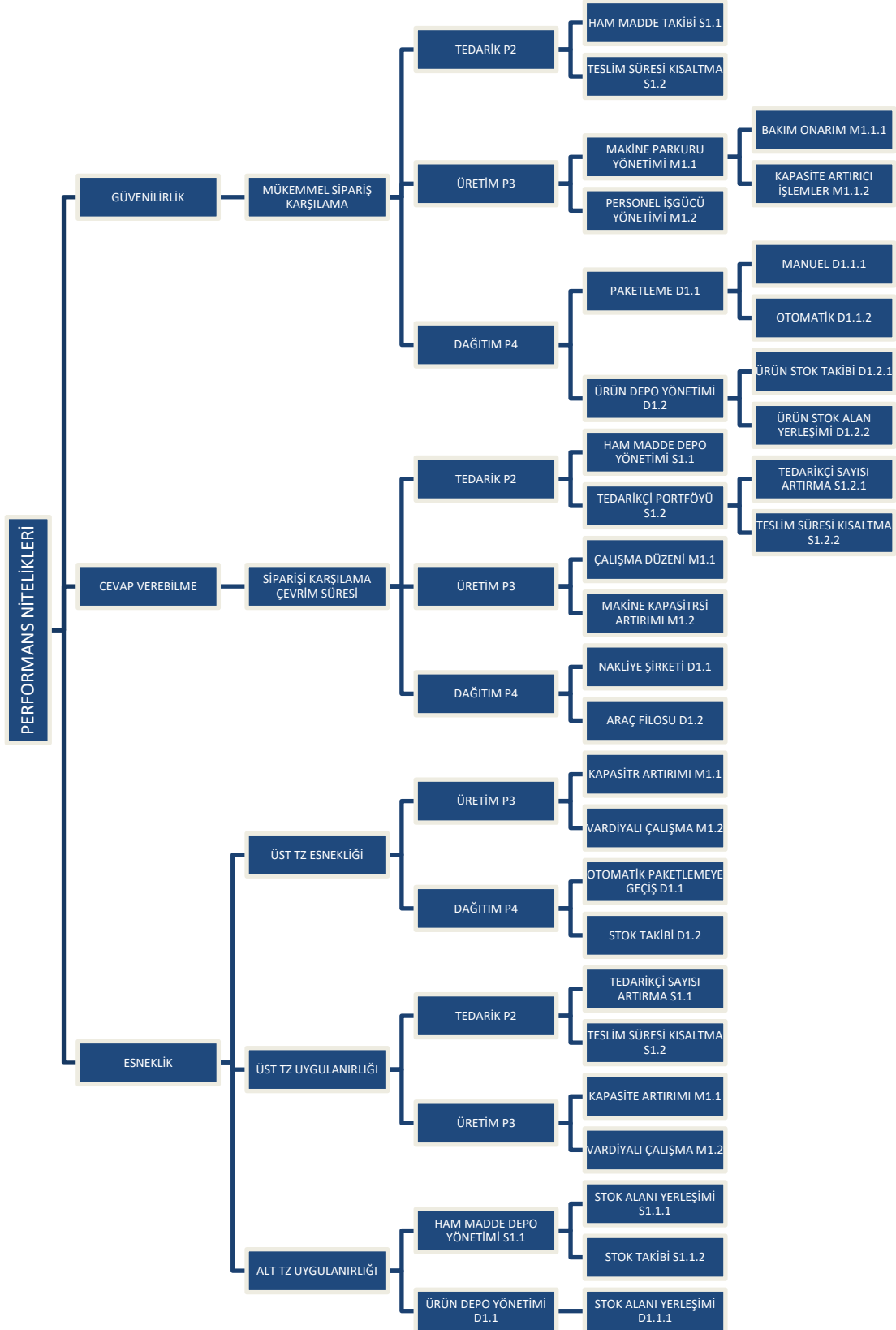
3.1. Kriterlerin AHP Yöntemi ile Modellenmesi

Çalışmanın gerçekleştirildiği işletmede, uygulanmakta olan tedarik zincirinin başarılı olup olmadığına dair niteliksel bir değerlendirme yapılamadığı tespit edilmiştir. Bu tespit üzerine, performans ölçümü yapılabilmesi için, SCOR modelde belirtilen birinci ve ikinci standart seviyelere ek olarak, firma bünyesinde görevli dört ayrı tedarik zinciri yöneticisiyle gerçekleştirilen mülakatlar sonucu üçüncü ve dördüncü seviye kriterler belirlenmiş ve bir hiyerarşi ağacı oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir.

Bu kriterler işletme iç yapısı ve müşteriyle ilişkileri belirleyen kriterler olmak üzere iki parçaya incelenmiştir. Daha sonra kriterlerle oluşturulmuş olan hiyerarşi ağacı, AHP modeliyle değerlendirilmeye alınmıştır.



Şekil 1: İşletme İç Yapısıyla İlgili Performans Metriklerinin Hiyerarşi Ağacında Gösterimi



Şekil 2: İşletme Müşteri İlişkileriyle İlgili Performans Metriklerinin Hiyerarşi Ağacında Gösterimi

3.2. Veri Toplama

Bu literatür çalışmaları ışığında, sac metal endüstrisinde faaliyet gösteren firmada görevli 4 ayrı tedarik zinciri yöneticisiyle beraber SCOR model performans kriterleri, bir AHP hiyerarşi ağacına çevrilmiştir.

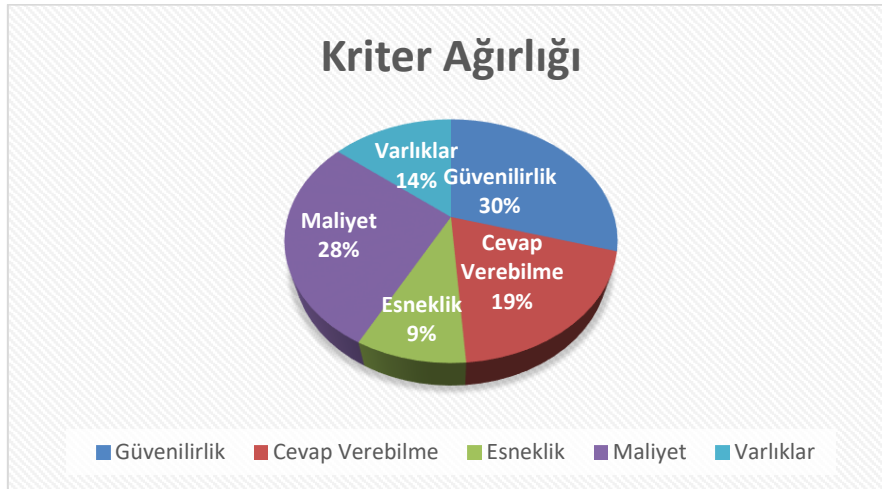
Bu tabloda yerleştirilen kriterler, daha sonra AHP metoduna uygun olarak ikişerli gruplar halinde eşleştirilerek, tedarik zinciri yöneticileri tarafından 1 – 9 puan skalası arasında puanlandırılmışlardır.

Tablo 1: AHP puan sisteminde önem ağırlıkları

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğer faktörden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerler	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değerleridir.

Şekil 1. ve Şekil 2.'de gösterilen hiyerarşi ağaçlarındaki kriterler, Tablo 1'de gösterilen puan skalası içerisinde, dört ayrı tedarik zinciri yöneticisi tarafından ikili eşleştirme yoluyla puanlanmıştır. Elde edilen bu veriler, Microsoft Excel programı üzerinde yazılan modüle işlenerek, AHP literatüründe belirlenen yöntemlere göre öncelik hesaplaması gerçekleştirilmiştir.

Tedarik zinciri yöneticilerinin gerçekleştirdiği puanlamaların Microsoft Excel programında yazılan modüle işlenmesi sonucu aşağıdaki grafik ortaya çıkmıştır;



Şekil 3: Puanlama sonucu ortaya çıkan öncelik pasta grafiği

Bu sonuçlara göre “Güvenilirlik”, %30 ile birinci önceliğe sahip ana kriter olarak ortaya çıkmıştır. Bunu %28 ile “Maliyet”, %19 ile “Cevap Verebilme”, %14 ile “Varlıklar” ve en sonunda %9 ile “Esneklik” takip etmiştir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Oluşturulan grafikler ve sonuç analiz tablolarının değerlendirmeleri sonucu, çalışmada verilmiş olan 5 ana kriter ve 48 alt kriterler arasında öncelikli olanlar belirlenerek, kısa ve orta vadeli olarak müdahale edilecek iyileştirme alanları belirlenmiştir. İşletmenin birinci probleminin müşteri güvenilirliğini artırmak olarak tespit edilmiş ve sipariş karşılama miktarının artırılarak temin süresinin mümkün olduğunca kısaltılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda şu sonuçlara varılmıştır;

- Satın alınan ham maddelerin sınıflandırılmasının yapılması. Böylece tedarikçi listesinin düzgün şekilde tasnif edilebilmesinin önünün açılması.

- Tedarikçi portföyünün oluşturularak çeşitli kriterlerde güncel değerlendirmelerinin yapılması. Temin, maliyet, kalite vb kriterler açısından değerlendirmeler yapılarak genel ya da örneğin maliyet odaklı gibi dönemsel satın alma stratejilerine uygun portföy çeşitlendirmelerinin yapılabilmesi.
- Ham maddelerin konulması için belirli bir ham madde stok alanının belirlenmesi.
- Belirlenecek ham madde stok alanının yerleşim planının oluşturulması.
- Ham maddelerin optimum düzeyde en az alanda en çok olacak şekilde stoklanabilmesi için uygun depolama sistemlerinin araştırılması ve böylece stok maliyetlerinin azaltılması.
- Depolama sistemlerinde gerekli adreslemelerin yapılması. Adresleme ile üretime verilecek ham maddelerin işletme içerisinde hızlıca bulunabilmesi ve hareketlerinin takip edilebilirliğinin sağlanması.
- Üretim parkurundaki makinelerin ürün çıkış hızlarının ve adam/saat değerlerinin ölçümünün yapılması
- Ürün portföyündeki kalemlerin reçetelerinin ve makine rotalarının belirlenmesi.

Bu bölümde belirtilmiş olan müdahalelerle birlikte şu iyileşmelerin yakalanması beklenmektedir;

- Stok maliyetlerinin azalması
- Daha ekonomik şekilde daha kaliteli ham madde tedarigi
- Ürün çıkış süresinin azalması
- Ürün çıkış miktarının artması ve mükemmel sipariş karşılama oranının artması
- Sipariş onayında belirtilen şartlara uyumun artırılarak müşteri genel memnuniyetinin artması ve müşteri sadakati yakalanması

Bu çalışma, SCOR model ve AHP uygulamasının sentez şekilde bir araya getirildiği ve literatürde benzer çalışmaların az olduğu bir model ortaya koymayı hedeflemektedir. Çalışmada AHP yöntemi uygulanırken, puanlamanın görevli insanlar tarafından gerçekleştirildiği ve bu puanlamanın, tamamen objektif bir değerlendirme olamayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmada belirtilen modele ek olarak, gelecekte, tarafsızlık sorunun ortaya koyduğu belirsizliği minimize etmek adına, “Bulanık AHP” yönteminden faydalanılabilir.

KAYNAKLAR

- GIRJATOVICS, A. , SHEKAR, S.S. , KUZNACEVA, O. , PECERSKA, J. , “*Simulation and SCOR: Performance metrics integration to supply chain performance measurement,*” in *60th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University, ITMS 2019 - Proceedings*, Oct. 2019, doi: 10.1109/ITMS47855.2019.8940657.
- BANTER, “*Keeping SCOR of Your Supply Chain / Logistics Viewpoints.*”<https://logisticsviewpoints.com/2010/09/29/keeping-scor-of-your-supply-chain/>
- BHAGWAT, R. and SHARMA, M. K. , “*An application of the integrated AHP-PGP model for performance measurement of supply chain management,*” *Prod. Plan. Control*, vol. 20, no. 8, pp. 678–690, Dec. 2009, doi: 10.1080/09537280903069897.
- SAATY, T.L. , “*Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process,*” *Manage. Sci.*, vol. 32, no. 7, pp. 841–855, Jul. 1986, doi: 10.1287/mnsc.32.7.841

KURAL TABANLI BULANIK MANTIK İLE AKADEMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Ali Tuna Dinçer

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı
alitudincer@gmail.com, (ORCID:0000-0002-6161-831X)

Mehmet Yıldırım

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
myildirim@kocaeli.edu.tr (ORCID:0000-0003-1676-1560)

Özet

Bu çalışmada, akademik performans değerlendirme için kural tabanlı bulanık mantık kullanan bir performans değerlendirme sistemi önerilmektedir. Gelişen iş hayatı ve bu gelişimin beraberinde getirdiği rekabetçi ortamla birlikte performans ölçümü kavramı daha fazla önem arz etmektedir. Buradan yola çıkarak, günümüzde tüm kurumlar ürettikleri ürünün veya vermiş oldukları hizmetin kalitesini, makinelerinin ve çalışanlarının performansını ölçme gereksinimi duymaktadır. Makinelerin performansını ölçmek için klasik matematiksel yöntemler yeterli olurken, insan faktörünün var olduğu bir ortamda değerlendirme yapılırken matematiksel yöntemler ölçümün tam doğruluğu açısından eksik kalabilmektedir. İnsanı karmaşık yapısıyla birlikte düşünerek bir performans ölçümü yapılması ve bu değerlendirmede daha esnek karar verebilen yöntemlerin kullanılması kaçınılmazdır. Keskin rakamlar ve kriterler kullanmak yerine dilsel ifadelerin kullanılması bir akademisyenin performansının değerlendirmesinde daha insani olacaktır. Bu çalışmada örnek olarak, Türkiye yükseköğretiminde yer alan bir üniversitemizin bir fakültesinde çalışmakta olan 43 öğretim üyesinin ve bu öğretim üyelerinin ait oldukları bölümlerin performansları değerlendirilmiştir. Performans değerlendirmesinde öğretim üyelerinin faaliyetleri; araştırma, eğitim-öğretim ve yönetsel faaliyetler olarak gruplara ve alt gruplara ayrıştırılmış olup, her bir grup için değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmede, her bir öğretim üyesinin faaliyet gruplarında yer alan çalışmaları puanlandırılmış, bu puanlar bölüm ve fakülte başarısı ile kıyaslanarak bulanık çıkarım yapılmış ve öğretim üyelerinin performansları belirlenmiştir. Böylece, önerilen yöntem ile öğretim üyelerinin ve bölümlerin performansları sahip oldukları puanlardan, ait oldukları bölümlerden ve fakültelerden bağımsız bir şekilde dilsel olarak ifade etme olanağı doğurmakta, karar vericilerin karar alma süreçlerini kolaylaştırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akademik performans, Akademik başarı, Bulanık mantık, Performans değerlendirme.

RULE-BASED FUZZY LOGIC AND ACADEMIC PERFORMANCE EVALUATION

Abstract

In this study, a performance evaluation system using rule-based fuzzy logic is proposed for academic performance evaluation. With the developing business life and the competitive environment brought about by this development, the concept of performance measurement becomes more important. Based on this, today all institutions need to measure the quality of the product they produce or the service they provide, and the performance of their machines and employees. While classical mathematical methods are sufficient to measure the performance of machines, mathematical methods may be incomplete in terms of exact accuracy of the measurement when evaluating in an environment where there is a human factor. It is inevitable to make a performance measurement by considering the human with its complex structure and to use methods that can make more flexible decisions in this evaluation. Using linguistic expressions rather than using crisp numbers and criteria will be more humane in evaluating an academic's performance. As an example in this study, performance of 43 faculty members working in a university located in higher education of Turkey and performance of the departments they belong to are evaluated. In the performance evaluation, the activities of the faculty members were divided into groups and subgroups as research, education and administrative activities, and an evaluation was made for each group. In the evaluation, the works of each faculty member in the activity groups were scored, fuzzy

inference was made by comparing these scores with the success of the department and faculty and the performances of the faculty members were determined. Thus, with the proposed method, the performances of faculty members and departments create the opportunity to express them independently from their scores, departments and faculties, and facilitate decision-making processes of decision-makers.

Keywords: Academic performans, Academic Success, Fuzzy logic, Performance evaluation

1. GİRİŞ

Hızla gelişen teknoloji yaşamın her noktasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu kolaylıklardan; sanayi üretiminden tarıma, turizmden eğitime varan geniş bir ölçekte söz edilebilir. Bu kadar geniş bir yelpazede gelişen ve gittikçe büyüyen işletmelerde ve eğitim kurumlarında verilen hizmetin ne kadar etkili olduğunu ölçme gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Hızına yetişilemeyen bir rekabet ortamında, diğer kurumların hizmet kalitesini ve verimini sürekli artırmaları neticesinde, bu parametrelerin ölçülmesi özellikle de çalışanların performansının belirlenmesi ve geliştirilmesi zorunlu hale gelmektedir. Böylece, kalite ve performans parametrelerindeki negatif dalgalanmaların önüne geçilebilir ve sürekli gelişim hedefleri tutturulabilir olmaktadır.

Genel anlamda performans; bir işin, işle ilgili tüm süreçlerin ve işi yürüten kişilerin amaçlar, sonuçlar, kullanılan kaynaklarla ilgili nicel veya nitel olarak ulaştığı sonuçlar olarak tanımlanabilir (Güran, 2005). Performans değerlendirme, performans standartlarının oluşturulması, performans değerlendirme süreci içinde değerlendiricilerin değerlendirmeyle ilgili tutumları, performans derecelendirmesinin belirlenmesi ve bu derecelendirmenin değerlendirilene iletilmesi de dahil olmak üzere tüm prosedürü ifade eder (Erdoğan, 2002). Barutçugil (2002) performans değerlendirmesini, bireyin görevindeki sürdürülebilir başarısını, iş ortamındaki tutum ve davranışlarını ve özelliklerini bütünleyen ve çalışanların iş ortamına yaptığı katkıyı değerlendirme yöntemi olarak açıklamaktadır.

Hayatımızın her alanının tahminimizin ötesinde artan bir hızla değiştiği bu dönem araştırmanın ve bilimselliğin yapı taşı olan yükseköğretim kurumlarını da etkilemektedir. Üniversiteler de böylesine rekabetçi bir ortamda, üzerine düşen payı alarak kurumu her geçen gün daha da geliştirme misyonunu yüklenmektedirler. Eğitim sisteminin son kademesi konumunda olan, toplumun bilim üretme ve bilimsel üretkenlik sağlama konusunda en saygın kurumu olan üniversiteler bilim ve teknolojinin ışığında gelişimin merkezi olma rolünü üstlenmektedirler. Bu özelliklerin bir toplumda var olabilmesini sağlamanın yani nitelikli insan gücünü karşılayabilmenin anahtarı akademik personelin günümüz koşullarına göre değerlendirilmesinden geçmektedir. Bir başka deyişle, üniversitelerde nitelikli öğretim elemanlarının varlığı sistemli ve geçerli bir değerlendirme sistemine bağlanmaktadır.

Performans değerlendirme kavramı sürekli kontrol etme ve sert bir tutumun aksine yapıcı bir şekilde sürekli gelişimi hedef alan bir yaklaşımdır. Bunu yaparken personel başarısını, yeterliliklerini ve gelişimini en üst düzeyde tutmayı amaçlamaktadır. Toplumsal hayattaki değişim nedeniyle üniversitenin kurum olarak işleyişini sürdürmek, bilimsel yayınları ve eğitimin kalitesi açısından gelişimi ve rekabet ortamından başarılı bir şekilde çıkmak için performans değerlendirmesi elzemdir.

Torağay ve Arıkan (2015), çalışmalarında bir mühendislik fakültesinin akademik performansını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan kriterler Delfi metodu ile belirlenmiştir. Ardından, TOPSIS yöntemi kullanılarak fakülte içerisindeki bölümlerin akademik performansları; “öğrenci sayısı, öğretim elemanı sayısı, SCI makale sayısı, yıllık bütçe, not ortalaması, proje sayısı, sempozyum sayısı, mezun olamayan öğrencilerin yüzdesi, bölümü ortalama bitirme süresi, mezun lisansüstü öğrenci sayısı, haftalık ders saatleri ve eğitim alanları” gibi kriterler kullanılarak sıralanmıştır.

Hamurcu ve Eren (2019), akademik teşvik tabanlı bir performans değerlendirme yöntemi önermişlerdir. Önerdikleri bu modelde akademik teşvik puanlarını baz alarak çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmışlardır. Akademik faaliyetleri; proje, araştırma, yayın, tasarım, sergi, patent, atıf, tebliğ ve ödül ana başlıkları altında incelemişlerdir. 1046 akademisyenin performanslarını incelemişlerdir. Bunların

sonucunda, fakültelerin bölümlerini ve fakülteleri akademisyenlerinin akademik teşvik tabanlı başarılarına göre sıralamışlardır.

Ertuğrul (2006), yapmış olduğu çalışmada, akademik performans kavramının içerdiği belirsizlikler ve öznel ölçütler nedeniyle bir bulanık mantık problemi olarak düşünüp çözüm üretmeyi hedeflemiştir. Öğretim üyeliği kadrolarına başvurma atama ve yükseltme yönergesine göre öğretim üyeleri puanları oluşturulmuş, bölüm içerisindeki standart sapma ve ortalama değerleri oluşturulmuş, ardından dilsel değişkenler olan çok yetersiz, yetersiz, normal, başarılı ve çok başarılı değerleri belirlenmiştir. Oluşturulan bulanık sistemde kural tabanı kullanılmamış olup minimumların maksimumu yöntemi ile çıkış bulanık değerleri elde edilmiş ve ardından durulandırma yapılmıştır. Ayrıca, Kaptanoğlu ve Özok (2006), Gür ve Yıldız (2017) ise yılında akademik performans değerlendirmesi yapmak amacıyla çalışmalarında bulanık mantık kullanmışlardır.

Literatürde akademik performans değerlendirmesiyle ilgili yapılmış olan çalışmalarda, bir dereceye kadar bulanık mantık sistemi kullanılmış olup herhangi bir kural tabanlı çıkarım yapıldığına rastlanılmamıştır. Yapmış olduğumuz bu çalışmada; bulanıklaştırma, kural tabanı, bulanık çıkarım ve durulandırmayı kapsayan tam bir bulanık sistem tasarımı gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, akademik performans değerlendirme için kural tabanlı bulanık mantık kullanan bir performans değerlendirme sistemi önerilmektedir. Performans değerlendirmesinde öğretim üyelerinin faaliyetleri; araştırma, eğitim-öğretim ve yönetsel faaliyetler olarak gruplara ve alt gruplara ayrıştırılmış olup, her bir grup için değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmede, her bir öğretim üyesinin faaliyet gruplarında yer alan çalışmaları puanlandırılmış, bu puanlar bölüm ve fakülte başarıları ile kıyaslanarak bulanık çıkarım yapılmış ve öğretim üyelerinin performansları belirlenmiştir.

2. AKADEMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirme kavramından, bir birey veya örgütün paydaşlarının o örgütsel yapı içerisinde başarılı ve başarısız yönlerinin sistematik olarak belirlenmesi olarak söz edilebilir. Örgütsel yapının kusursuza yakın bir şekilde başarısının devamlılığına katkıda bulunan performans değerlendirme, genellikle bir değerlendiricinin ya da bir yazılımın, koyulan kurallar çerçevesinde yürüttüğü ölçme işlemidir. Yöneticiler, kurumlarının başarıya ya da başarısızlığa giden yolda kilit noktada bulunan çalışanlarının performanslarını belirleme ve bu göstergeler doğrultusunda kararlar vermek durumundadırlar.

Diğer bir yandan yöneticiler, çalışan ücretlerini belirleme, terfi ve işten çıkarma gibi yönetsel birtakım kararlar alırken personelinin performansını sistematik bir şekilde değerlendirerek olası hatalardan kaçınmayı hedeflemektedirler. Çalışanlarının eksik olduğu noktaları bilmek ve performansı en üst düzeyde tutmak adına hizmet içi eğitimler düzenlemek mecburiyetindedirler. Bu noktada da performans değerlendirme onların işlerini büyük oranda kolaylaştırmaktadır (Şahin ve Çalışkan, 2018). Akademik performans değerlendirme kriterleri küçük değişiklikler olmakla beraber temel olarak çoğu ülkede aynı esaslara dayanmaktadır (Esen, 2015).

Öğretim elemanlarının akademik performansının değerlendirilmesi ile ilgili literatür çalışmalarında, akademisyenin verdiği dersler, yönettiği tezler, akademik olarak yaptığı çalışmalar (kitap, makale, bildiri vb.), akademik geçmişi boyunca aldığı atıflar, tamamlamış olduğu projeler, kurum içindeki yönetsel faaliyetleri veya kurum dışında topluma hizmet noktasında verdiği hizmetler gibi geniş bir yelpazede değerlendirmeden bahsedilmektedir. Genel anlamda kategorilerden bahsedecek olursak, bir öğretim elemanının performans kriterleri içinde en önemlileri araştırma, eğitim-öğretim, yönetsel ve topluma hizmet ana başlıkları altında gruplanabilir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) performans değerlendirmede akademisyenler geleneksel olarak araştırma, öğretim ve hizmet alanları açısından değerlendirilir, fakat bunlardan akademisyene daha büyük puan getirecek olanı yayın yapmak olarak görülmektedir (Huber, 2002). ABD'nde yükseköğretimin temel taşı olan akademisyenler araştırma yapmakla özdeşleştirilmiştir. Bu kategoriyi eğitim-öğretim faaliyetleri takip etmekte ve son olarak hizmet kategorisi gelmektedir. Bir başka örnek göstermek gerekirse, Alman yükseköğretim kurumlarında da ABD'ye benzer bir şekilde Ar-ge

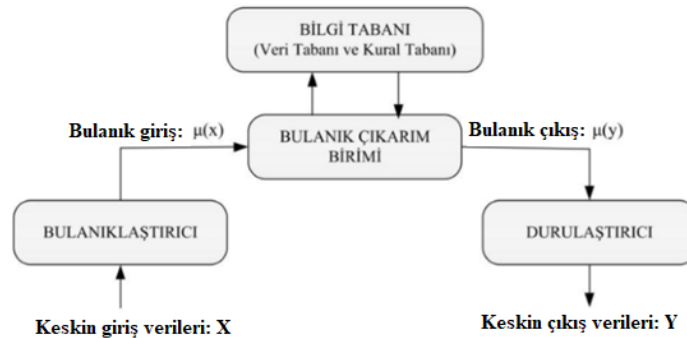
faaliyetleri en üst sıralarda bulunmaktadır. İngiltere örneğinde ise araştırmacıların akademik hayatlarında yapmış oldukları araştırmaların ve yayınların kalitesine önem verilmektedir. Bunu yaparken akademik unvan yükselmelerdeki olabilecek haksız yükselişlerin önüne geçmek hedeflenmektedir (Köksoy, 2000). Yayın sayıları ve akademisyenin aldığı atıflar bize onun başarısı hakkında büyük ipuçları verebilir. Fakat bir akademisyenin çok fazla bilimsel yayını olması iyi bir akademisyen olduğunu göstermede tek başına yeterli olmayabilir. Diğer yandan alınan atf sayıları da farklı bilimsel disiplinlere göre değişim gösterdiği için bu faktörler tek başına doğru, etkili bir sonuç açısından faydalı olamazlar (Ertekin, 2014). Buradan yapabileceğimiz çıkarım her disiplinde doğruluğu tartışmasız, esnek ve kaliteli bir ölçüm yönteminin geliştirilmesi gerekliliğidir. Bu çalışma ile önerilen bulanık mantık ile performans değerlendirme sisteminin bu esnekliği ve doğruluğu sağlayacağı düşünülmektedir.

3. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık; matematiksel olarak modellenemeyen, eksik bilgi içeren veya insan davranışı gibi klasik mantıkla modellenememesi zor veya mümkün olmayan problemlere esnek çözümler getirebilen bir yaklaşımdır. Endüstriyel süreçlerde, üretim süreçlerinde, performans sistemlerinde ve bunun gibi birçok alanda ucuz, esnek, kolay ve anlaşılır modellemeler ile çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, bunun için süreçlerin yani sistemin tüm özelliklerinin ve sisteme ait tüm verilerin bilinmesi gerekmektedir ancak çoğu zaman bu sağlanamamaktadır. Bu nedenle, bulanık mantık iyi tanımlanmamış, değişken veya eksik veriye sahip sistemlere büyük bir çözüm ışığı olabilmektedir. Tam ve kesin olmayan verilerle modelleme yaparak doğru ve tutarlı kararlara ulaşmak bulanık mantığın temel amacıdır. Bulanık mantık kullanılan bir sistem insanın anlayabileceği dilsel değişkenlerle çalışmaktadır. Bulanık Mantığın özellikleri 1965 yılında Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir: Kesin değerlere dayalı düşünme yerine, yaklaşık değerlerle düşünme bulanık mantığın temel prensibidir. Bulanık mantıkta veriler az, çok veya kolay, orta, zor gibi dilsel değişkenlerle ifade edilir. Bulanık çıkarımlar, dilsel ifadeler ile tanımlanmış kural tabanı aracılığıyla yapılır (Zadeh, 1965).

Bulanık mantığın kullanımının gün geçtikçe arttığı gözlenmektedir. Örnek olarak; Subaru, Honda ve Nissan marka otomobillerin bulanık mantık ile çalışan otomatik vitesli araçları bulunmaktadır. Bir başka yaygın kullanım alanı da tüm insanlığın kullanımında olan beyaz eşya sektörüdür. Bulanık mantık ile kontrol edilen çamaşır makineleri çamaşırın kirlilik derecesine göre deterjan miktarı, su miktarı ve suyun sıcaklığı gibi ayarlamaları otomatik olarak kural tabanı aracılığıyla yapmaktadır. Bunun yanında, bulanık mantık fotoğraf makinelerinde, video kaydedicilerde, fren sistemlerinde de kullanılmıştır.

Şekil.1’de bulanık mantık kullanan bir sistemin yapısı gösterilmektedir. Sistemin girişleri insan uzman tarafından oluşturulmuş olan bulanık kümeler kullanılarak bulanıklaştırılmaktadır. Bulanıklaştırma ile girişin sayısal değerleri sıcak, soğuk, ağır gibi dilsel değerlere dönüştürülmektedir. Yine insan uzmandan alınmış bilgi ve tecrübeler if-then kuralları şeklinde bir kural tabanında saklanmaktadır. Çıkarım mekanizması, kural tabanındaki kuralları kullanarak, sistemin giriş ve çıkışındaki bulanık kümeler arasında eşleştirme yaparak bulanık çıkış değerlerini belirlemektedir (Mouzouris ve Mendel, 1997). Üretilen bulanık çıkışlar durulandırma birimi ile tekrar sayısal değerlere dönüştürülür.



Şekil 1. Bulanık sistemin yapısı

4. BULANIK SİSTEM İLE PERFORMANS DEĞERLENDİRME UYGULAMASI

Uygulama olarak, Türkiye yükseköğretiminde yer alan bir üniversitemizin bir fakültesinin 4 bölümünde çalışmakta olan 43 öğretim üyesinin ve bu öğretim üyelerinin ait oldukları bölümlerin performansları değerlendirilmiştir. Performans değerlendirmesinde öğretim üyelerinin faaliyetleri; araştırma, eğitim-öğretim ve yönetsel faaliyetler olarak gruplara ayrıştırılmış olup, her bir grup için değerlendirme yapılmıştır (Tablo.1). Değerlendirmede, her bir öğretim üyesinin faaliyet gruplarında yer alan çalışmaları, üniversiteye ait öğretim üyesi atama ve yükseltme kriterleri yönergesi esas alınarak puanlandırılmış, bu puanlar bölüm ve fakülte başarısı ile kıyaslanarak bulanık çıkarım yapılmış ve öğretim üyelerinin performansları belirlenmiştir.

Öncelikle, tüm öğretim üyelerinin tüm kategorilerdeki faaliyet puanları hesaplanmaktadır. Örneğin, 4 adet SCI, SCI-E, SSCI veya AHCI indeksi kapsamındaki makalesi (bundan sonra “SCI makale” olarak kullanılacaktır) olan bir öğretim üyesinin bu kategorideki puanı, yönergede belirtilen SCI makale birim puanı ile öğretim üyesinin sahip olduğu SCI makale sayısının çarpılması sonucu elde edilmektedir.

Bir bölümde yer alan tüm öğretim üyelerinin puanlarının hesaplanmasını takiben, yine tüm faaliyet türleri için bölümlerin minimum puanları, ortalama puanları ve maksimum puanları atanmaktadır. Herhangi bir bölümün minimum puanı belirlenirken, o bölümde görev alan tüm öğretim üyeleri arasından en küçük puana sahip öğretim üyesinin puanı minimum puan olarak atanmaktadır. Buna benzer şekilde, bir bölümün maksimum puanını belirlerken de o bölümde görev yapan tüm öğretim üyeleri arasından en yüksek puana sahip olanın puanı maksimum puan olarak atanmaktadır. Ortalama puan olarak da o bölümdeki tüm öğretim üyelerinin o faaliyet türündeki puanlarının ortalaması olarak atanmaktadır.

Bölümlerin puanlarının hesaplanmasıyla beraber fakültenin de minimum, ortalama ve maksimum puanları aynı yolla hesaplanmaktadır. Tablo.2’de, “Kişi-5” etiketli öğretim üyesinin tüm faaliyet türleri için hesaplanan puanları, bölüm ve fakülte minimum, ortalama ve maksimum puanları örnek olarak verilmektedir.

Tablo 1. Öğretim elemanlarının faaliyet grupları

	Araştırma	Puan	Eğitim-öğretim	Puan	Yönetsel ve hizmet	Puan
	Faaliyet Türü	- SCI, SCI-E, SSCI veya AHCI indeksi kapsamındaki makaleler	40	- Verdiği Dersler		- Rektör Yardımcısı
- Diğer makaleler		10	-Ön lisans / Lisans	1	- Dekan	20
- Kitaplar		60	-Lisansüstü	2	- Dekan Yardımcısı	15
- Bildiriler		10	- Tamamlattığı Tezler		- Bölüm Başkanı	15
- Wos atıf sayısı		4	-Yüksek Lisans	5	- Bölüm Başkan Yardımcısı	15
- Proje		20	-Doktora	10	- Anabilim Dalı Başkanı	15
- Ödül		100			- Daire Başkanı	20
					- Enstitü Müdürü	20
					- MYO Müdürü	20
					- Komisyon Üyeliği (Rektör Ataması)	10
				- Komisyon Üyeliği (Dekan Ataması)	5	
				- Fakülte Yönetim Kurulu Üyeliği	5	
				- Fakülte Kurulu Üyeliği	5	
				- Senato Üyeliği	10	

Tablo 2. “Kişi-5” etiketli öğretim üyesinin tüm faaliyet türlerindeki puanları ile bölüm ve fakülte minimum, ortalama ve maksimum puanları

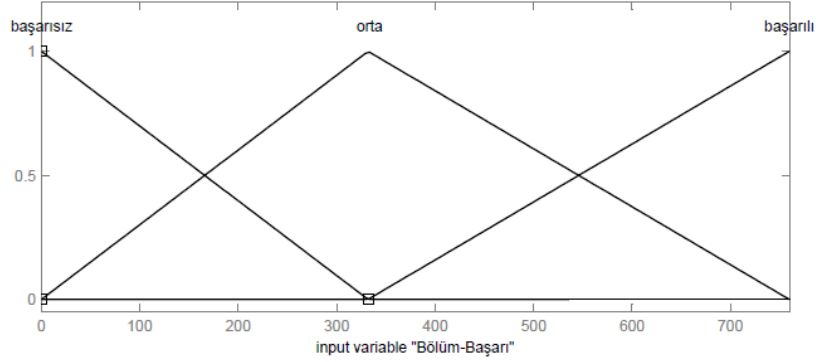
Öğretim Üyesi	Faaliyet Türü	Öğretim Üyesi Puanı	Bölüm			Fakülte		
			Bölüm Minimumu	Bölüm Ortalaması	Bölüm Maksimumu	Fakülte Minimumu	Fakülte Ortalaması	Fakülte Maksimumu
Kişi-5	<i>Araştırma</i>							
	SCI	400	0	332	760	0	531	3160
	Diğer Dergiler	80	0	97	330	0	89	360
	Kitap	15	0	64	320	0	36	320
	Bildiri	400	0	475	830	0	475	1470
	Wos Atf	772	0	329	1520	0	1612	29048
	Proje	30	0	40	170	0	47	340
	Ödül	0	0	30	240	0	18	240
	<i>Eğitim-Öğretim</i>							
	Tamamlattığı Tezler	140						
	Verdiği Dersler		38	56,3	140	18	70,55	180
	<i>Hizmet</i>							
Aldığı Görevler	55	10	29,5	55	0	32,99	100	

Şekil.2 ve Şekil.3'te, “A” bölümünde görev yapan “Kişi-5” etiketli öğretim üyesi ve araştırma ana başlığı altındaki “SCI makale” faaliyet türünden yola çıkarak oluşturulan bölüm ve fakülteye ait bulanık girişler sırasıyla görülmektedir. Şekildeki “Bölüm-Başarı” bulanık girişi, “Kişi-5” etiketli öğretim üyesinin görev yaptığı kendi “A” bölümü içerisindeki başarısının hesaplanması için oluşturulmuştur ve sadece “SCI makale” faaliyet türü içindir. “Bölüm-Başarı” bulanık değişkeni “başarısız”, “orta” ve “başarılı” olmak üzere üç bulanık küme içermektedir ve her bir küme üçgen üyelik fonksiyonu ile temsil edilmektedir. “başarısız” kümesini temsil eden üçgen üyelik fonksiyonunun tepe noktası bölüm minimum puanı olan 0’da, “orta” kümesini temsil eden üçgen üyelik fonksiyonunun tepe noktası bölüm ortalama puanı olan 332’de, “başarılı” kümesini temsil eden üçgen üyelik fonksiyonunun tepe noktası bölüm maksimum puanı olan 760’da yer almaktadır. Şekil.3’te gösterilen “Fakülte-Başarı” bulanık girişi de aynı öğretim üyesinin aynı faaliyet türü için, görev yaptığı fakülte üzerindeki başarısının hesaplanması için oluşturulmuştur. “başarısız” kümesine ait tepe noktası fakülte minimum puanı 0’da, “orta” kümesine ait tepe noktası fakülte ortalama puanı 531’de, “başarılı” kümesine ait tepe noktası fakülte maksimum puanı 3160’da yer almaktadır.

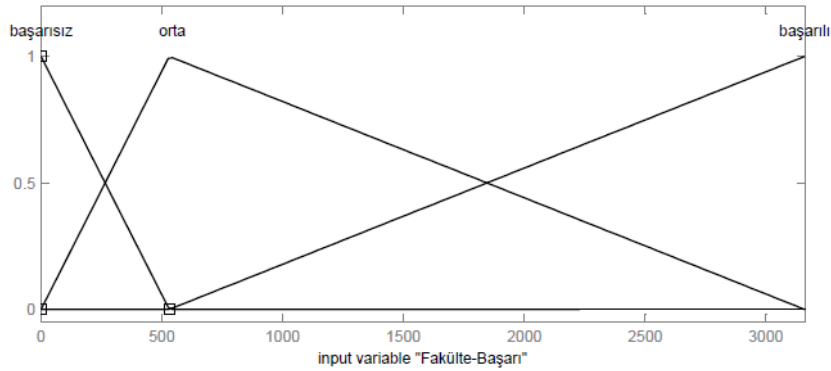
Çıkış bulanık değişkeni olan ve öğretim üyelerinin performansını ifade etmek için kullanılan “Kişi-Başarı” değişkeni 5 bulanık kümeden oluşmaktadır ve bu kümeler “çokbaşarısız”, “başarısız”, “orta”, “başarılı” ve “çokbaşarılı” olmak üzere beş dilsel ifadeyle temsil edilmektedir (Şekil.4). Her bir kümeyi temsil eden üyelik fonksiyonunun tepe noktası sırası ile 1,2,3,4 ve 5 değerlerinde sabit olarak konumlanmaktadır. Bu, öğretim üyelerinin performansını, her bir faaliyet türünde faaliyet sayısından veya puanından bağımsız olarak ve görev aldığı bölüm veya fakülte puanlamasından bağımsız olarak ölçmeyi sağlamaktadır. Bilindiği üzere, birçok üniversite atama ve yükseltme yönergesinde farklı fakülte veya branşlar için farklı puanlama kriterleri uygulamaktadır. Önerdiğimiz bu çalışma ile, öğretim üyeleri farklı puanlama kriterlerine tabi olsalar da performansları birbirleri ile objektif olarak kıyaslanabilir hale gelmektedir.

Tablo.3’te, bölüm ve fakülte giriş bulanık değişkenleriyle elde edilen bulanık üyelik değerleri ile bulanık çıkarım yapabilmek için kullanılan kural tabanı yer almaktadır. Kişinin performansını hesaplarken bölüm ve fakülte değerlerine göre karar verilmektedir. Bölüm ve fakülte bulanık girişlerinin ikisinde de aynı olmak üzere; “başarısız”, “orta” ve “başarılı” dilsel kümeleri bulunmaktadır. Bu nedenle, en fazla $3 \times 3 = 9$ adet kuralı kural tabanına yazmak mümkündür. Örneğin, kural tabanında yer alan 1 numaralı kuralı açıklamak gerekir ise; Kişi-5’in SCI-makale puanı, “Bölüm-Başarı” bulanık değişkeninde yer

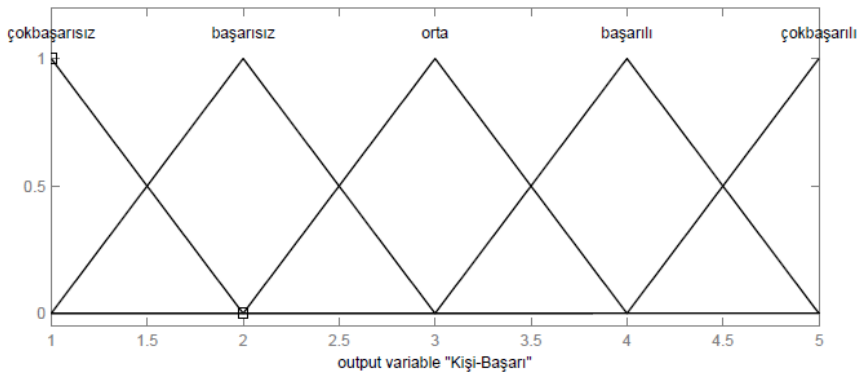
alan “başarısız” kümesinin elemanı ve aynı zamanda “Fakülte-Başarı” bulanık değişkeninde yer alan “başarısız” kümesinin elemanı ise Kişi-5’in performansı Kişi-Başarı= “çokbaşarısız” olsun.



Şekil 2. “SCI makale” faaliyeti için “Bölüm-Başarı” bulanık girişi



Şekil 3. “SCI makale” faaliyeti için “Fakülte-Başarı” bulanık girişi

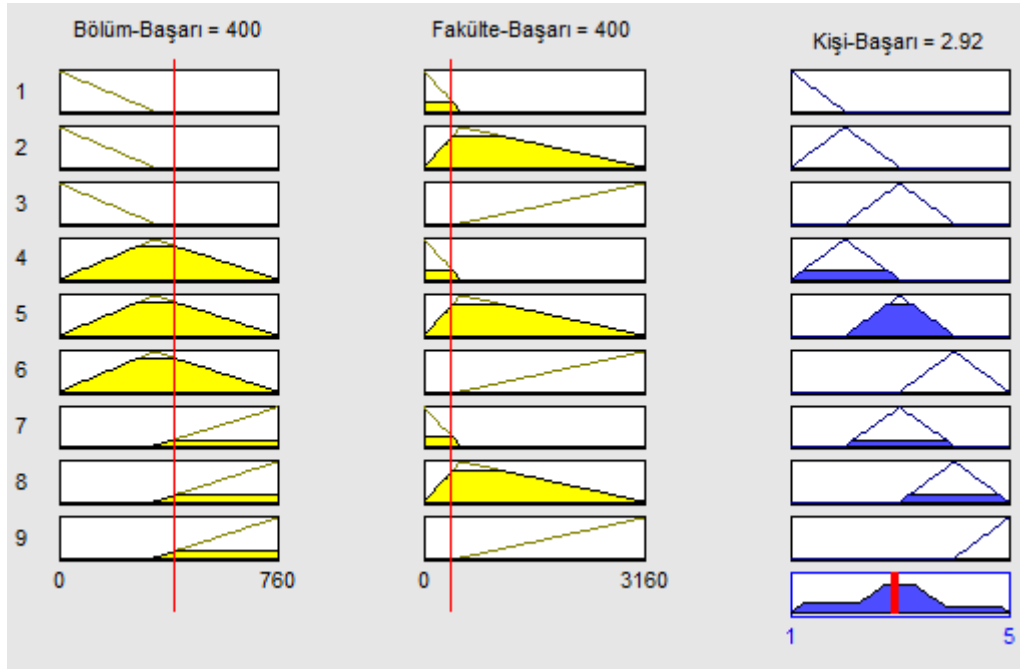


Şekil 4. “SCI makale” faaliyeti için “Kişi-Başarı” bulanık çıkışı

Kişi-5 etiketli öğretim üyesinin SCI makale faaliyet türündeki performansı Şekil.5’te verilen kural görüntüleyici ile gösterilmektedir. Kişi-5’in SCI makale türündeki puanı 400 olup, Bölüm-Başarı bulanık değişkenindeki “orta” kümesine yaklaşık 0,8 kadar ve “başarılı” kümesine de yaklaşık 0,2 kadar üyedir. Aynı şekilde, Fakülte-Başarı bulanık değişkenindeki “başarısız” kümesine yaklaşık 0,25 kadar ve “orta” kümesine de yaklaşık 0,75 kadar üyedir. Bu üyelik değerleri ile, kural tabanındaki 4, 5, 7 ve 8 numaralı kurallar tetiklenmekte, Kişi-Başarı çıkış bulanık değişkeni ağırlık merkezi yöntemi ile durulandırıldığında, Kişi-5’in SCI makale faaliyet türündeki performansı 2,92 olarak belirlenebilmektedir. Bu performans, Kişi-5’in kendi bölümündeki diğer öğretim üyeleri ile ve fakültesindeki diğer öğretim üyeleri ile kıyaslanarak belirlenmektedir. Bu kıyaslamada, rakamlar doğrudan karşılaştırılmamış, “başarılı”, “orta” ve “başarısız” gibi dilsel ifadeler kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 3. Kural tabanında yer alan kurallar

No	Kural
1	If (Bölüm-Başarı is başarısız) and (Fakülte-Başarı is başarısız) then (Kişi-Başarı is çokbaşarısız)
2	If (Bölüm-Başarı is başarısız) and (Fakülte-Başarı is orta) then (Kişi-Başarı is başarısız)
3	If (Bölüm-Başarı is başarısız) and (Fakülte-Başarı is başarılı) then (Kişi-Başarı is orta)
4	If (Bölüm-Başarı is orta) and (Fakülte-Başarı is başarısız) then (Kişi-Başarı is başarısız)
5	If (Bölüm-Başarı is orta) and (Fakülte-Başarı is orta) then (Kişi-Başarı is orta)
6	If (Bölüm-Başarı is orta) and (Fakülte-Başarı is başarılı) then (Kişi-Başarı is başarılı)
7	If (Bölüm-Başarı is başarılı) and (Fakülte-Başarı is başarısız) then (Kişi-Başarı is orta)
8	If (Bölüm-Başarı is başarılı) and (Fakülte-Başarı is orta) then (Kişi-Başarı is başarılı)
9	If (Bölüm-Başarı is başarılı) and (Fakülte-Başarı is başarılı) then (Kişi-Başarı is çokbaşarılı)



Şekil 5. “Kişi-5” etiketli kişinin “SCI makale” faaliyet türündeki performansının sayısal değeri

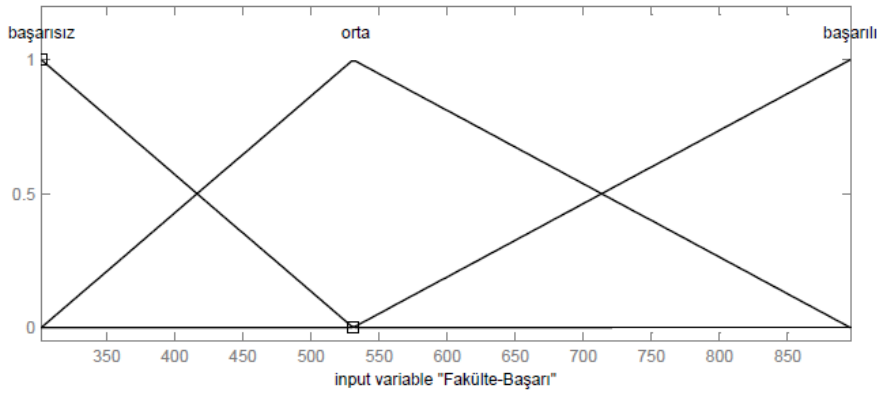
Tablo.4’de, tüm öğretim üyelerinin tüm faaliyet türlerindeki performansları verilmektedir. “Kişi-5” olarak etiketlenen öğretim üyesinin; SCI, atıf, eğitim-öğretim ve yönetsel ve topluma hizmet faaliyetlerinde bölüm ortalamasının üzerinde bir performansa sahip olduğu, ancak SCI, diğer dergi, kitap, bildiri, atıf, proje ve ödül kategorilerinde fakülte ortalamasının altında bir performansa sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir yandan, Kişi-5’in eğitim-öğretim performansı ve yönetsel ve topluma hizmet performansı fakülte ortalamasının üzerinde görülmektedir.

Farklı bölümlere ait akademisyenlerin performanslarının oluşmasını takiben, bölümlerin performansları da ortaya koyulabilmektedir. Faaliyet türlerindeki fakülte ortalamalarına göre bölümlerin performansları hesaplanabilir. Bir bulanık giriş ve bir bulanık çıkış değişkenlerinden oluşan bulanık sistem ile tüm bölümlere ait ortalama değerler fakültenin ortalamasıyla karşılaştırılarak bölümlerin fakülte içerisindeki başarı durumu ortaya çıkmaktadır. Şekil.6’da, Fakülte-Başarı bulanık giriş değişkeninin bulanık kümelerini temsil eden üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. SCI makale faaliyet türünde, fakülte bulanık değişkeninin “başarısız” kümesinin tepe noktası olarak, tüm bölümler arasından en düşük ortalama değerine sahip bölümün değeri atanmaktadır. Aynı şekilde, “orta” ve “maksimum” kümelerinin tepe noktalarına da bölüm ortalamalarının ortalama değeri ve en yüksek bölüm değeri sırası ile atanmaktadır.

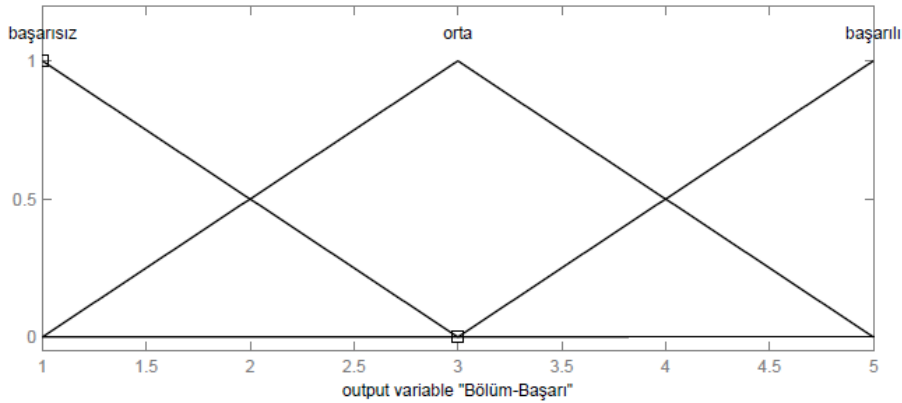
Tablo 4. Tüm öğretim üyelerinin tüm faaliyet türlerindeki performansları

BÖLÜM	ÖĞRETİM ÜYELERİ	ARAŞTIRMA PERFORMANSI							EĞİTİM	HİZMET
		SCI	DIĞER DERGİ	KİTAP	BİLDİRİ	ATIF	PROJE	ÖDÜL	VERDİĞİ DERSLER/TEZLER	GÖREVLER
A Bölümü	Kişi-1	2,50	2,77	2,62	3,22	1,94	3,20	1,32	2,51	3,44
	Kişi-2	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,80	2,20
	Kişi-3	2,58	2,65	1,32	3,12	2,25	2,57	1,32	3,00	2,91
	Kişi-4	4,01	2,05	3,74	4,01	3,92	3,20	3,25	2,51	3,61
	Kişi-5	2,92	2,77	2,16	2,53	2,90	2,57	1,32	4,21	4,06
	Kişi-6	2,58	2,41	1,32	2,62	1,93	2,57	1,32	2,31	2,91
	Kişi-7	2,41	4,48	2,71	3,46	1,95	2,07	1,32	2,01	3,26
	Kişi-8	3,60	3,90	4,68	3,88	2,12	4,09	4,68	2,01	2,20
	Kişi-9	1,32	1,32	1,32	2,16	1,32	2,07	1,32	2,01	2,42
	Kişi-10	2,92	2,53	1,32	2,36	1,80	1,32	1,32	2,66	1,74
Bölüm Ortalaması	2,62	2,62	2,25	2,87	2,15	2,50	1,85	2,50	2,88	
B Bölümü	Kişi-11	2,72	1,53	2,45	2,18	2,10	2,35	1,32	1,32	1,32
	Kişi-12	2,64	4,30	1,32	3,21	2,04	2,66	1,32	3,60	2,78
	Kişi-13	2,47	3,40	1,32	2,65	2,22	2,20	1,32	3,50	3,27
	Kişi-14	1,58	1,87	1,32	1,97	1,37	1,32	1,32	2,26	2,32
	Kişi-15	2,81	3,20	1,32	2,20	1,82	2,83	1,32	2,60	2,17
	Kişi-16	4,19	3,46	1,32	4,29	4,00	4,68	4,38	3,09	4,26
	Kişi-17	3,14	3,25	4,68	3,32	3,26	3,03	1,32	3,50	2,78
	Kişi-18	3,04	3,52	2,45	1,43	2,06	3,40	1,32	4,12	3,63
	Kişi-19	2,64	1,87	1,32	2,14	2,67	2,20	1,32	3,50	3,27
	Kişi-20	1,58	1,87	2,72	2,03	1,70	1,94	1,32	3,18	3,27
Bölüm Ortalaması	2,68	2,83	2,14	2,54	2,32	2,66	1,63	3,07	2,91	
C Bölümü	Kişi-21	2,25	2,44	4,02	1,84	1,68	2,11	1,32	2,29	1,32
	Kişi-22	1,76	2,44	1,32	2,28	1,34	2,11	1,32	2,49	2,91
	Kişi-23	2,61	4,68	3,75	4,07	2,54	3,39	1,32	4,68	2,91
	Kişi-24	4,03	3,11	1,32	2,36	4,00	4,09	1,32	4,43	4,68
	Kişi-25	3,12	2,33	1,32	2,67	2,20	2,11	1,32	3,05	3,38
	Kişi-26	3,12	3,77	3,75	3,56	2,86	2,11	1,32	2,14	3,21
	Kişi-27	2,34	2,07	1,32	1,94	1,70	2,11	4,02	2,29	2,91
	Kişi-28	2,00	1,32	3,75	1,65	1,49	2,11	1,32	1,80	2,35
	Kişi-29	3,12	3,26	1,32	2,73	2,98	2,61	1,32	2,62	1,32
	Kişi-30	2,34	1,32	2,34	2,16	2,26	1,32	1,32	2,55	3,30
	Kişi-31	1,32	1,82	1,32	1,48	1,32	2,90	1,32	2,29	2,35
	Kişi-32	2,52	2,84	1,32	1,78	2,83	1,32	1,32	2,94	1,32
	Kişi-33	1,76	2,33	1,32	2,12	1,41	2,37	1,32	2,55	2,35
Bölüm Ortalaması	2,48	2,59	2,17	2,36	2,20	2,36	1,53	2,78	2,64	
D Bölümü	Kişi-34	2,68	2,55	1,32	2,47	2,02	2,81	1,32	3,00	3,66
	Kişi-35	3,07	2,14	1,32	2,52	3,16	3,70	1,32	1,71	1,85
	Kişi-36	2,36	2,96	1,32	2,34	1,46	2,81	1,32	3,43	3,77
	Kişi-37	2,86	2,43	1,32	2,51	2,74	3,23	1,32	2,28	2,62
	Kişi-38	1,32	1,32	1,32	2,02	1,33	1,32	1,32	2,28	1,85
	Kişi-39	3,07	2,29	1,32	2,92	3,09	2,32	1,32	2,17	1,85
	Kişi-40	2,26	3,38	1,32	1,80	1,46	2,81	4,29	2,28	1,85
	Kişi-41	3,19	4,04	1,32	2,47	2,15	4,01	1,32	4,12	3,26
	Kişi-42	3,33	2,29	1,32	2,92	3,17	3,23	1,32	3,60	3,26
	Kişi-43	4,68	2,14	4,01	4,68	4,68	2,81	1,32	3,69	4,21
Bölüm Ortalaması	2,88	2,55	1,59	2,67	2,53	2,91	1,62	2,86	2,82	
Fakülte Ortalaması	2,67	2,65	2,04	2,61	2,30	2,61	1,65	2,80	2,81	

Çıkış bulanık değişkeni bölümlerin başarısını ifade eden “Bölüm-Başarı” isminde ve 1-5 aralığında 3 adet bulanık küme içermektedir. Bulanık kümeler “başarısız”, “orta” ve “başarılı” ismini almaktadır (Şekil.7).

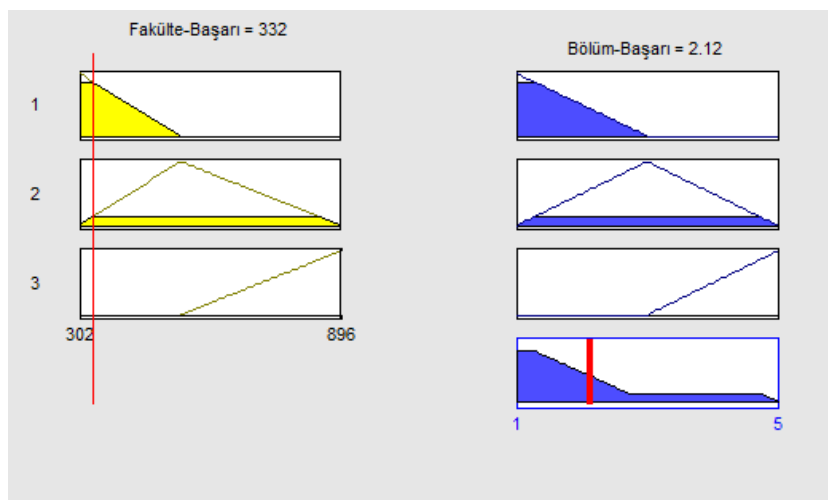


Şekil 6. "SCI makale" faaliyeti için "Fakülte-Başarı" bulanık girişi.



Şekil 7. "SCI makale" faaliyeti için "Bölüm-Başarı" bulanık çıkışı

"A" etiketli bölümün SCI makale faaliyet türündeki performansı Şekil.8'de verilen kural görüntüleyici ile gösterilmektedir. "A" bölümünün SCI makale türündeki ortalama puanı 332 olup, Fakülte-Başarı bulanık değişkenindeki "başarısız" kümesine yaklaşık 0,8 kadar ve "orta" kümesine de yaklaşık 0,2 kadar üyedir. Bu üyelik değerleri ile, kural tabanındaki 1 ve 2 numaralı kurallar tetiklenmekte, Bölüm-Başarı çıkış bulanık değişkeni ağırlık merkezi yöntemi ile durulandırıldığında, "A" bölümünün SCI makale faaliyet türündeki performansı 2,12 olarak belirlenebilmektedir. Bu performans, A'nın diğer bölümlerle kıyaslanarak belirlenmektedir.



Şekil 8. "A"etiketli bölümün "SCI makale" faaliyeti türündeki performansının sayısal değeri

5. SONUÇ

Öğretim üyelerinin başarılarını ölçmek için bulanık sistem kullanan bir akademik performans değerlendirme sistemi önerilmiştir. Çalışmada örnek olarak, Türkiye yükseköğretiminde yer alan bir

üniversitemizin bir fakültesinde çalışmakta olan 43 öğretim üyesinin ve bu öğretim üyelerinin ait oldukları bölümlerin performansları değerlendirilmiştir. Öğretim üyelerinin faaliyetleri; araştırma, eğitim-öğretim ve yönetsel ve topluma katkı olarak gruplandırılmış, atama ve yükseltme yönergesine göre puanlandırılmış, puanlar bulanık kümelerle dönüştürülmüş, kural tabanı kullanılarak kişinin başarısı bölümündeki ve fakültesindeki diğer akademisyenlerin performansları ile karşılaştırılarak çıkarım yapılmış, kişinin performansı göreceli olarak belirlenebilmiştir. Yapılan literatür taramasında, kural tabanı kullanan benzeri bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Böylece, önerilen yöntem ile öğretim üyelerinin performansları sahip oldukları sayısal puanlardan, bölümü veya fakültesinde sağlaması gereken puanlama ve kriterlerden bağımsız olarak, faaliyet türlerine göre dilsel olarak belirlenebilmekte ve karar vericilerin karar alma süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Farklı bölüm, fakülte veya kurumlarda görev yapan ve farklı puanlama sistemine tabi olan akademisyenlerin performansları kıyaslanabilir hale gelmiştir.

KAYNAKLAR

- Güran MC., (2005). *Kamu Hizmetlerinde Performans Ölçümü*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi.
- Erdoğan B., (2002). Antecedents and consequences of justice perceptions in performance appraisals, *Human Resource Management Review*; 12: 555-578.
- Barutçugil İ., (2002). Performans Yönetimi. İstanbul: Kariyer.
- Torağay O, Arıkan M., (2015). Delfi ve topsis yöntemleri kullanılarak bir mühendislik fakültesindeki bölümlerin akademik performans değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi iktisadi ve idari bilimler dergisi*; 16: 13-28.
- Hamurcu M, Eren T., (2019). Akademik teşvik tabanlı yeni bir performans değerlendirme önerisi ve uygulama. *Üniversite araştırmaları dergisi*; 2: 82-100.
- Ertuğrul İ., (2006). Akademik performans değerlendirmede bulanık mantık yaklaşımı. *İktisadi ve idari bilimler dergisi*, 20: 155-176.
- Kaptanoğlu D, Özok A., (2006). Akademik performans değerlendirmede bulanık mantık yaklaşımı. *İstanbul teknik üniversitesi dergisi*, 5: 193-204.
- Gür, H., Yıldız, O., (2017). Akademik personel performans değerlendirme için bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi, *2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2017)*, Adana-Turkey
- Şahin A, Çalışkan S., (2018). Avantaj ve dezavantajlarıyla performans değerlendirme sistemi ve Türk kamu yönetiminde uygulanabilirliği, *Sosyal ekonomik araştırmalar dergisi*, 18: 114-130.
- Esen M., (2015). Öğretim üyelerinin performans değerlendirme sistemine yönelik tutumlarının araştırılması, *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 5: 52-67.
- Huber, M. T., (2002). Faculty evaluation and the development of academic careers, *New directions for institutional research*, 114: 73-94.
- Köksoy M., (2000). *Yükseköğretimde kalite ve Türk yükseköğretimi için öneriler*, Ed. Cem Saraç, İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi.
- Ertekin C., (2014). Bilimsel araştırma ve bilimsel performans ölçümü, *Scientific research and scientific performance evaluation*, 20: 32-36.
- Zadeh LA., (1965). Fuzzy sets, *Information and control*, 8: 338-353.
- Mouzouris G.C., Mendel J. J. (1997). Dynamic non-singleton fuzzy logic systems for nonlinear modeling, *IEEE transactions on Fuzzy Systems*, 44: 199-208.

DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİYLE DUYGU TESPİTİ

İbrahim Bektaş BAYSAL

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
baysal.ibt@gmail.com

Aysun TAŞYAPI ÇELEBİ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
aysun.tasyapi@kocaeli.edu.tr

Özet

Son zamanlarda duygu tanıma, insan-bilgisayar etkileşimini sağlamak için önemli bir araştırma konusu olmuştur. İnsan duygularını tanımak için konuşma sinyali, yüz ifadeleri, vücut dili ve elektroansfalografi (EEG) gibi farklı bilgiler kullanılarak çalışmalar yapılmaktadır. Duygu tespiti, şirketlerin çalışanlarının yaptıkları işteki memnuniyetini ölçmede, sağlık alanında, otomotiv endüstrisi sürücü duygu tespitinde, video oyunlarını daha iyi bir hale getirmek için kullanılabilir. Bu çalışmada, derin öğrenme yöntemleri kullanılarak görüntülerden duygu tespiti yapılması için iki farklı yaklaşım denenmiş ve başarımları karşılaştırılmıştır. Duygu tanıma uygulanan ilk yaklaşım, görüntüde bulunan yüz görüntüsü tespiti ve devamında duygu tahminine dayanmaktadır. Yüz tespiti için ShuffleNetV2 ağı kullanılarak yüksek doğrulukla görüntüde tespit yapılmakta ardından ise bulunan yüz için 7 duygu sınıfına göre derin ağlar kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Yüz tespitinde FDDDB (Face Detection Data Set and Benchmark) veri seti kullanılarak eğitim yapılmıştır. Duygu tespiti için FER2013 veri seti ve farklı insanlardan oluşturulan veri seti birleştirilmiştir. Diğer yaklaşımda ise nesne tespit yöntemi ile duygu tespiti yapılmaktadır. Bu amaçla YoloV4 sinir ağı kullanılmıştır. Uygulanan iki yöntem, farklı insanlara ait 157 adet görüntüde test edilmiştir. Yapılan ilk yöntemin test sonucunda modelin duygu tahmini başarımları %59.23, ikinci yöntemin test sonucunda duygu tahmini başarımları %72.66 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Derin Öğrenme, Görüntü Sınıflandırma, Nesne Tespiti, Duygu Analizi

EMOTION DETECTION WITH DEEP LEARNING METHODS

Abstract

Recently, facial emotion recognition has been an important research topic to enable human-computer interaction. The many works are carried out using different information such as speech signal, facial expressions, body language and electroencephalography (EEG) to recognize human emotions. Emotion detection can be used to measure the satisfaction of the employees of the companies in their work, in the health field, in the automotive industry to detect the emotion of the driver, and to make video games better. In this paper, two different approaches using deep learning method are used to detect emotion from images and their performances are compared. The first approach used emotion recognition is based on to detect face from images and then to estimate emotion from detected faces. ShuffleNetV2 network is used to detect faces with high accuracy and then the classification process is performed using deep networks according to 7 emotion classes for the face found. The training is carried out using FDDDB (Face Detection Data Set and Benchmark) dataset for face detection. For emotion detection, the FER2013 dataset and the dataset created from different people are combined. In the other approach, emotion detection is made with the object detection method. YoloV4 network is used for this purpose. The two methods applied were tested on 157 images of different people. As a result of the test of the first method, the emotion prediction performance of the model was 59.23%, and the second method's emotion prediction performance was 72.66%.

Keywords: Deep Learning, Image Classification, Object Detection, Emotion Detection

1. GİRİŞ

İnsanın veya bir canlının ruh halini yansıtan duygular temelde pozitif, negatif ve normal olarak üçe ayrılır. Pozitif duygular kendi içerisinde mutlu, heyecanlı, şaşkın gibi duyguları barındırır. Negatif

duygular ise kızgın, üzgün, alaycı gibi duyguları barındırmaktadır. Bu şekilde duyguları daha derin ve öz nitelikleri ile beraber analiz etmeye duygusal analiz denir.

Duygular, insanlar arasındaki iletişimin daha anlaşılır olmasını sağlar ve insanlar duygularını yansıtmak için birçok farklı yöntem kullanır. Bu yöntemler arasında yer alan yüz ifadeleri, duyguları yansıtmakta çok kullanılan bir yöntemdir. Araştırmalar, yüz ifadelerinin anlaşılması, konuşulanların yorumlanmasını önemli ölçüde değiştirebileceğini ve bir konuşmanın akışını kontrol edebileceğini göstermiştir [1]. Bu sebepten yüz ifadelerini doğru anlamak büyük önem kazanmaktadır. İnsanların bazı durumlara karşılık verdiği yüz ifadeleri karmaşık olmakla beraber, anlaşılabilir değildir. Bunun sonucunda, yüz ifadelerini ayırt etmede insan beyninde karmaşıklık oluşmaktadır. İnsan beyni çok farklı duyguyu içeren yüz ifadesi görmesi, durum karşısında görülen karmaşık yüz ifadesini ayırt edebilmesini sağlamaktadır.

Bilgisayarlı görü uygulaması kapsamında, ortamın ışık şiddeti, farklı kontrast değerleri, yüz ifadelerinin karmaşıklığı yüz ifadesinden duygu analizi yapmayı zorlaştırmaktadır. Karmaşıklığı ortadan kaldırmak için veri setinde farklı ortam ışıklarına sahip çeşitli duyguları barındıran yüz ifadeleri kullanmak gerekmektedir. Eğitim sırasında oluşan öz nitelik değerlerinin çeşitliliği duyguyu doğru tahmin edebilmekte fayda sağlayacaktır.

Bu çalışmada duygu tespiti yapmak için 2 farklı derin öğrenme yöntemi üzerinde çalışılmıştır. İlk yaklaşımda ShufflenetV2 ağı ile yüz tespiti yapılmış ve elde edilen yüz için oluşturulan bir CNN ağı ile duygu sınıflandırma yapılmıştır. İkinci yöntem de, nesne tespiti yaklaşımı ile duygu tanıma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın asıl amacı da bu yaklaşımları karşılaştırarak duygu tanıma için hangisinin daha iyi sonuç verdiğini göstermektir.

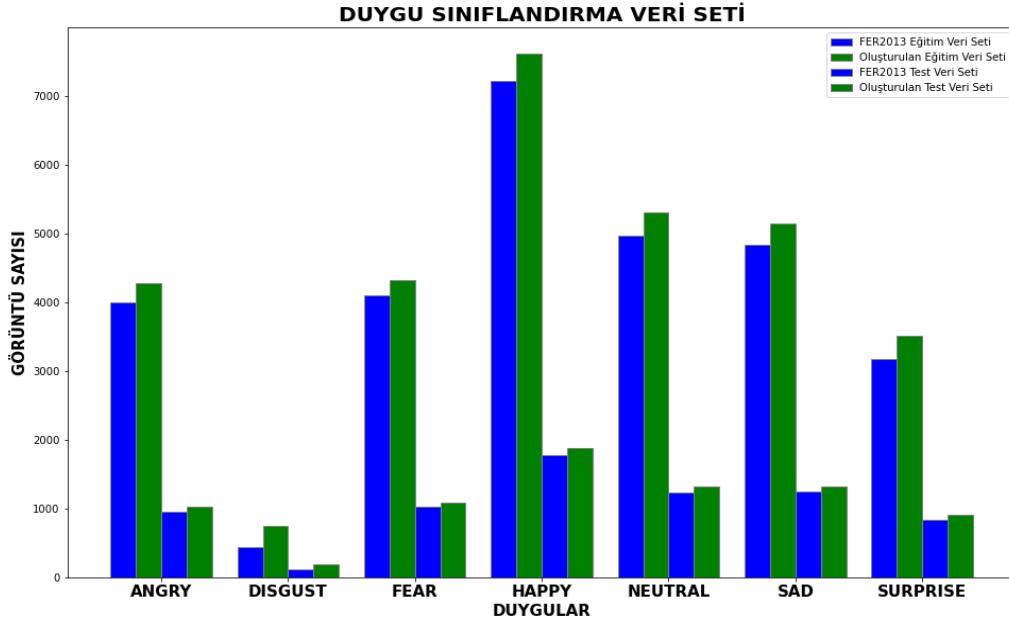
2. VERİ SETİ

Pierre-Luc Carrier ve Aaron Courville tarafından hazırlanan FER2013 veri seti ise 48x48 piksel boyutlarına sahip gri tonlu yüz görüntülerinden oluşmaktadır. Yedi farklı duygu tanımlaması için oluşturulmuş bu veri setinde eğitim için 28.709 ve test için 3589 adet görüntü yer almaktadır [2]. Bu çalışmada bu veri seti uygulanan iki yaklaşım içinde kullanılmıştır. Ayrıca bu veri setine ek olarak görüntü sınıflandırma ile duygu tespiti için veri setini arttırmak için farklı insanlardan duygu görüntüleri toplanarak kendi veri setimiz oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri seti ile FER2013 veri seti birleştirilerek eğitim için kullanılmıştır. Kullanılan veri setindeki eğitim ve test görüntü sayıları Tablo 1'de gösterilmektedir. Ayrıca bu veri seti aynı zamanda nesne tespit yöntemi için yapılan eğitimde de kullanılmaktadır.

Tablo 1. Veri setinde eğitim ve test görüntü sayıları

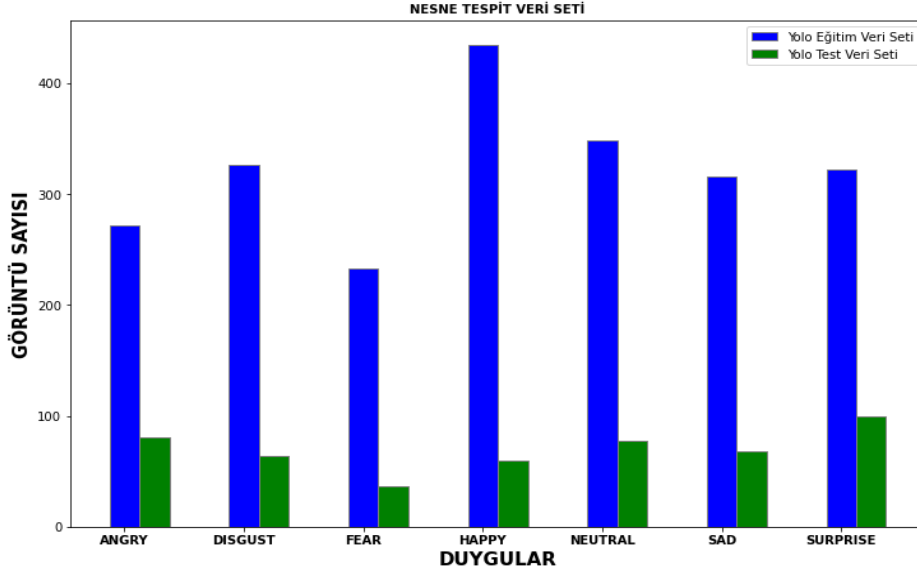
Veri Seti	Eğitim Görüntü Sayısı	Test Görüntü Sayısı
FER2013	28709	7178
Hazırlanmış veri seti	2253	487

Kullanılan veri setinde yer alan duygu sınıflarındaki eğitim ve test görüntü sayılarının karşılaştırması Şekil 1'de gösterilmektedir. Gösterilen bu veri seti yüz tespitten sonra duygu sınıflandırma yaklaşımı için kullanılmıştır.



Şekil 1. Oluşturulan Veri Setindeki Duygu Sınıflarındaki Görüntü Sayılarının Karşılaştırılması

YOLO kullanarak nesne tespit yaklaşımı ile duygu tanıma için kullanılan veri seti ise Tablo 1'deki 'Hazırlanmış Veri Seti' adlı görüntülerdir. Veri setindeki görüntüler 7 farklı duygudan oluşmaktadır. Toplanan görüntüler %80'ni eğitim %20'si test olacak şekilde ayrılmıştır. Görüntülerin duygu sınıflarındaki dağılımı Şekil 2'deki gibidir. Sınıflardaki görüntü sayıları birbirine yakın olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 2. Oluşturulan Veri Setindeki Sınıflardaki Görüntü Sayıları

3. GÖRÜNTÜ SINIFLANDIRMA İLE DUYGU TESPİTİ

Gerçek zamanlı görüntüler üzerinden duygu tespiti yapabilmek için yüz tespiti yapmak gereklidir. Yüz tespitinde kullanılan birçok yöntem vardır. Yüz algılamada kullanılmak üzere birçok algoritmalar geliştirilmiştir. Yüz algılama algoritmaları, farklı ölçek ve pozda görünen yüzleri algılamalıdır. Yüz algılama algoritmaları arasında sık kullanılan Viola-Jones algoritmasıdır. 2001 yılında Paul Viola ve Micheal Jones tarafından geliştirilen OpenCV kütüphanesinde yer alan algoritmadır. Eğitim ve tanıma olarak 2 adımda çalışmaktadır. İlk adım algoritma eğitilip, tanıma adımında eğitilen model ile tanıma işlemi yapılmaktadır [3]. Viola-Jones algoritması, gerçek zamanlı görüntüler üzerinde test edilmiştir. Viola-Jones ile yüz tespitinde en büyük sıkıntı farklı açılarda yüzleri tespit edememektir. Bu çalışmada ilk aşamada başarılı bir yüz tespiti yapabilmek için ShuffleNetV2 ağı kullanılmaktadır.

Model, Fddb (Face Detection Data Set and Benchmark) veri seti kullanılarak eğitimi yapılmıştır [4]. ShuffleNetV2 ile yüz tespiti başarımları farklı açılarda ve pozlardaki yüzlerin olduğu görüntülerde oldukça yüksektir. Bu çalışmada uygulanan ilk yaklaşımda ShuffleNetV2 ile yüz tespiti yapılmakta ve devamında ise bulunan yüz bölgesi CNN temelli bir model ile sınıflandırılarak duygu durumu belirlenmektedir. Bu amaçla oluşturulan CNN modelinin katmanları Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Oluşturulan CNN Modeli

Katman	Derinlik	Kernel Boyutu	Aktivasyon	Ek Katman
Konvolüsyon Katmanı	32	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	-
Konvolüsyon Katmanı	32	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	MaxPooling2D(2x2)+Dropout(0.2)
Konvolüsyon Katmanı	64	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	-
Konvolüsyon Katmanı	64	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	MaxPooling2D(2x2)+Dropout(0.2)
Konvolüsyon Katmanı	128	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	-
Konvolüsyon Katmanı	128	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	MaxPooling2D(2x2)+Dropout(0.2)
Konvolüsyon Katmanı	256	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	-
Konvolüsyon Katmanı	256	(3x3)	BatchNormalization+ReLU	MaxPooling2D(2x2)+Dropout(0.2)
Dense Katmanı	64	-	BatchNormalization+ReLU	Dropout(0.5)
Dense Katmanı	7	-	Softmax	-

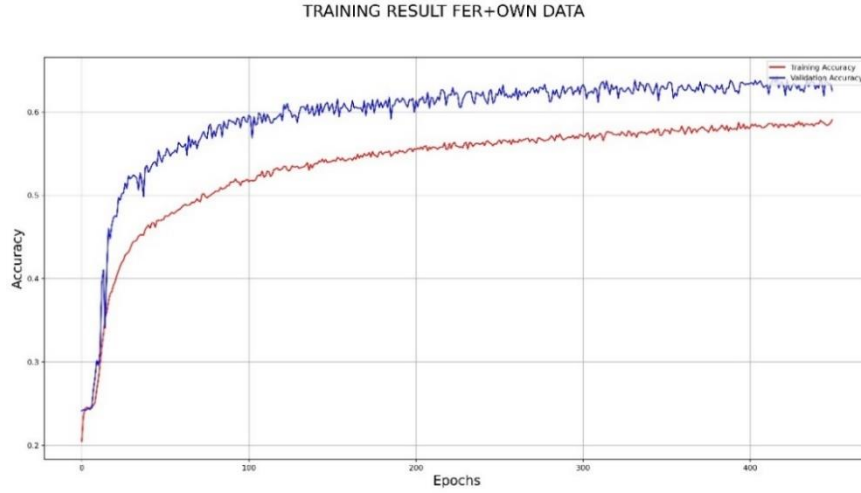
Duygu sınıflandırma için detaylı Tablo 2’de verilen ağ ile eğitim yapılırken kullanılan veri setinin yetersizliği sebebiyle veri artırma işlemi yapılmaktadır. Veri artırma yöntemi ile veriler üzerinde değişiklikler yapılarak modelin daha iyi genelleştirme yapabilmesi sağlanır. Bu çalışmada veri çoğullama için parlaklık, rotasyon, açı gibi özellikler kullanılarak yeni veriler oluşturulmuştur. Bu şekilde veri setimizdeki çeşitlilik ve veri sayısı artmış oldu. Eğitimde kullanılan veri artırma parametreleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Veri arttırmada kullanılan parametreleri

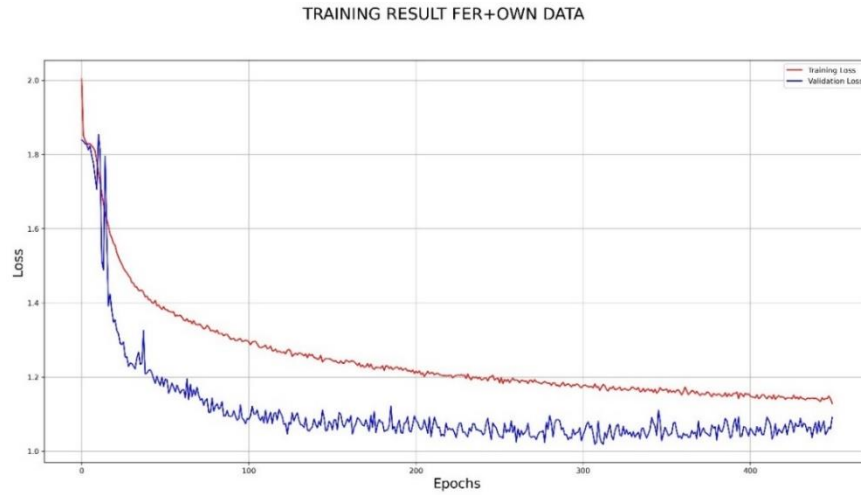
Veri Arttırma Parametreleri	Değeri
rescale	1./255
rotation_range	40
shear_range	0.3
width_shift_range	0.4
height_shift_range	0.4
fill_mode	nearest
horizontal_flip	True
zoom_range	0.4
brightness_range	[0.3, 1.5]
channel_shift_range	30

CNN temelli oluşturulan model, FER2013 ve hazırlanmış olan veri setlerine ait 48x48 piksel boyutundaki gri renkli görüntüler üzerinden eğitilmiştir. Kızgın, iğrenme, korku, mutlu, normal, üzgün ve şaşkın duygu sınıfları için toplam 30962 adet eğitim ve 7665 adet test görüntüsü kullanılmıştır. Her iterasyonda rastgele verilen görüntü sayısı 32 olarak ayarlanmıştır. 1 epoch’da uygulanan iterasyon, eğitim verisindeki görüntü sayısı her iterasyon için verilen görüntü sayısına bölünmesi sonucunda 968

olarak ayarlanmıştır. Eğitim sonucunda eğitim başarısı %59 çıkmıştır. Test kayıp oranının %0-1.2 arasında değere sahiptir. Oluşan başarımlar ve kayıp grafikleri Şekil 3 ve Şekil 4’de gösterilmektedir.

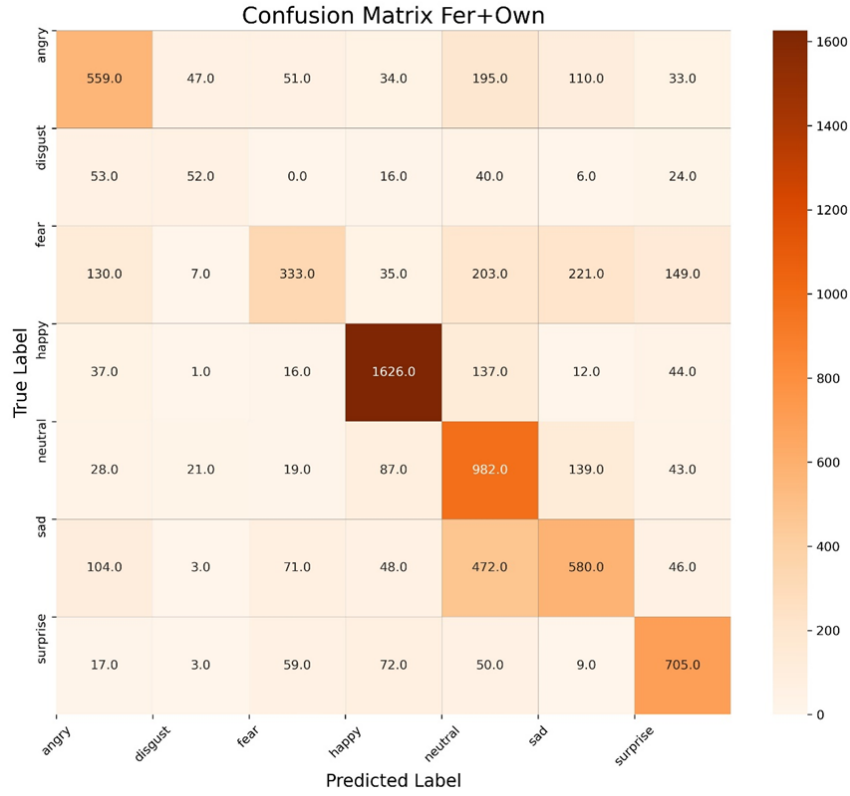


Şekil 3. FER2013 veri seti ile eğitimin başarımlar grafiği



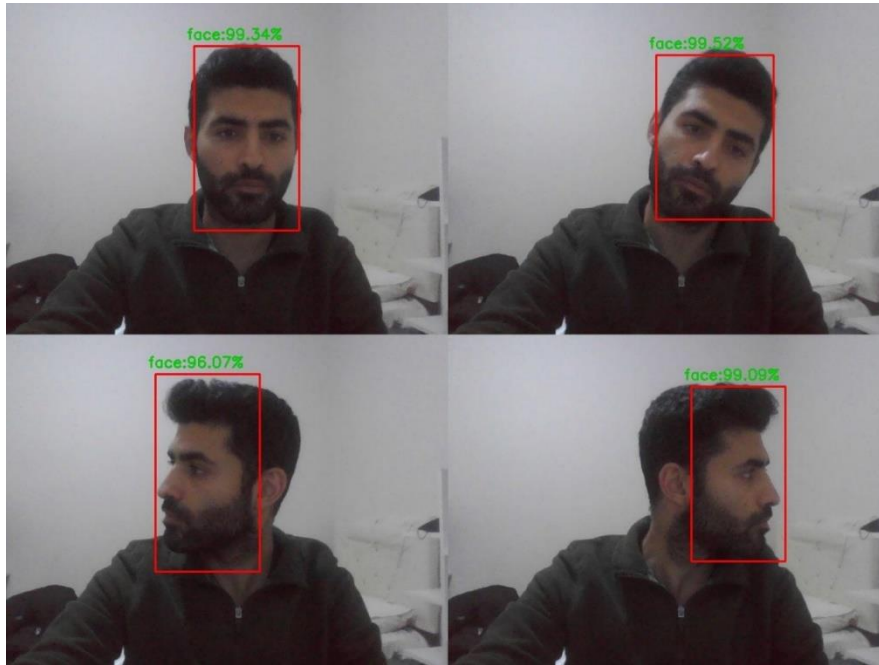
Şekil 4. FER2013 veri seti ile eğitimin kayıp grafiği

Şekil 5’te gösterilen Hata Matrisi (Confusion matrix) ele alınarak modelin performansı incelenirse; modelin tiksiniş duygu sınıfları için yüksek hassasiyette çalışmadığı görülmektedir. Mutlu ve şaşırmiş duygu sınıflarına ait deneme görüntülerine bakıldığında ise modelin başarısı yüksektir. Hata matrisinden anlaşıldığı gibi bu durumda bazı görüntüler doğal duygu sınıfına benzetilmektedir.

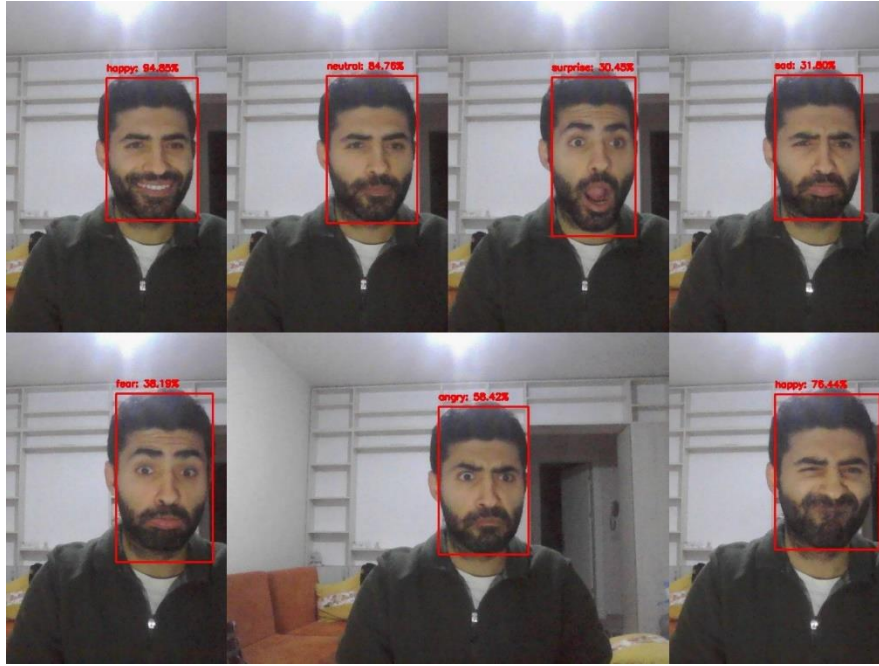


Şekil 5. Eğitim sonucunda oluşan hata matrisi.

Şekil 6’da ShuffleNetV2 ile yüz tespiti ve Şekil 7’de ise bu yüz bölgesinin oluşturulan CNN ağı ile sınıflandırılması sonucu duygu tanıma yapıldığında elde edilen görsel sonuçlar verilmektedir.



Şekil 6. Yüz tespit modelin gerçek zamanlı görüntü üzerinde testi



Şekil 7. Yüz tespiti ve duygu sınıflandırma yönteminin gerçek zamanlı görüntüler üzerinde testi

4. NESNE TESPİTİ İLE DUYGU TESPİTİ

Nesne tespit yöntemi ile yapılan duygu tespiti veri setinde 2253 eğitim verisi, 487 test verisi bulunmaktadır. Bu verilerde 7 sınıfa ait imgeler bulunmaktadır. Eğitim aşamasında Darknet-YoloV4 modeli kullanılmıştır. YoloV4 modelinin kullanmanın avantajı yüksek hızda eğitim sonucunda yüksek başarı elde edebilmesidir [5]. Kullanılan veri setinde toplam 2740 görüntü bulunmakta ve bu veri seti %80 eğitim ve %20 test görüntüsü olacak şekilde ayrılmaktadır. Görüntüler LabelImg python programında etiketlenmiştir. Etiketler 'happy', 'sad', 'angry', 'disgusting', 'neutral', 'fear', 'surprise' şeklindedir. Nesne tespit tabanlı eğitimlerin gerçekleşmesi için veri setine göre ayarlanması gereken hiperparametreler vardır. Her sınıf için 2000 iterasyon gerekmektedir. Katmanlarda kullanılan sınıf nöronlarında filtre sayısı (sınıf sayısı+5)*3 [7] ile hesaplanarak, gerekli parametrelerde değişiklik yapılmalıdır. Katmanlardaki değişiklikler Tablo 4'te gösterilmektedir. Eğitim aşaması kullanılan veri setine bağlı olarak uzun veya kısa olabilmektedir. Eğitim Nvidia GeForce GTX1650 Ti ekran kartına sahip bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan veri setinde eğitim 36 saat sürmüştür.

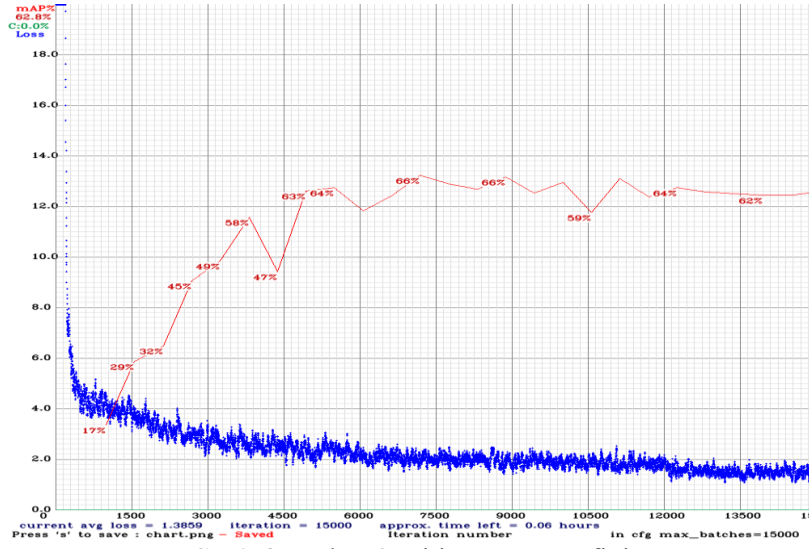
Tablo 4.Hiperparametrelinin değerleri

Hiperparametreler	Değerleri
batch	64
subdivisions	64
width	320
height	320
learning_rate	0.001
max_batches	15000
steps	12000, 13000
classes	7
filters	36
mosaic	1

Şekil 8'de gösterilen mAP (mean average precision) grafiği eğitimde ne kadar doğruluk olduğunu göstermektedir. Çok sınıflı eğitim yapıldığı için başarı oranı %62.8 çıkmıştır. Doğruluk oranını veri

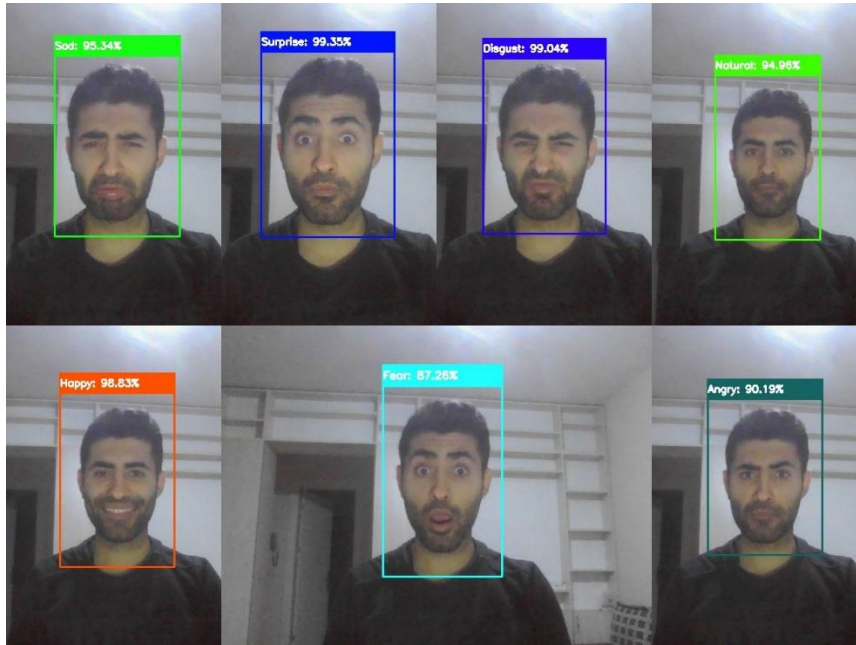
setinizdeki sınıflarda kullandığımız görüntülerin çokluğu ve farklılığı etkilemektedir. Doğruluk oranı Denklem (5.1)' deki gibi hesaplanmaktadır[6].

$$\text{Doğruluk} = \frac{\text{Doğru Pozitif}}{\text{Doğru Pozitif} + \text{Yanlış Pozitif}} \quad (1)$$



Şekil 8. YoloV4 eğitim sonuç grafiği

Eğitim sonucunda elde edilen model ile kişilerden toplanan görüntüler üzerinde testler yapılmıştır. Şekil 9'da YOLO V4 kullanılarak eğitilmiş model üzerinden elde edilen görsel test sonuçları gösterilmektedir. Farklı duygu durumları için başarılı bir şekilde duygu durumunun tespit edildiği görülmektedir. Ayrıca test görüntüleri üzerinde elde edilen başarı yaklaşık olarak % 73 civarındadır.



Şekil 9. Nesne tespit ile duygu tespit yönteminin gerçek zamanlı görüntüler üzerinde testi

Uygulanan iki yaklaşım için görüntüler üzerinde test işlemi yapılmıştır. Test işleminde 157 adet duygu görüntüsü kullanılmıştır. Görüntü sınıflandırma yönteminin test işlemi sonucunda, yöntemin duyguyu doğru tespit etme başarısı %59.23 olarak kaydedilmiştir. Nesne tespit yönteminin test işlemi sonucunda,

duyguyu doğru tespit etme başarısı %72.66 olarak kaydedilmiştir. Tablo 5’de uygulanan yöntemlerin başarı oranları gösterilmiştir. İki yaklaşımın başarımı bu şekilde karşılaştırılmış ve YOLO V4 kullanarak nesne tespiti şeklinde duygu tespitinin daha başarılı sonuç verdiği gösterilmiştir.

Tablo 5. Uygulanan Yöntemlerin Test Başarım Tablosu

Yöntem	Test Başarımı
Yüz Tespiti ve Duygu Tahmin Yöntemi	%59.23
Nesne Tespit Yöntemi	%72.66

5. SONUÇ

Bu çalışmada iki farklı derin öğrenme yöntemi ile duygu tespiti yapılmıştır. İlk yapılan uygulamada yüz tespiti için ShuffleNetV2 sinir ağı kullanılarak görüntülerdeki yüz bölgesi tespit edilmiş ve bulunan yüz bölgesi, oluşturulan CNN ağı ile sınıflandırılarak duygu durumunun belirlenmesi hedeflenmiştir. Diğer yaklaşımda ise güncel bir nesne tespit etme ağı kullanılarak duygu durumu elde edilmiştir. Bu amaçla YOLO V4 ağı literatürde gösterdiği hem hız hem yüksek başarımla tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda ikinci yaklaşımın daha iyi başarımla sağladığı gösterilmiştir. Bu durumda elde edilen duygu tanıma başarımı yaklaşık % 73 civarındadır. İleriki çalışmalarda veri setinde kişi sayısı ve özellikleri çoğaltılarak bu başarımla daha da arttırmak hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Sakib Hussain, Emotion Detection from Frontal Facial Image
- [2] <https://www.kaggle.com/msambare/fer2013>
- [3] <https://towardsdatascience.com/understanding-face-detection-with-the-viola-jones-object-detection-framework-c55cc2a9da14>
- [4] https://github.com/opconty/face_detection_in_realtime
- [5] Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao. 2020. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection
- [6] <https://towardsdatascience.com/map-mean-average-precision-might-confuse-you-5956f1bfa9e2>
- [7] <https://github.com/AlexeyAB/darknet>

DESIGN AND ANALYSIS OF HIGH GAIN DUALBAND COMPACT ANTENNA WITH FORK AND SQUARE SLOTS FOR FUTURE 5G TECHNOLOGY

Abdullah ALSAQABI

Ankara Yıldırım Beyazıt, Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering
a.alsaqabi92@gmail.com

Hüseyin CANBOLAT

Ankara Yıldırım Beyazıt, Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering
hcanbolat@ybu.edu.tr

Abstract

In this work, a multi-band rectangular patch antenna is constructed within the scope of future 5G wireless applications using an inset feed line technique. The antenna is built on the substrate of Rogers RT-5880 with dimensions $15 \text{ mm} \times 15 \text{ mm} \times 0.508 \text{ mm}$ that has 2.2 relative permittivity and 0.0009 loss tangent. The multi-band antenna operates at 10 GHz and 30 GHz. To eliminate interference between the bands of systems, a two couple of Fork-slots, as well as square slots, is made within the main patch for removal of undesired frequencies. The proposed directional antenna has a high three-dimensional gain of 6.15 dB and 10.7 dB at 10 GHz and 30 GHz, respectively. The patch antenna is simulated by using one of the commercially available EM simulators like the Computer Simulation Technology Microwave Studio suit (CST MWS).

Keywords: High gain, 5G, Fork-Shaped, 30 GHz, Inset feeding, Multi-band

1. INTRODUCTION

The mobile and wireless industry has evolved from 1G to the digital 2G (GSM), and then to the 3G, 3.5G, and to the systems which are high data rate cellular networks like 4G (LTE) in the last ten years ago (Bhandari et al., 2017). Development of technology from 1G to 4G respectively led to growing interest in achieving high data rates in present wireless communication systems. But the 4G cannot approach the requirements of the next generation because of its failure to solve the main communication problems such as crowded users, low quality, unreliable connection, and flexibility (Kachhavay and Thakare, 2014).

Fifth-generation technology has a significant influence on wireless communication systems because it provides larger bandwidth and higher resolution for a cell as well as it can support modern interactive multimedia technology like Self-automotive driving and virtual reality (Vora, 2015; Wang et al., 2019). The 5G frequencies range includes two bands (greater than 6 GHz and within 100 GHz). For that, the work on this modern technique of wireless systems is ongoing yet, and is expected to be operational world wide by the end of 2021 (Salih et al., 2020; Pizarov and Mester, 2020).

Compact antennas play a significant role in modern wireless communications systems. Modern wireless communication system requires printed antennas with specific features like compact, conformal, low cost, and easy to fabricate to keep pace with the evolution of the 5G system that will use higher frequency bands like a millimeter-wave band.

The printed antennas suffer from some drawbacks despite those advantages mentioned above, such as narrow bandwidth of the operating frequency, low efficiency, and low gain (Khan et al., 2015).

Recently in literature, researchers have done many works on the 10 GHz, 10.15 GHz and 28/38 GHz band for 5G technology according to (Othman et al., 2014; Verma et al., 2016; Amin et al., 2017; Tu et al., 2017). In some recent works, a triple frequency band has been used such as 10/28/38 GHz band and fabricated by (Abdelaziz and Hamad, 2019).

One of microstrip antenna structure was designed by placing a cross-slotted part in the middle of the patch to produce multi-band resonance frequency operated at 28/38 GHz, as well as a partially ground technique has used, relative to (Almashhdany et al., 2020).

The proposed printed antenna systems in all the above designs offer appropriate values of radiation efficiency and gain. Furthermore, the anticipated reflection and correlation coefficient features are suitable for 5G smartphone applications. These earlier and recent works have been illustrated in Table 1 concerning gain, antenna size, and frequency.

Table 1. Some earlier and recent works of microstrip patch antenna designs

Reference	Frequency (GHz)	Antenna Size (mm ³)	Gain (dB)
(Othman et al., 2014)	10	31.7 × 18.5 × 1.6	4.123
(Verma et al., 2016)	10.15	20 × 20 × 1.6	4.46
(Amin et al., 2017)	28	7.5 × 4.6 × 1.27	8.63
	38		8.62
(Tu et al., 2017)	28	19.25 × 26 × 0.79	7.58
	38		5.72
(Abdelaziz and Hamad, 2019)	10	20 × 16.5 × 0.508	5.67
	28		9.33
	38		9.57
(Almashhdany et al., 2020).	28	10 × 10 × 0.245	4.73
	38		5.13

In this work, a Multi-band microstrip antenna is proposed for 5G devices. The overall dimensions of proposed antenna are 15 mm × 15 mm × 0.508 mm and its low-profile structure.

This antenna covers 285.2 MHz frequency band at 10 GHz resonance frequency and 981 MHz frequency band at 30 GHz resonance frequency which is suggested for use in fifth-generation communication systems. Modeling and evaluation performance of proposed antenna will be accomplished using the commercially available EM simulators like Computer Simulation Technology (CST).

2. MULTI-BAND MICROSTRIP PATCH ANTENNA DESIGN

The geometry of the proposed slotted rectangular microstrip patch antenna is illustrated in Figure 1 and Figure 2. Firstly, the essential purpose of this work is to design a rectangular patch antenna that operates at multi-band frequencies of high-frequency millimeter wave. Finally, the carefully chose of substrate type depending on the aspects that impact on the process working of design, such as thickness, dielectric permittivity and loss tangent of the substrate (Khan et al., 2020). Figure 1 illustrates the measurements of conventional proposed antenna with fork and square slots and inset feed technique, for high impedance matching.

In general, because of Roger substrate material characteristics that have low dielectric loss, dispersion, moisture and water absorption, this material considered is favorite and very sufficient for ultra-high frequencies (Abdelaziz and Hamad, 2019). For the reasons above that, Rogers RT-Duroid 5880 substrate with 0.508 mm thickness, relative permittivity equal 2.2 and loss tangent of 0.0009 has been selected for the proposed antenna design to generate dual-band frequency, working at 10 GHz and 30 GHz (Khan et al., 2020).

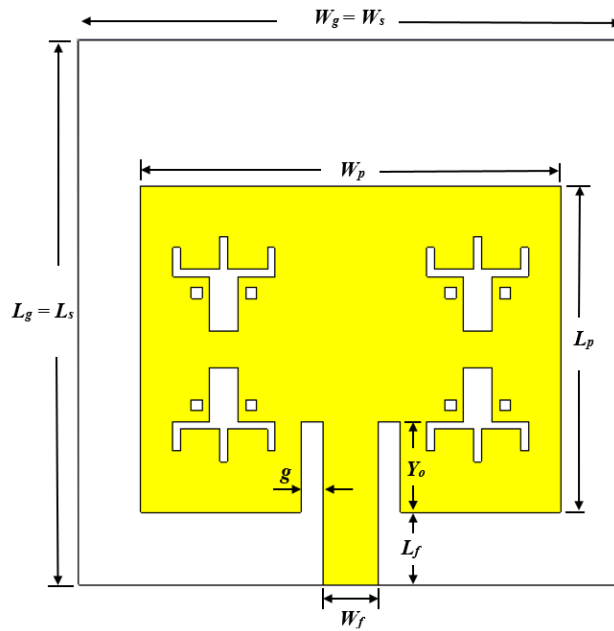


Figure 1. Primary dimensions of the multi-band proposed 5G antenna

In the beginning, the copper patch is constructed on face of the Roger layer, and a copper fully ground is also utilized to the substrate but in the bottom. Then, technique of inset feed is used to transfer the maximum possible power between the feeding and the patch. The small patch antenna is created on top of the substrate with measurements $11.585 \text{ mm} \times 8.98 \text{ mm} \times 0.035 \text{ mm}$ connected by 50 ohm microstrip line feeding with 1.52 mm width and 2 mm length dimensions. Figure 2 shows the shape of the slots for dual-band proposed antenna design. The overall dimensions of the slotted patch antenna as shown in Figure 1 and Figure 2 can be illustrated in Table 2.

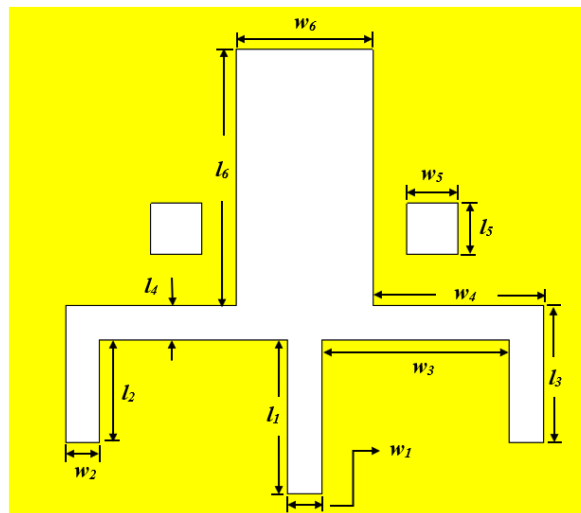


Figure 2. Fork and Square slots dimensions of dual-band compact patch antenna

Table 2. Dimensions of the multi-band proposed 5G antenna

Parameter	Description	Value (mm)
W_g	Width of conducting copper ground	15
L_g	Length of conducting copper ground	15
W_s	Width of roger substrate	15
L_s	Length of roger substrate	15
W_p	Width of rectangular patch antenna	11.585
L_p	Length of rectangular patch antenna	8.98
W_f	Width of feed line	1.52
L_f	Length of feed line	2
g	Width of inset feed	0.61
Y_o	Length of inset feed	2.5
W_1	Width of slot 1	0.2
L_1	Length of slot 1	0.9
W_2	Width of slot 2	0.2
L_2	Length of slot 2	0.6
W_3	Width of slot 3	1.1
L_3	Length of slot 3	0.8
W_4	Width of slot 4	1
L_4	Length of slot 4	0.2
W_4	Width of slot 5	0.3
L_5	Length of slot 5	0.3
W_6	Width of slot 6	0.8
L_6	Length of slot 6	1.5

3. SIMULATION RESULTS

Simulation results of the design are given in this part and the antenna has been built in CST ver. 2018. Figure 3 highlights the structure steps headway of the compact antenna.

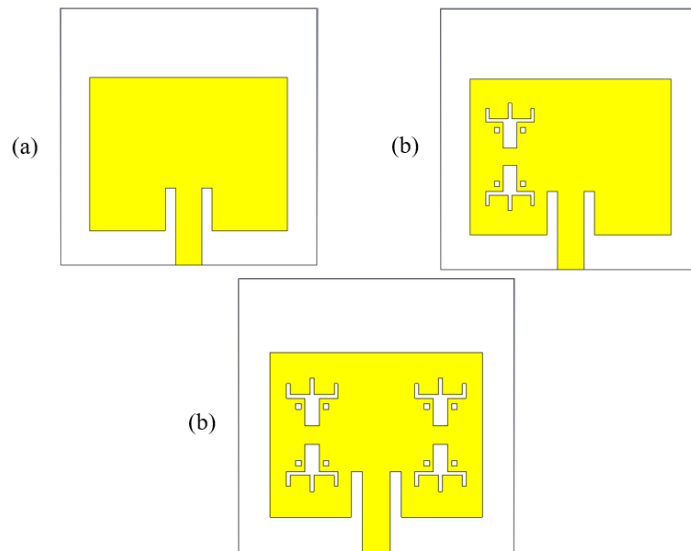


Figure 3. Progression steps of the multi-band proposed 5G Antenna

Figure 3(a) represents a traditional antenna without slots. The first stage simulation revealed that there were multiple undesirable frequency bands occurring between the desired bands at 18.18 GHz and 23.3 GHz. To remove those undesired bands, twice slot shape like fork is created within above and bottom of the patch to the left of the feed line as well as two square slots around each fork as illustrated in Figure 3(b). Despite slots created in Figure 3(b), some unwanted bands and ripples still appeared at 20.78 GHz, 22.19 GHz. Finally, the addition of the same slots in figure 3(b) symmetrically to the right of the feed line in Figure 3(c), led to removal of undesired frequency bands, get further improve the bandwidth and enhance the reflection coefficient for good enough impedance matching at each resonance frequency desired. Figure 4 depicts the results of return loss for each stage of proposed antenna development.

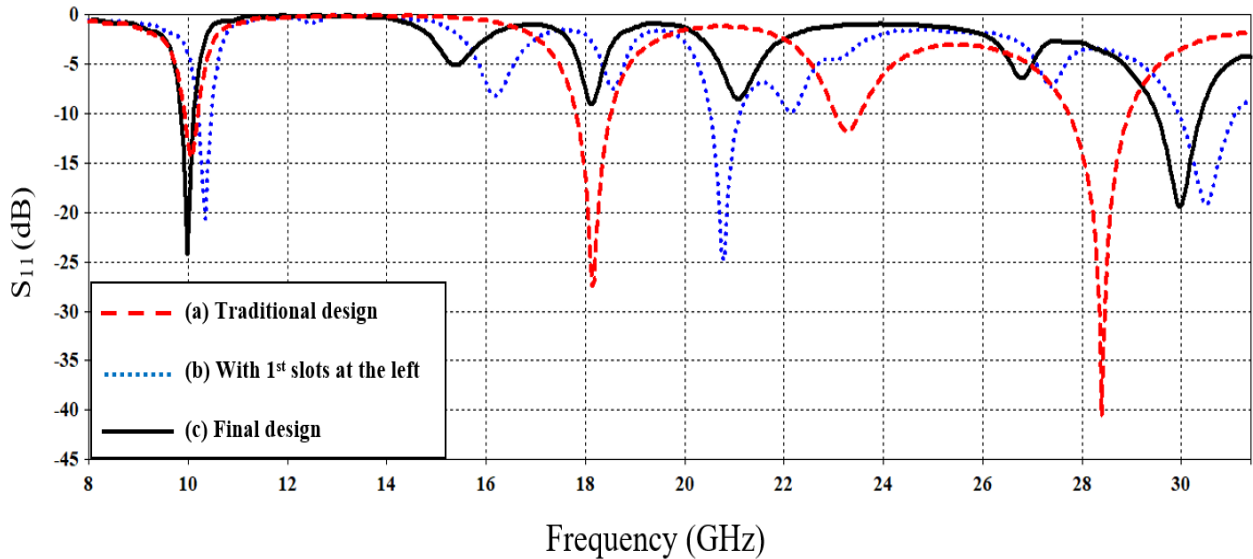


Figure 4. Reflection coefficient for each stage of proposed antenna design

After printed antenna simulated on CST resulted in a bandwidth of about 285.2 MHz with S_{11} of -22.77 dB at 10 GHz and 981 MHz with S_{11} of -19.28 dB at 30 GHz. Figure 4 detailed the reflection coefficient for wanted and unwanted frequency bands for each step of the design evolution.

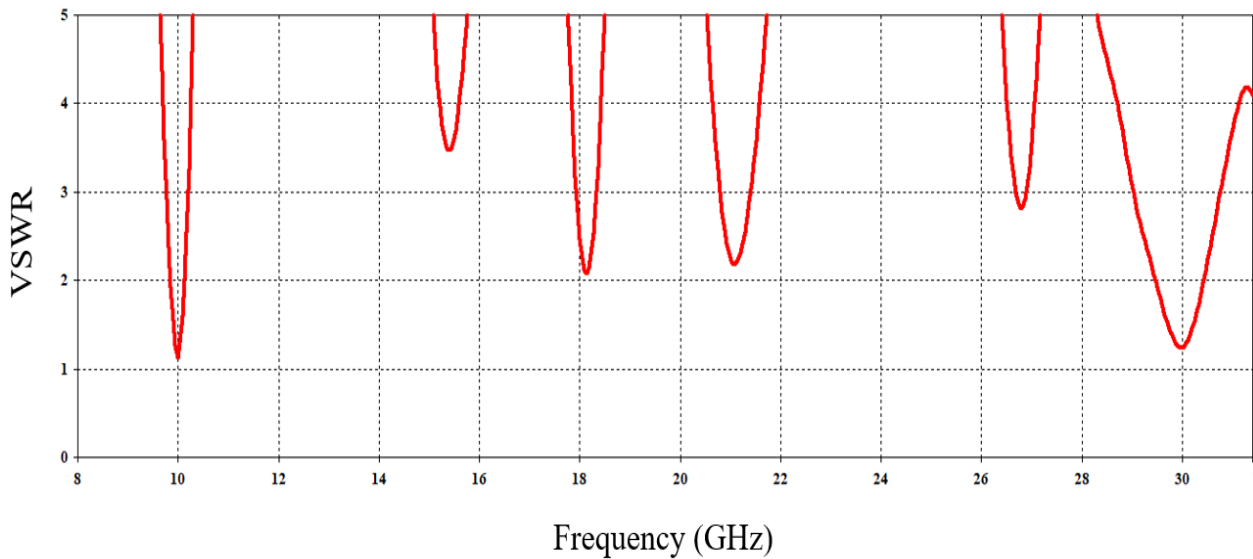


Figure 5. Voltage Standing Wave Ratio values with frequency Domain of multi-band proposed antenna

VSWR uses to measure numerically describes how the antenna is impedance matched to the feed line as well as uses to measure the power returned from the antenna. The voltage standing wave ratio

represents the relationship between the maximum and minimum voltages. That's means, the greater VSWR leads to the mismatching between the patch and transmission line and vice versa in the case of minimum VSWR as a unity that leads to the perfect match. The simulated voltage standing wave ratio with domain of frequency have approved that the printed antenna has VSWR value of 1.16 at 10 GHz and 1.24 at 30 GHz as illustrated in Figure 5. For mentioned above that, the compact antenna can be easily to operate at the two-resonance frequency as prepared. For more details of the compact antenna performance, the values of gain are illustrated in Figure 6, and notice that obtained gains 6.15 dB and 10.7 dB at 10 GHz and 30 GHz, respectively. The high gain antenna refers to be more directional and makes it run more efficiently in receiving mode because of less received noise. These results have been registered as a suitable value for use in future 5G wireless systems

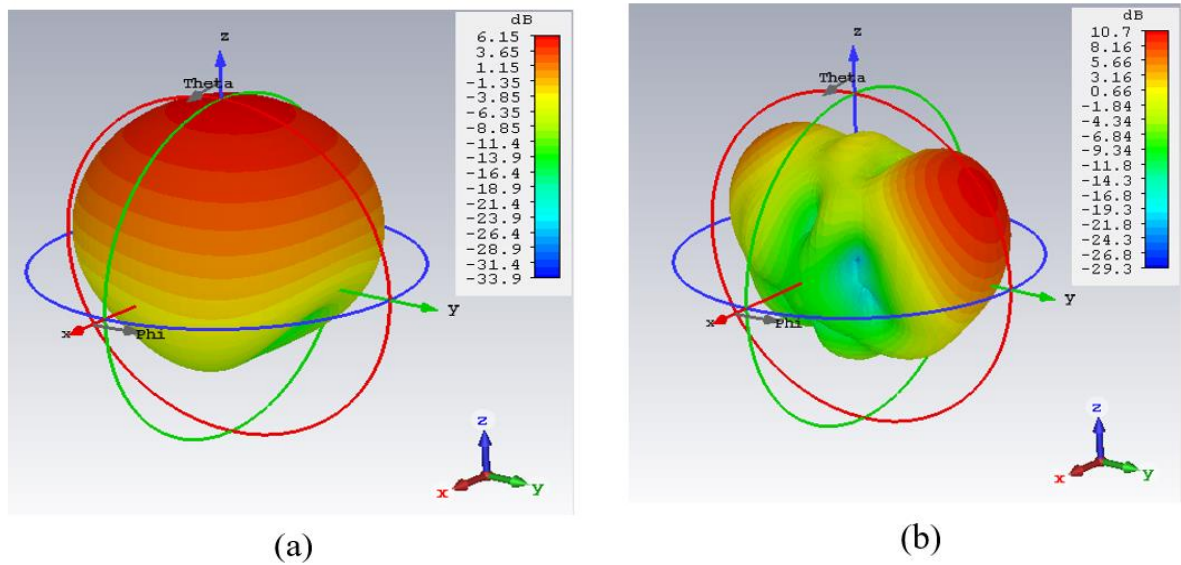


Figure 6. Three-dimensional gain of proposed 5G antenna at (a) 10 GHz, (b) 30 GHz

Figure 7(a) shows the radiation pattern at 10 GHz in the E-plane ($\phi=0^\circ$), with the magnitude and orientation of the main lobe being 6.99 dBi and 0° , respectively, and the angular beamwidth (3 dB) being 86.3° . Furthermore, Figure 7(b) at 10 GHz in H-plane ($\phi=90^\circ$) discovered that the magnitude and orientation of the main lobe was 7 dBi and 3° , respectively, angular beamwidth (3 dB) being 86.7° . The radiation pattern in 7(c) at 30 GHz, in E-plane ($\phi=0^\circ$), found that the magnitude and direction of the main lobe are 1.72 dBi and 0° , respectively as well as the angular beamwidth (3 dB) is 43.1° . Besides that, Figure 7(d) at 30 GHz also, in H-plane ($\phi=90^\circ$), found that the magnitude and direction of the main lobe are 11.4 dBi and 55° , respectively as well as the angular beamwidth (3 dB) is 43.4° .

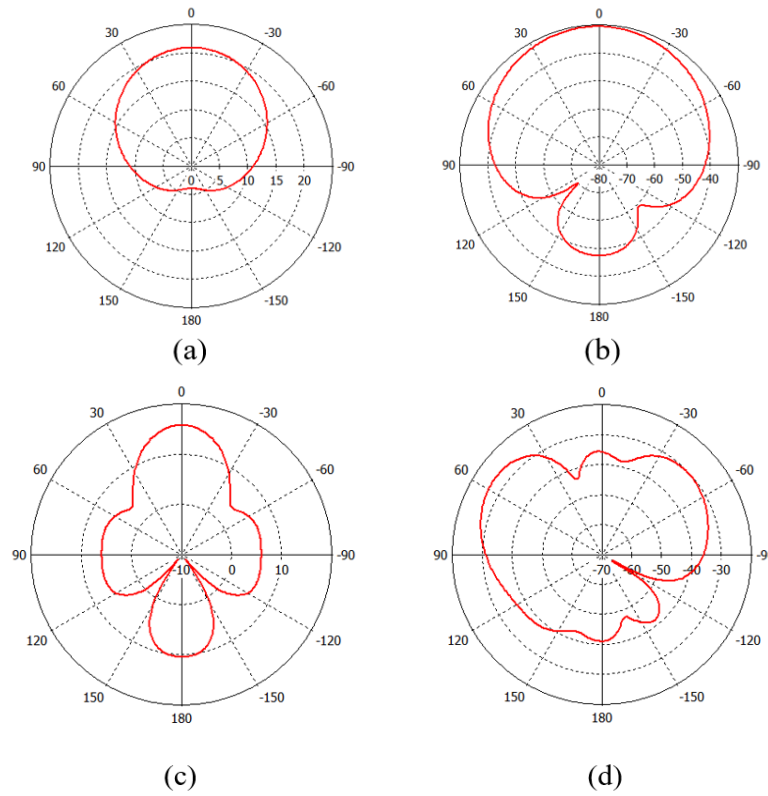


Figure 7. Two-dimensional directivity of (a) E-field and (b) H-field at 10 GHz and also (c) E-field and (d) H-field at 30 GHz

The antenna which has 100 percent efficiency means that the total power supplied by source to antenna will send all by it without losses. In practical life, there is no perfect antenna. An antenna with an efficiency ranging from (50 to 60) percent is considered a well-functioning antenna.

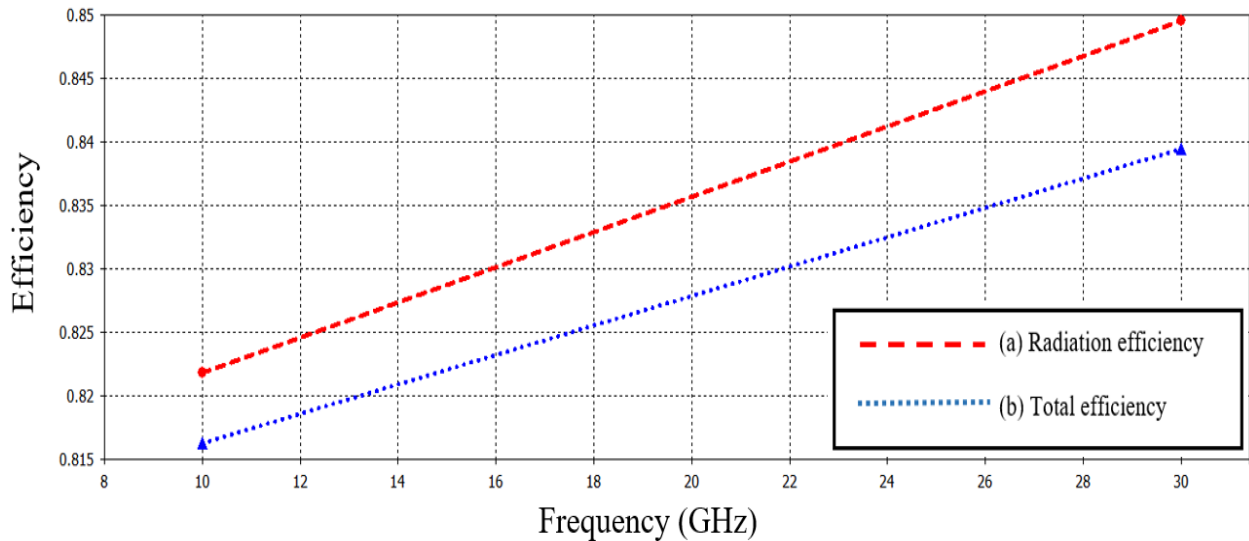


Figure 8. Total and radiation efficiency at 10 GHz and 30 GHz of dual-band proposed antenna

Finally, the total and radiation efficiency of the multi-band proposed antenna is shown in Figure 8, and noticed that the efficiency values are 81.62 %, 82.18 % and 83.94 %, 84.95 % at 10 GHz and 30 GHz,

respectively. All parameters in Table 3 have been obtained after simulated of inset feed dual-band proposed patch antenna in CST software.

Table 3. Shows parameters results of multi-band proposed antenna design

Frequency (GHz)	Return Loss (dB)	Gain (dB)	VSWR	Bandwidth (GHz)	Rad. Efficiency (%)
10	-22.77	6.15	1.16	0.285	82.18
30	-19.28	10.7	1.24	0.981	84.95

After obtaining all of the parameters for this work and comparing them to previous references, it was discovered that this proposed multi-band patch antenna achieved high gain and sufficient bandwidth at each resonance frequency, with lower return loss. These results indicate that the proposed patch antenna produce directional radiation at all wanted resonance frequency bands and this is good enough for point-to-point and device-to-device wireless communication along with it supports power saving within the network because of the near distance between the users of the devices. In terms of total dimension, calculated values of resonant frequencies, return loss, and bandwidth, Table 4 introduces comparing between the proposed patch antenna to other references.

Table 4. Illustrates parameters results of earlier and recent works comparing with a proposed antenna.

	Antenna Size (mm ³)	Frequency (GHz)	Return Loss (dB)	Bandwidth (GHz)
(Othman et al., 2014)	31.7 × 18.5 × 1.6	10	-30.5	2.25
(Verma et al., 2016)	20 × 20 × 1.6	10.15	-18.27	0.38
(Tu et al., 2017)	19.25 × 26 × 0.79	28	-40.36	1.2
		38	-30	0.37
(Abdelaziz and Hamad, 2019)	20 × 16.5 × 0.508	10	-25.8	0.343
		28	-24.9	0.761
		38	-32.9	1.5
This work	15 × 15 × 0.508	10	-22.77	0.285
		30	-19.28	0.981

5. Conclusion

Multi-band rectangular patch antenna with fork and square slots have been proposed for future 5G technology in this letter. These slots used for removing undesired frequency bands. The antenna is a so unobtrusive structure with measurements 15 mm × 15 mm × 0.508 mm. For that, it can be readily integrated within devices that have area restraints. The proposed printed antenna structure is fabricated on dielectric material that has low relative permittivity of 2.2 from Roger RT 5880 substrate . The antenna has been constructed to operate at 10 GHz and 30 GHz and have a bandwidth of 285.2 MHz and 981 MHz, respectively. So, this compact printed antenna is a very good nominee for future 5G applications.

REFERENCES

- Abdelaziz, A. and Hamad, E.K., 2019. Design of a compact high gain microstrip patch antenna for tri-band 5 G wireless communication. *Frequenz*, 73(1-2), pp.45-52.
- Almashhdany, M.B., Al-Ani, O.A., Sabaawi, A.M., Altaee, M.A., Hussein, N.J. and Abdelreda, F.A., 2020, July. Design of Multi-band Slotted mmWave Antenna for 5G Mobile Applications. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 881, No. 1, p. 012150). IOP Publishing.
- Amin, M.M., Mansor, M.F., Misran, N. and Islam, M.T., 2017, May. 28/38GHz dual band slotted patch antenna with proximity-coupled feed for 5G communication. In *2017 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)* (pp. 1-2). IEEE.
- Bhandari, N., Devra, S. and Singh, K., 2017. Evolution of cellular network: from 1G to 5G. *International Journal of Engineering and Techniques*, 3(5), pp.98-105.

- Kachhavay, M.G. and Thakare, A.P., 2014. 5G technology-evolution and revolution. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 3(3), pp.1080-1087.
- Khan, M.U., Sharawi, M.S. and Mitra, R., 2015. Microstrip patch antenna miniaturisation techniques: a review. *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, 9(9), pp.913-922.
- Khan, Z., Memon, M.H., Rahman, S.U., Sajjad, M., Lin, F. and Sun, L., 2020. A Single-Fed Multiband Antenna for WLAN and 5G Applications. *Sensors*, 20(21), p.6332.
- Othman, M.A., Azman, H., Husain, M.N., Abd Aziz, M.Z.A., Abd Rahim, Y., Pee, A.N.C., Motsidi, M.R. and Othman, M.F.I., 2014, April. 10 GHz microstrip spanar antennas: an experimental analysis. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 495, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.
- Pisarov, J. and Mester, G., 2020. The Impact of 5G Technology on Life in 21st Century. *IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR)*, 16(2), pp.11-14.
- Salih, A.A., Zeebaree, S.R., Abdulraheem, A.S., Zebari, R.R., Sadeeq, M.A. and Ahmed, O.M., 2020. Evolution of Mobile Wireless Communication to 5G Revolution. *Technology Reports of Kansai University*, 62(5), pp.2139-2151.
- Tu, D.T.T., Thang, N.G., Ngoc, N.T., Phuong, N.T.B. and Van Yem, V., 2017, October. 28/38 GHz dual-band MIMO antenna with low mutual coupling using novel round patch EBG cell for 5G applications. In *2017 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)* (pp. 64-69). IEEE.
- Verma, S., Mahajan, L., Kumar, R., Saini, H.S. and Kumar, N., 2016, September. A small microstrip patch antenna for future 5G applications. In *2016 5th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (trends and future directions)(ICRITO)* (pp. 460-463). IEEE.
- Vora, L.J., 2015. Evolution of mobile generation technology: 1G to 5G and review of upcoming wireless technology 5G. *International journal of modern trends in engineering and research*, 2(10), pp.281-290.
- Wang, H., Zhang, P., Li, J. and You, X., 2019. Radio propagation and wireless coverage of LSAA-based 5G millimeter-wave mobile communication systems. *China Communications*, 16(5), pp.1-18.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN ATIK YÖNETİMİNDE YERİ

Irmak YILDIRIM

Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü
irmaky@windowslive.com, , ORCID: 0000-0002-9804-5535

Özet

Bu çalışmada, öncelikle kısa bir kavramsal çerçeve sunulup, ardından sürdürülebilirliğin atık yönetiminde durumu hakkında görüşlerin sunulması amaçlanmıştır. Dünyada nüfus artışının gün geçtikçe ivmelenerek artmasından dolayı günümüz sorunlarından olan doğal kaynakların azalması ve bu duruma paralel olarak dünyamızın ömrünün azalmasının önüne geçilmesi öncelikle bireysel ardından da toplumsal sorumluluktur. Bu duruma çare olacak büyük basamak ise sürdürülebilir yaşamın insan hayatında yaşam tarzı haline gelmesidir. Gün geçtikçe değişen dünya düzeninde katı atık yönetiminin öneminin artmasıyla birlikte konuyla ilgili ulusal ve uluslararası alanda yapılan sürdürülebilir çalışmalar hız kazanmaktadır. Çevre koruma alanında uluslararası işbirliğinin ilk adımı 1987’de yayınlanan “Ortak Geleceğimiz” (Bruthland Raporu) adlı raporda “sürdürülebilir gelişme/ kalkınma” olarak yerini almıştır (Kaplan,1997: 9). Bruthland Raporu’nda sürdürülebilirlik ifadesi “bugünün gereksinimlerinin, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeden karşılanması” olarak ifade edilmiştir. Bruthland Raporunu takip eden 1992 Rio Konferansı, 1996 Habitat II, 1997 (Rio+5) Dünya Zirvesi, 2002 Johannesburg Konferansı gibi uluslararası görüşmelerde sürdürülebilir kalkınma konuları sıklıkla bahsedilerek dünyamıza şekil vermeye devam etmiştir. Türkiye’de katı atık kavramı ilk kez 1983’ te yayınlanan Çevre Kanununda kullanılmıştır. AB’ye uyum sürecinde ise çevre ile ilgili mevzuatlar Türkiye’nin katı atıklarla mücadele sürecine hız kazandırmıştır. Ülkemizde atık yönetimi başta Çevre Kanunu olmak üzere bu kanuna dayanarak yayımlanan yönetmeliklerde yer alan atık hiyerarşisi (önleme, azaltma, tekrar kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, bertaraf) esasına göre gerçekleştirilmektedir. Sürdürülebilir atık yönetimi; atık önleme, tekrar kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanıma odaklanarak, atık hiyerarşisinin mevzuatlara, çevre ve insan sağlığını bozmadan gelecek nesillere aktarımının sağlamaktır. Bilgi, sanat, doğa mirası gibi nesilden nesile aktarılan değerlerin devam edebilmesi için dünyamızın var olmaya devam etmesi gerekmektedir. Bunun için de sürdürülebilir yaşam her bireyde her evde her toplumda bilinçli şekilde süre gelmelidir.

Anahtar Kelimeler: Atık yönetimi, nüfus artışı, sürdürülebilirlik, Çevre Kanunu

SUSTAINABILITY IN WASTE MANAGEMENT

Abstract

In this study, it is aimed first to present a brief conceptual framework and then to present opinions about the status of sustainability in waste management. Due to the increasing population growth in the world day by day, the decrease in natural resources, which is one of the problems of today, and the prevention of the decrease in the life of our world in parallel with this situation is primarily individual and then social responsibility. The big step to remedy this situation is that sustainable life becomes a lifestyle in human life. With the increasing importance of solid waste management in the ever-changing world order, the national and international sustainable studies on the subject are gaining momentum. The first step of international cooperation in the field of environmental protection took its place as "sustainable development / development" in the report named "Our Common Future" (Bruthland Report) published in 1987 (Kaplan, 1997: 9). In the Bruthland Report, the term sustainability is expressed as "meeting the needs of today without compromising the ability of future generations to meet their own needs". In international meetings such as 1992 Rio Conference, 1996 Habitat II, 1997 (Rio + 5) World Summit, 2002 Johannesburg Conference, following the Bruthland Report, sustainable development issues were frequently mentioned and continued to shape our world. The concept of solid waste for the first time in Turkey in 1983 was used, published in Environmental Law. In the process of harmonization with EU legislation on environment has accelerated the process of struggle with Turkey's solid waste. Waste management in our country is carried out on the basis of the waste hierarchy (prevention, reduction, reuse, recycling, recovery, disposal) included in the regulations published based on this law, especially the Environmental Law. Sustainable waste management; To ensure that the waste hierarchy is transferred to future generations without harming the environment and human health by focusing on

waste prevention, reuse, recycling and recovery. Our world must continue to exist so that values such as knowledge, art, and natural heritage can continue to be passed down from generation to generation. For this, sustainable living should come to an end in every individual, every home, in every society consciously.

Keywords : Waste management, population growth, sustainability, Environmental Law

1. GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesinin peşi sıra gelişen sanayileşme, sanileşmenin getirisi olan toplumlarda ki nüfus artışı, tüketim alışkanlıklarının hızlanması gibi dünyada yaşanan değişimler; dünyada var olan hammaddelerin ve doğal kaynakların kıtlığı, sınırlı tüketimi zorunlu hale getirirken çevrenin de hızlı bir şekilde kirlenmesine neden olmaktadır. Dünyada gün geçtikçe hız kazanan nüfus artışı; atık maddelerin miktarı, çeşidi ve çevreye olan etkileri tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır.

Literatürde katı atık yönetimi, “toplum tarafından daha fazla faydalı olmadıkları gerekçesiyle atılan maddelerin topluma ve çevreye zarar vermeden, belli yöntemlerin bilinçli bir şekilde uygulanması ile toplama aşamasından son yok ediş aşamasına kadarki süreci konu edinen uygulamalar” (Palabıyık,1998: 51) şeklinde tanımlanmaktadır.

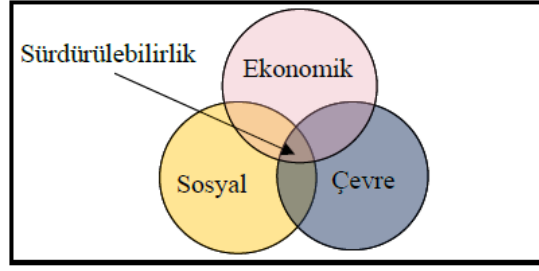
Gelişen teknoloji, sanayileşme, nüfus artışının getirisi olarak hızlı kentleşmenin sonucu, tüketim alışkanlıklarında ki değişimler katı atıkların karakterini de etkileyerek, insanların yaşam şekillerine göre farklılık göstermek durumunda kalmıştır. Katı atık miktarı ve yapısı, ülkenin genel sosyo-ekonomik yapısına göre değişkenlik göstermektedir. Hatta aynı ülke içinde bulunan kentlerin özelliklerine, o kentlerde yaşayanların yaşam tarzlarına, tüketim alışkanlıklarına, gelenek ve göreneklerine bağlı olarak farklılaşmakta, içerikleri değişmektedir. Örneğin büyük şehirlerde yaşayan ve çalışan nüfus sayısı fazla olan bir aileye göre kasabada yaşamını sürdüren ailenin tükettiği katı atık miktarı tüketimini oranlanması doğrultusunda, büyük şehirde yaşayan ailenin tükettiği katı atık miktarının fazlalık göstermesi muhtemel kaçınılmaz bir durumdur.

Gün geçtikçe değişen dünya düzeninde katı atık yönetiminin öneminin artmasıyla birlikte konuyla ilgili ulusal ve uluslararası alanda yapılan çalışmalar hız kazanmaktadır. Çevre koruma alanında uluslararası işbirliğinin ilk adımı 1987’de yayınlanan “Ortak Geleceğimiz” (Bruthland Raporu) adlı raporda “sürdürülebilir gelişme/ kalkınma” olarak yerini almıştır (Kaplan,1997: 9). Bruthland Raporu’nda sürdürülebilirlik ifadesi “bugünün gereksinimlerinin, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeden karşılanması” olarak ifade edilmiştir. Bruthland Raporunu takip eden 1992 Rio Konferansı, 1996 Habitat II, 1997 (Rio+5) Dünya Zirvesi, 2002 Johannesburg Konferansı gibi uluslararası görüşmelerde sürdürülebilir kalkınma konuları sıklıkla bahsedilerek dünyamıza şekil vermeye devam etmiştir. Bu çalışmada, öncelikle kısa bir kavramsal çerçeve sunulup, ardından sürdürülebilirliğin atık yönetiminde durumu hakkında görüşlerin sunulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik ve " Ekolojik " genellikle birbirlerinin yerine kullanılır, ancak sürdürülebilirlik daha geniş bir anlam içermektedir. Sürdürülebilirlik, çevreye karşı sorumlu, sağlıklı, adil ve adaletli yerler oluşturmak anlamına taşımaktadır. Yapılı çevrenin yenilenmesine doğal, insani ve ekonomik boyutlarıyla bakmak demektir. Herkes için yaşam kalitesini destekleyen sistemler ve çözümler bulmak anlamına gelmektedir. Sürdürülebilirlik kavramını ifade etmek için kullanılan üç temel ilke, aşağıdaki Şekil 1’de gösterilmektedir. Üç temel dayanak kavramı uzun vadeyi içerir ve aşağıda belirtilen üç tür kaynağın potansiyetleri ile en iyi yapılmış uygulamalarını değerlendirir (Knox, 2015).



Şekil 1 : Sürdürülebilirliğin üçlü alt çizgisi (Knox, 2015)

Ekolojik olarak sürdürülebilir kalkınma, büyümeyi desteklemek için doğal çevrenin sınırlarının farkında olan ekonomik kalkınmanın arkasındaki kişileri ifade etmektedir. Bu bağlamda, kitlesel yoksulluğun dünya çapında bir sorun olduğu ve ortadan kaldırılması gerektiği kabul edilmektedir. Ekoloji kavramına göre, herkesin temel ihtiyaçlarını karşılayarak, daha iyi bir yaşam sürdürebilmesinin yaygınlaşması hedeflenmektedir. Doğal kaynakların kullanımının denetlenerek, dünyanın tükenmekte olan sınırlı doğal kaynaklarını yenilemeye odaklanmak gerekmektedir (Shrivastava, 1995). Kavram, Ortak Geleceğimiz Raporu'nda “bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak” (Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu, 1991: 51, 71) biçiminde tanımlanmıştır.

2.2. Çevre ve Çevre Kirliliği Kavramı

24 Mart 1972'de Avrupa Komisyonu'nun çevre ile ilgili hazırladığı bildiriye yapılan açıklamada; “Çevre, yaşam ortamını, çerçevesini, insanlığın hayat şartlarını ve toplumu, karmaşık ve karşılıklı etkileşimleri ile şekillendiren unsurların tümü ile birlikte sosyal, doğal ve kültürel çevreyi kapsamaktadır” denilmektedir (Budak, 2000). Canlıları etkileyen dış faktörlerin çevrenin uyumunu bozması ile “çevre kirliliği” oluşmaktadır. Sanayi faaliyetleri, kentsel ve tarımsal faaliyetlerden çevre kirliliğinin en önemli kaynaklarını oluşturmaktadır. Teknolojinin gelişmesi, sanayileşmenin artması ve hızlı nüfus artışı ile birlikte çevrenin dengesi bozularak çevre kirliliğinin önemli boyutlara ulaşmasına neden olmaktadır (Gökmen, 2011: 403-404). Gün geçtikçe hız kazanan nüfus artışının getirisini olarak günümüz sorunlarının büyük kısmını kapsayan, insanların neden olduğu çevre kirliliği başka canlılara zarar vermesi ve kaynak kullanımını hızlandırmasından dolayı toplumsal sorun haline gelmiştir.

2.3. 2872 Sayılı Çevre Kanunu

09.08.1983 tarihli ve 18132 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 2872 Sayılı Çevre Kanunu “Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamak” amacı ile hazırlanmıştır. Kanunda mevcut olan diğer konu, kirlenme öder ilkesi olup, kirlenme ihtimalinin bulunduğu hallerde tedbir alınması veya bertaraf edilmesi, kirlenmelerin sorumluluğunda bulunmaktadır. (Çevre Kanunu, 1983). 02.04.2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği, atık oluşumunun azaltılması, atıkların insan ve çevre sağlığına zarar vermeden bertaraf edilmesi, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve doğal kaynak kullanımının azaltılması gibi konuların nasıl ve ne şekilde uygulanacağı ifade edilmektedir. (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

2.4. Katı Atık İstatistikleri

TÜİK tarafından yayınlanan 2014-2018 yılları arası verilerine göre, Türkiye nüfusunun ve toplam belediye nüfusunun sürekli arttığı görülmektedir. Oluşan ve toplanan belediye atık miktarında da sürekli artış gözlemlenmiş olup, 2018 yılında kişi başı ortalama atık miktarının 1,16 kg olduğu görülmektedir.

Tablo 1 : 2010-2018 Yılları Arasında Belediye Atık Göstergeleri

	2010	2012	2014	2016	2018
Türkiye nüfusu	73.722.988	75.627.384	77.695.904	79.814.871	82.003.882
Toplam belediye sayısı	2.950	2.950	1.396	1.397	1.399
Toplam belediye nüfusu	61.571.332	63.743.047	72.505.107	74.911.343	76.888.607
Atık hizmeti veren belediye sayısı	2.879	2.894	1.391	1.390	1.395
Atık hizmeti verilen belediye nüfusu	60.946.131	63.105.474	70.843.913	73.854.880	75.952.539
Atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	99	99	97,7	98,6	98,8
Oluşan belediye atık miktarı (Bin ton/yıl)	29.733	30.786	31.230	33.763	34.533
Toplanan belediye atık miktarı (Bin ton/yıl)	25.277	25.845	28.011	31.584	32.209
Kişi başı ortalama atık miktarı (Kg/kişi-gün)	1,14	1,12	1,08	1,17	1,16

Tablodaki rakamlar yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyecektir.

(TÜİK, 2020)

Belediyelerin toplama ve bertaraf sorumluluğunda olan bu atıklar, belirtilen yıllar arasında sürekli artış göstermiş olup, belediye çöplüğüne gönderilen miktarları azalırken, düzenli depolama tesislerine gönderilenlerde artış olduğu gözlemlenmiştir. (TÜİK, 2020).

Tablo 2 : Belediye Atık Miktarları ve Bertaraf / Geri Kazanım Yöntemleri

	2014		2016		2018	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Bertaraf ve Geri Kazanım Yöntemi						
Toplanan Belediye Atık Miktarı	28.011	100	31.584	100	32.209	100
Belediye Çöplüğüne Gönderilen	9.936	35,5	9.095	28,8	6.521	20,2
Düzenli Depolama Tesisine Gönderilen	17.807	63,6	19.338	61,2	21.644	67,2
Açıkta Yakılan	4	0,01	10	0,032	6	0,019
Dereye ve Göle Dökülen	16	0,06	0,5	0,002	0,5	0,002
Gömülen	7	0,02	7	0,021	2	0,006
Diğer Bertaraf Yöntemleri ⁽¹⁾	114	0,41	41	0,13	65	0,2
Kompost Tesisine Gönderilen	126	0,4	146	0,5	123	0,38
Diğer Geri Kazanım Tesislerine Gönderilen ⁽²⁾	-	-	2.946	9,3	3.848	11,9

- Bilgi yoktur.

(1) Açıkta yakarak, gömerek, dereye ve araziye dökerek yapılan bertarafı kapsamaktadır.

(2) Belediyeler tarafından ayrı toplanarak geri kazanım tesislerine gönderilen cam, metal, kağıt, plastik vb. atıklar ile biyogaz ve kompost tesislerine gönderilen diğer atıkları kapsamaktadır.

(TÜİK, 2020)

Türkiye’de atıkların bertaraf ve geri kazanımlarının yapıldığı tesislerin, 2016 ve 2018 yıllarına ait verilerine Tablo 3’te yer verilmiş olup, düzenli depolama, yakma, kompost, beraber yakma ve diğer geri kazanım tesislerinin tamamının arttığı, görülmektedir.

Tablo 3: Atık Bertaraf ve Geri Kazanım Tesis İstatistikleri

	2016	2018
Atık bertaraf ve geri kazanım tesisleri Sayısı	1.698	2.223
Atık bertaraf tesisi Sayısı	140	166
Düzenli Depolama Tesisi Sayısı	134	159
Yakma Tesisi Sayısı	6	7
Kompost Tesisi Sayısı	7	8
Beraber Yakma (Ko-İnsinerasyon) Tesisi Sayısı	35	40
Diğer Geri Kazanım Tesisleri Sayısı	1.516	2.009

(TÜİK, 2020)

2.4.1. Kaynak Kullanımı

Nüfus ve sanayinin artışının getirisi olarak fazla kaynak kullanımı, çevre kirliliğinin de artmasına neden olmaktadır. Sıfır atık yaklaşımı, üretim faaliyetlerinde kullanılacak hammaddenin sınırlı olan doğal kaynaklardan karşılanması yerine, atık haline gelmiş bir materyalin, başka bir ürüne kaynak olabileceği mantığına da dayanmaktadır. Ülke ekonomilerinin düzenli işlemesi üretime, dolayısıyla da doğal kaynak ve hammadde akışına bağlı olmaktadır. Değerlendirilebilir atıkların üretim aşamasında kaynak olarak kullanılması, ekonomik kazanç sağlarken, kaynak tüketilmemesi sonucunu da doğurmaktadır, bu da zincirleme bir fayda olarak karşımıza çıkmaktadır. Sıfır atık stratejisinde atıklar, bir tehlike olarak görülmeyip, yarar sağlanacak bir olgu olarak ele alınmaktadır (Demir, 2019, ss. 35-36).

Yapılan araştırmalar, kaynak istihraç hızının bugünkü düzeyde devam etmesi halinde, 2030 yılına kadar, yenilenemeyen kaynaklardan; altın, civa, tellür, tungsten, kadmiyum gibi 23 maddenin arzında, küresel ölçekte sorunlar yaşanabileceğini göstermektedir. Bu kaynakların temin edilmesinde, doğal kaynak çıkarımı yerine, ihtiyacın, atıklardan kazanılması gibi alternatif yöntemlere başvurulması, sıfır atık bağlamında önemli görülmektedir (Zaman ve Lehman, 2015, s. 79).

2.5. Sürdürülebilir Tüketim Anlayışı

Dünya Bankası verilerine göre, gelişmiş ülkelerde yaşayan 1 milyar insanın ürettiği atık ile gelişmekte olan ülkelerde yaşayan 2,4 milyar insanın ürettiği atık miktarı aynı olmaktadır. Bu durum, gelişmişlik düzeyi ile atık üretime potansiyelinin aynı düzlemde olduğunu göstermektedir. Günümüz toplumlarında tüketim, “asil” bir kimlik sahibi olarak tanınmanın ve bu şekilde muamele görmenin bir göstergesi olarak sayılmaktadır. Oysaki Aristoteles;’e göre tüketim, asaletin tam dersi bir değeri ifade etmektedir. Sagoff’a göre ise tüketimin iki kavramı bulunmaktadır; kaynakları elde etmek ve tüketmek. Araştırmalar, insanların aşırı tüketimin yeryüzü kaynakları üzerine baskı oluşturacağını bilmelerine rağmen, mevcut tüketim alışkanlıklarını değiştirmek istemediğini göstermektedir. Sıfır atık yaklaşımı, her tüketimin bir kaynak kullanımı olduğunu bildirmekte, bireyleri sorumlu tüketmeye teşvik etmektedir. (Zaman ve Lehman, 2015, s. 78). 2015 yılında dünyanın önde gelen liderleri Birleşmiş Milletler öncülüğünde bir araya gelmiş, kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesinin teşvik edilmesi amacıyla “Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemini” kabul etmişlerdir. Gündem; kalkınma ile doğrudan bağlantılı konularda 2015 yılından başlamak üzere 15 yıl sürecek 17 sürdürülebilir kalkınma hedefini içermektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi çerçevesinde, 2016 yılında Birleşmiş Milletler öncülüğünde, New York’ta yapılan zirvede, 193 ülkenin imzasını taşıyan ”2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” kabul edilmiştir. (Akyol, 2019)



Şekil 2 : Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (<https://www.kureselamaclar.org/>)

2030 yılına kadar; doğal kaynakların sürdürülebilir ve etkili yönetiminin sağlanması, toptan ve kişi başına düşen gıda atıklarının yarıya indirilmesi, katı atık üretiminin azaltılması için önleme, azaltım, geri dönüşüm ve tekrar kullanım yöntemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması ile 2020 yılına kadar bazı tehlikeli kimyasalların ve tüm atıkların sebep olduğu çevresel negatif etkilerin en aza indirilmesi;

suya, havaya ve toprağa karışmasının mümkün olabildiğince azaltılması da hedefler arasında yer almaktadır (Akyol, 2019).

2.6. Çevre Kirliliğinin Nedenleri

Çevre kirliliğinin en önemli nedeni nüfus artışı oluşturmaktadır. Nüfus artışı, zamana ve mekâna göre fazlaca değişiklik göstermektedir (Tümertekin ve Özgüç, 2004: 180). Her geçen saniye artmaya devam etmektedir. (Tümertekin ve Özgüç, 2004: 180) Şehirler sanayileşmeyle eş anlamlı hale gelmektedir. Büyük merkezlerde sanayinin gelişmesi insanların kırsal alanlara göç etmesini engellemekte, insanların şehirlerde kalmasına yol açmaktadır (Tümertekin ve Özgüç, 2004: 334). Şehirleşme çevre kirliliğinin başka bir nedenidir. “Çevre kirliliği daha çok kentsel bir sorun olarak görülse de günümüzde kırsal alanları da olumsuz yönde etkileyen bir soruna dönüşmüştür” (Bozkurt, 2019: 2).

2.7. Atık Kavramı

Atıklarla ilgili bazı tanımlamalar Türkiye’de ilk defa 1983 yılında yayınlanan çevre kanununda yapılmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır:

Atık: Bir faaliyet sonucunda ortaya çıkarılan, çevreye atılan veya bırakılan her türlü malzemeyi (Çevre Kanunu, 1983),

Katı atık: Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile çevrenin korunması için, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı atık maddeleri (Çevre Kanunu, 1983),

Evsel katı atık: Evlerden, sanayi alanlarından, işyerlerinden, piknik alanları vb. yerlerden gelen ve tehlikeli atık olarak nitelendirilmeyen katı atıkları (Çevre Kanunu, 1983).

2.8. Sürdürülebilir Kalkınma Ve Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise ilk kez, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’na hazırlanan Brundtland Raporu’nda "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmaktadır. Geleceğin ihtiyaçlarının da karşılanmasının düşünüldüğü durumda şimdi attığımız her adımın aslında sürdürülebilir kalkınmaya yapılan bir katkı olduğu göz ardı edilmemelidir. Sürdürülebilir kalkınma kişilerin refah düzeyinin kaynakların korunmasıyla artırılmasıdır. Gelecek nesiller dikkate alınarak, çevreyle adapte olabilecek ekonomik politikalarının uygulanmasını ve gelecek nesillerin yaşam standartlarından çalmadan bugünkü kuşakların gereksinimlerinin karşılanmasını gerektirmektedir (Kaypak, 2010: 19).

2.9. Entegre Atık Yönetimi

Entegre atık yönetimi, “Evsel, tıbbi ve tehlikeli atık türlerinin azaltılması, ayrı ayrı toplanması, ara depolama yapılması, atıkların transferi için istasyonların oluşturulması, atıkların taşınması, geri kazanılması, bertarafı, bertaraf tesislerinin işletilmesi, tesisleri kapatma ve izleme ile kontrol etme süreçlerini kapsayan bir yönetim biçimidir” (Doğru, 2006: 9).

Entegre atık yönetiminin temel aşamaları şunlardır:

1. Atıkları önleme (eğitim ve teknolojik gelişmeler ile),
2. Atıkları azaltma,
3. Tekrar kullanma,
4. Geri kazanma,
5. Katı atıktan enerji üretimi,
6. Atıkların bertaraf edilmesi (Taşpınar, 2012: 5-7).

Tüm belediyelere uygulanan 2018 yılı Belediye Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre 1 399 belediyenin 1 395’inde atık hizmeti verildiği tespit edildi. Atık hizmeti veren belediyelerin 32 milyon 209 bin ton atık topladığı belirlendi.

2018 yılında belediyelerde toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarı 1,16 kg olarak hesaplandı. Üç büyük şehirde ise toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarının İstanbul için 1,28 kg, Ankara için 1,18 kg ve İzmir için 1,36 kg olduğu tespit edildi.

Atık hizmeti verilen belediyelerde toplanan 32 milyon 209 bin ton atığın %67,2'si düzenli depolama tesislerine, %20,2'si belediye çöplüklerine ve %12,3'ü geri kazanım tesislerine gönderilirken, %0,2'si ise açıkta yakılarak, gömülerek, dereye veya araziye dökülerek bertaraf edildi. (TÜİK, 2019)

Tablo 4. : Belediye Atık Göstergeleri

Belediye atık göstergeleri, 2016, 2018		
	2016	2018
Toplam belediye sayısı	1 397	1 399
Atık hizmeti veren belediye sayısı	1 390	1 395
Atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	98,6	98,8
Toplanan atık miktarı (Bin ton)	31 584	32 209
Kişi başı ortalama atık miktarı (Kg/kişi-gün)	1,17	1,16
Toplanan atığın bertaraf ve geri kazanım yöntemlerine göre oranı (%)		
Düzenli depolama tesisine gönderilen	61,2	67,2
Belediye çöplüğüne gönderilen	28,8	20,2
Geri kazanım tesislerine gönderilen	9,8	12,3
Diğer bertaraf yöntemleri ⁽¹⁾	0,2	0,2

Tablodaki rakamlar yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

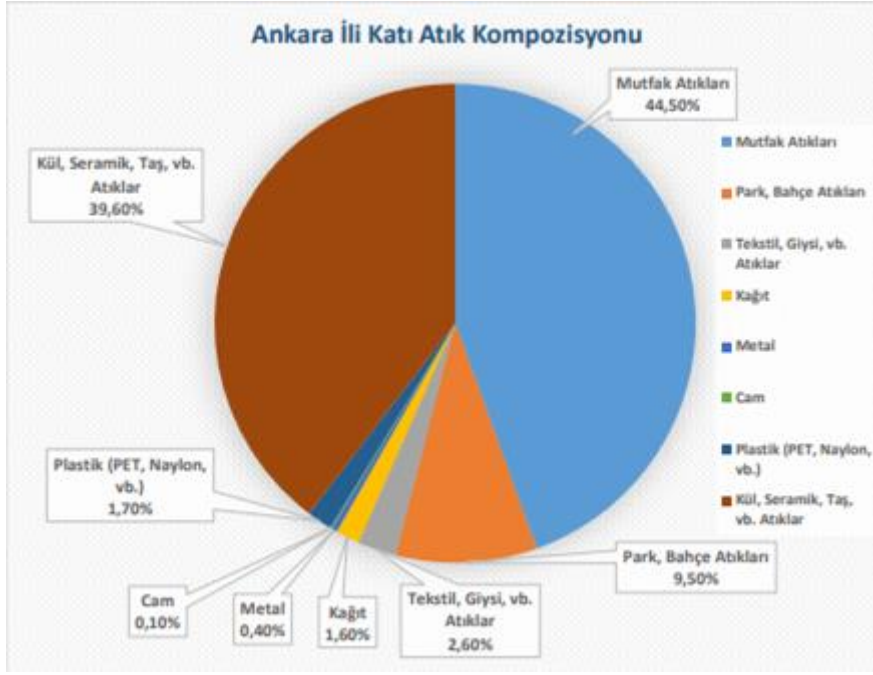
(1) Açıkta yakarak, gömerek, dereye ve araziye dökerek yapılan bertarafı kapsamaktadır.

2.10. Türkiye’de Katı Atıklar

Türkiye’de, bütün beşeri faaliyetler yüzyıllar boyunca az çok istikrar gösteren bir fiziki temel üzerinde 6000 yılı aşan bir iskan devresi boyunca sürekli değişen tarihi ve sosyal olaylarla birlikte, geçmiş kültürlerin oluşturduğu ortamdan etkilenerek ve bu ortamı etkileyerek oluşmaktadır (Erinç, 1972: 165). Kısacası bu süreç içerisinde çevre hem toplumu, toplumsal faaliyetleri etkilemiş, hem de etkilenmiştir. Bu etkilenme sürecinde toplum çevreden olumlu yönde etkilenirken, çevre çoğu durumda olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu olumsuzluklar kendini çevre sorunları olarak göstermektedir. Toprak, su, hava, gürültü kirliliği, küresel ısınma, biyoçeşitlilik kaybı, arazi kullanımının değişimi, arazi degradasyonu, katı atık kirliliği bu olumsuz etkilerden yalnızca birkaçını oluşturmaktadır. Günümüz dünyasının en önemli çevre sorunlarından birini katı atık sorunu teşkil etmektedir. Çünkü gün geçtikçe daha fazla katı atıkla karşı karşıya kalmaktayız. Türkiye’de katı atık problemi ile karşı karşıya kalan ülkelerden yalnızca biridir. (Banar, 2009).

2.11. Türkiye’de Belediye Atıkları

Belediye atıkları genellikle tehlikesiz olarak adlandırılan ve evlerden kaynaklanan, içerikleri benzer olan atıklardır. Türkiye’de belediye katı atıklar kompozisyonunda ikinci sırada %22 ile diğer yanmayanlar gelmektedir. Bunları taş, kum, toz ve seramik atıkları oluşturmaktadır. Türkiye katı atık kompozisyonunda, üçüncü sırayı ise %19 ile diğer yanabilen sınıfına giren çocuk bezi, kumaş, ayakkabı, çanta gibi atıklar oluşturmaktadır. Bu atıkların büyük bir kısmını evsel atıklar oluşturmaktadır.



Grafik 1: Ankara İlinde 2019 Yılı İtibariyle Katı Atık Kompozisyonu
(Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığı,2019)

3. SONUÇ

İnsan faaliyetlerinin sonucunda atık oluşumları yerel olsa da etkileri yerelin dışına çıkarak küresel hissedilebilmektedir. Bu nedenle, oluşan atıkların yerel düzeyde kontrol edilebilmesi sonucu ile küresel düzeyde fayda sağlanabileceği düşünülmektedir. Türkiye’de katı atık kavramı ilk kez 1983’ te yayınlanan Çevre Kanununda kullanılmıştır. AB’ye uyum sürecinde ise çevre ile ilgili mevzuatlar Türkiye’nin katı atıklarla mücadele sürecine hız kazandırmıştır. Ülkemizde atık yönetimi başta Çevre Kanunu olmak üzere bu kanuna dayanarak yayımlanan yönetmeliklerde yer alan atık hiyerarşisi (önleme, azaltma, tekrar kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, bertaraf) esasına göre gerçekleştirilmektedir. Sürdürülebilir atık yönetimi; atık önleme, tekrar kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanıma odaklanarak, atık hiyerarşisinin mevzuatlara, çevre ve insan sağlığını bozmadan gelecek nesillere aktarımının sağlamaktır. “Kirlenen Öder” prensibini esas alan Çevre Kanunu ve ilgili tüm yönetmelikler atıklarla ilgili sorumluluğun atık üreticisine ait olduğunu belirtmektedir. Üretici için ise atık; faaliyetlerine ek olarak fazladan iş gücü ve maliyete yol açan bir çıktı, bertarafçı için ise kazanç kaynağı olduğundan yapılan hizmetler için öngörülen maliyetlerin gerçekçiliği zaman zaman akıllarda soru işareti oluşturabilmektedir. Bu karışıklığın önüne geçebilmek, doğada bulunan hammadde kullanımını azaltmak adına sürdürülebilir atık yönetiminin önemi her geçen gün artmaktadır.

Katı atıklar, nüfus artışı ve artan tüketim alışkanlıkları ile birlikte artmaya devam etmektedir. Katı atıklar, birçok türden oluşabilir. Bu atıkların en büyük kısmını evsel atıklar, ikinci olarak diğer yanabilenler olarak adlandırılan kumaş, çocuk bezi, mobilya, ayakkabı gibi atıklar ile üçüncü olarak plastik ve ürünleri oluşturmaktadır. Ayrıca sanayi atıkları, tehlikeli atıklar, tıbbi atıklar, yanmayan cam, metal, elektrikli alet ve araçlar, pil vb. malzemeler de katı atıklardandır. Bu atıkların kişi başına düşen ortalama miktarları, kişilerin tüketim alışkanlıkları ile birlikte gelir düzeyine göre de değişim göstermektedir.

Katı atıklar, çevreye ve canlılara zarar vermektedir. Bu nedenle katı atıklar bir şekilde bertaraf edilmedikçe düzensiz bir şekilde çöplüklere bırakılmaya devam edildikçe çevreye verdikleri zararlar artmaya devam etmektedir. Katı atıkların çevreye olan zararını önleyebilmek amacıyla entegre atık yönetimi konusu oldukça önemlidir. Atık yönetiminde ilk adım, atıkları önlemektir. Eğer atıklar önlenemiyor, azaltılamıyor veya geri dönüştürülemiyorsa son adım atıkları bertaraf etmektir. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte katı atıklar türlerine göre çeşitli şekillerde bertaraf

edilebilmektedir. Bertaraf yöntemleri ile birlikte enerji kazanımı da sağlanarak ekonomik değeri olan kaynağa dönüştürülebilir (TUİK, 2019).

4. TARTIŞMA

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte katı atıklar türlerine göre çeşitli şekillerde bertaraf edilebilmektedir. Düzenli depolama, geri dönüşüm, kompostlama ve yakma bu yöntemlerden bazılarıdır. Katı atıklar, bütün bu uygulamalara rağmen nüfus arttıkça artmaya devam edecektir. Bu atıkları önlemenin en önemli yolu insanların atıkların önlenmesi hususunda sürdürülebilirlik yönteminden faydalanmaları olacaktır. Sürdürülebilirliği olan ürünleri hayatımızın her alanında kullanarak atık oluşumunun önüne geçmek, çevre dostu yaklaşımı benimsemek, gelecek nesillerin de kaynak ihtiyacını düşünerek daha duyarlı davranmamız toplumsal sorumluluğumuz haline gelmiştir.

Atık yönetiminin kontrolünü yerel belediyeler takip ediyor olmasına rağmen toplumsal çıkarımız için kişisel olarak dikkat etmemiz gerekmektedir. Sürdürülebilir atık yönetimini için yeniden kullanımı ve geri dönüşümü mümkün olan maddeler tercih etmememiz önem arz etmektedir. Sürdürülebilir atık yönetiminin bileşenleri olarak ekonomik, sosyal ve çevre konuları doğal kaynak kullanım hızının yavaşlatılmasında rol alan çalışmalardan olmaktadır. Başta nüfusu yoğun toplumlar olmak üzere tüm dünya vatandaşlarının hammadde kullanımının azaltılması, geri dönüşümü mümkün olan maddelerin kullanılması döngüsel ekonomiye fayda sağlamakla birlikte sosyal ve toplumsal sorumluluğu arttırarak çevre kirliliğinin önüne geçerek bir çok anlamda küresel fayda sağlamaktadır. Çünkü atıkların bertaraf edilmesi sırasında nakliye ve iş gücü maliyetini düşünürsek, ne kadar az atık oluşursa maliyet ve çevre kirliliği de o denli az oluşacaktır. Bunun getirisi olarakta karbon salınımları yerel ve küreselde azalarak daha temiz bir dünya da yaşama şansına günümüz ve gelecek nesiller erişebilecektir. İçinde bulunduğumuz pandemi gerekçesiyle artan plastik kullanımı ve çevreye bırakılmalarının sonucu olarak malesef çevre kirliliği artmaktadır. Bunun önüne geçmek adına yıkanabilir maskeler kullanılması ile topluma katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akyol, E. (2019) *Hastanelerde Sıfır Atık Sisteminin Uygulanması ve Maliyet Analizi Çalışması*, Yayınlanmış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- Atık Yönetimi Yönetmeliği, (2015, 2 Nisan), *Resmî Gazete*, 29314
- Banar, M. (2009). Anadolu Üniversitesi M.M.F. Çevre Mühendisliği Bölümü Katı Atık Yönetimi Ders Notları, Eskişehir, s. 19-20.
- Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1991), Ortak Geleceğimiz, Belkıs Çıracı (çev.), Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara.
- Bozkurt, O. (2019). *Kentsel Bir Sorun Olarak "Çevre Kirliliği" Kentsel ve Kırsal Alanlara Etkileri: Hatay Örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, Hatay.
- Budak, S. (2000). *Avrupa Birliği ve Türk Çevre Politikası*. Buke Yayınları, İstanbul.
- Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Tematik Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu. (2003). Ankara. 2872 Sayılı Çevre Kanunu, (1983, 9 Ağustos). *Resmî Gazete*, 18132
- Doğru, B. (2006). Atık Yönetimi ile İlgili AB Direktifleri ve Türk Mevzuatına Aktarımları, *REC Türkiye- AB Katılım Sürecinde Yerel Yönetimler İçin Atık Yaklaşımları Semineri*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Atık Yönetimi Daire Başkanlığı, Ankara, s. 2-34.
- Erinç, S. Türkiye: İnsan ve Ortam. *Güney-Doğu Avrupa Araş. Derg.*, Sayı: 1, s. 165-194.
- Gökmen, S. (2011). *Genel Ekoloji*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaypak, Ş. (2011), Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, s. 19-33.
- Kaplan, A. (1997) Küresel Çevre Sorunları ve Politikaları, Ankara, Mülkiyeliler Birliği.
- Knox, N. (2019). *What is green building?*
<https://www.kureselamaclar.org/>
- Sedef, M. (2016). *Katı Atık Yönetimi*. Uzmanlık Tezi. İller Bankası Anonim Şirketi.
- Shrivastava, P. (1995). The role of corporations in achieving ecological sustainability. *Academy of management review*, 20(4), 936-960.
- Tümertekin, E., & Özgüç, N. (2004). *Beşeri Coğrafya, İnsan, Kültür, Mekân*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Tümertekin, E., & Özgüç, N. (2007). *Ekonomik Coğrafya Küreselleşme ve Kalkınma*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Palabıyık, H. (1998) "Çevre Sorunu Olarak Kentsel Katı Atıklar (Çöpler) ve Entegre Katı Atık Yönetimi", *Türk İdare Dergisi*, 420(70), 45-64.

- Taşpınar, F. (2012). Entegre
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2016). Çevre Durum Raporu, Ankara.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). Çevre Durum Raporu, Ankara.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019). Çevre Durum Raporu, Ankara.
- Türk Dil Kurumu. *Güncel Türkçe Sözlük*.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2020a). Belediye Atık Göstergeleri
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2020b). Belediye Atık Miktarları ve Bertaraf / Geri Kazanım Yöntemleri
- Worldometers. *Dünya Nüfusu*.
- Zaman, A.U., Lehmann, S. (2011), *Challenges and Opportunities in Transforming a City into a “Zero Waste City”*, Challenges, Australia

LİSANSIZ ELEKTRİK ÜRETİMİNDE ŞEBEKE BAĞLANTILI FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN PERFORMANS ANALİZİ

Eissa AL-SHAGEA

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği
isa.2050@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-9965-8202

Serkan SEZEN

Kocaeli Üniversitesi, Uzunçiftlik Nuh Çimento MYO, Elektrik ve Enerji
serkan.sezen@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7273-7376

Engin ÖZDEMİR

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği
ozdemir@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0882-332X

Özet

2013 yılında, Yenilenebilir enerji alanında yapılan bir dizi yasal düzenleme ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı artmış ve bu sistemler için yüksek verim ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Verimin sayısal olarak değerlendirilebilmesi için performans analizlerinin yapılması önem arz etmektedir. Performans analizleri sayesinde var olan enerjiden hangi ölçüde yararlanılabildiği ve bu oranı geliştirmek için hangi yöntemlerin uygulanması gerektiği anlaşılabilir. Dünyada sürekli artış gösteren enerji talebinin bir sonucu olarak fosil yakıt rezervleri hızla azalmakta olup petrol ve doğalgaz rezervleri kritik seviyelere doğru yaklaşmaktadır. Tüm bu bilgiler ışığında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmakla birlikte yüksek nüfusa bağlı olarak artan enerji ihtiyacı da bu kaynaklardan maksimum oranda faydalanmayı zorunlu kılmaktadır. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan bir ülke olmasına rağmen bu enerjinin kullanım oranı istenilen düzeyde değildir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar ile güneş enerjisinden maksimum düzeyde faydalanmak için önemli adımlar atılmıştır. Bu çalışmada, elektrik enerjisi üreten fotovoltaik sistemler üzerinde performans analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar doğrultusunda bugüne kadar yapılmış olan geliştirme faaliyetlerine katkıda bulunmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesinin binası çatısında kurulu gücü 5,1 kW'lık sistemin enerji üretim değerleri ile Pvsol, PVsyst ve GEPA programlarından alınan tahmini üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Sistemin tahmini üretim performansı, 2018-2019 yılları arasında Pvsyst verilerine göre %87,5-%91, GEPA performans yüzdesinin %96,6-%100 aralığında ve Pvsol verilerine göre ise %97,3-%98,1 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik sistemin maliyet analizi, FV (fotovoltaik) sistemlerin performansı, Lisanssız elektrik üretimi.

PERFORMANCE ANALYSIS OF GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN UNLICENSED ELECTRICITY GENERATION

Abstract

In 2013, with a series of legal regulations made in the field of renewable energy, the rate of use of renewable energy resources increased and the need for high efficiency for these systems emerged. Performance analysis is important in order to evaluate the efficiency numerically. Through to the performance analysis, it can be understood to what extent it can benefit from the existing energy and which methods should be applied to improve this rate. As a result of the ever-increasing energy demand in the world, fossil fuel reserves are rapidly decreasing, and oil and natural gas reserves are approaching critical levels. In light of all this information, the importance of renewable energy sources increases, and the increasing energy need due to the high population also makes it necessary to benefit from these resources at the maximum rate. Although Turkey is a country with a high potential for solar energy as a renewable energy source, the utilization rate of this energy is not at the desired level. However, with the studies carried out in recent years, important steps have been taken to benefit from solar energy at the

maximum level. This study, it is aimed to contribute to the development activities carried out so far in line with the results obtained by performing performance analyzes on photovoltaic systems generating electrical energy. For this purpose, the energy production values of the system with an installed power of 5.1 kW on the roof of the Kocaeli University Faculty of Technology building and the estimated production values obtained from Pvsol, PVsyst, and GEPA programs were compared. The estimated production performance of the system was 87.5% -91% according to Pvsyst data, 96.6% -100% GEPA performance between 2018-2019, and 97.3% -98.1% according to Pvsol data.

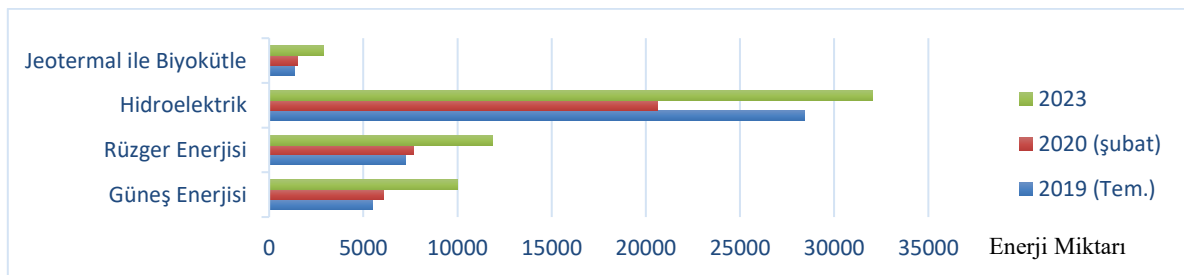
Keywords: Fotovoltaic systems cost analysis, PV (Photovoltaics) performance of the system, Unlicensed Electricity Production.

1. GİRİŞ

Dünya genelinde ve Türkiye’de nüfus artışı ile doğru orantılı olarak enerji ihtiyacı da günden güne artmaktadır. Bu enerji ihtiyacını karşılamak için en yaygın kullanılan kaynaklar olan fosil yakıtlar ise artan nüfus ve refah seviyesindeki artışa bağlı olarak hızla azalmaktadır. Nüfusa yönelik yapılan araştırmalar dünya nüfusunun önümüzdeki yıllarda hızla yükseleceğini ortaya koyarak enerji alanında gelecekte yaşanacak arzın artacağına işaret etmektedir.

Bu enerji ihtiyacını karşılamak için en yaygın kullanılan kaynaklar olan fosil yakıtlar ise hızla azalmaktadır. Üstelik bu yakıtların kullanımı sonucunda gezegenimizde birtakım olumsuz doğa olayları gerçekleşmektedir. Ayrıca bu olumsuz doğa olaylarının hava, su ve toprak üzerinde etkilerinin sonucunda dünya üzerindeki canlı sağlığı zarar görmektedir. Dolayısıyla artan enerji arzını takiben yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim kaçınılmaz hale gelmektedir. Gelecekte yaşanması muhtemel enerji sorunlarına tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye de çözüm arayışı içerisinde [1]. Buna yönelik olarak Türkiye 2023 yılına kadar ulusal enerji hedeflerini belirleyerek bu hedefler doğrultusunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’na yayımlanan stratejik enerji planı çerçevesinde Türkiye’nin toplam kurulu güç içerisindeki yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklı kurulu güç oranının %59 değerinden %65’lere çıkartılması planlanmaktadır. Ayrıca bu hedefler arasında güneş enerjisinin kurulu güç miktarını 2019 yılına göre iki kat arttırarak 5,4 GW’tan 10-10,5GW’a yerine çıkarmak vardır. Bu artışın yaklaşık olarak 3GW’ı çatı güneş enerji sistemleri (GES) sistemlerinden kalan 2 GW’nın ise arazi uygulamalarından karşılanması beklenmektedir.

Rüzgâr enerjisinin 7,2 GW’tan 11,8 GW’a, Hidroelektrik enerjisinin 28,4 GW’tan 32 GW’a ve Jeotermal ile Biyokütle enerjisinin ise 1,3 GW’tan 2,9 GW’a çıkarılması hedeflenmektedir [2]. Şekil 1’de Türkiye’nin 2023 yılı yenilenebilir enerji hedefleri gösterilmektedir.



Şekil 1: Türkiye’nin 2023 yılı yenilenebilir enerji hedefleri

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin toplam elektrik enerjisi içerisindeki payının %30 a çıkarılması, hidroelektrik enerji potansiyelinin tamamının elektrik üretimine entegre edilmesi, rüzgâr enerjisi ile çalışan elektrik üretim santrallerinin kurulu gücünün 20.000 MW’a çıkarılması gibi hedefler doğrultusunda çalışmalar yürütülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin arttırılmasına yönelik 2013 yılında yayımlanan Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik ile gerçek veya tüzel kişilere güneş enerjisinden yararlanarak kendi elektriğini üretme ve ihtiyaç fazlasını ulusal şebekeye satabilme hakkı verilmiştir. Üstelik kişiler bu yasa ile elektrik satma yetkisini şirket kurma zorunluluğu olmadan elde ettiklerinden dolayı ciddi bir elektrik üretimi meydana gelmiştir. Bu yönetmeliğin yayınlanmasının ardından Türkiye’de yapılan güneş enerji sistemleri (GES)

yatırımlarına bakacak olursak 2014 yılından bu yana toplam GES kurulu gücü 40,2 MW'tan 2231,8 MW'a ulaşarak yaklaşık 55 kat artış göstermiştir [3].

2. LİSANSIZ ELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ YASAL DÜZENLEMELER

6646 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Resmî gazetede 2013 yılı mart ayında yayınlanmıştır. Bu kanunun 14. maddesi; elektrik tüketicilerinin şirket kurma zorunlulukları olmadan ihtiyaç duydukları elektrik enerjisini kendi imkânları ile kurdukları tesislerden karşılayabilme ve ihtiyaç fazlası elektriği ulusal şebekeye satabilme hususlarındaki düzenlemeleri içermektedir. Bu kanun ile birlikte küçük çaplı enerji üretim tesislerinin enerji alanında ülke ekonomisine katkı sağlaması ve aynı zamanda gerçek veya tüzel kişilerin yaptığı bu üretimlerin enerji arzı güvenliğinin sağlanmasına da imkân tanımıştır [4]. Aynı yıl içerisinde Ekim ayında yayınlanan 28783 sayılı Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretim yönetmeliği kapsamında enerji üreticileri Hidrolik, Rüzgâr, Güneş, Jeotermal, Biokütle, Dalga ve Akıntı Enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya teşvik edilmiştir;

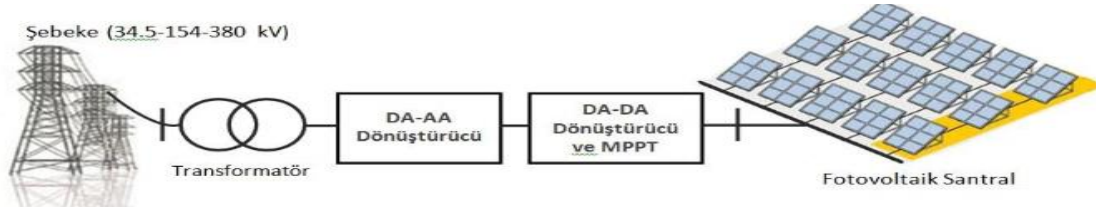
Tesislerin tümü bu yönetmelik hükümlerine tabi değildir. İletim veya dağıtım sisteminden izole tesisler, 1MW kurulu güce sahip veya yönetmeliğe göre kurulu güç sınır değeri bakanlıkça belirlenmiş yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim yapan tesisler, üretilen enerjinin tümünün herhangi bir iletim veya dağıtım kanalına verilmeden doğrudan kullanıldığı sistemler, yenilenebilir enerji kaynakları ile üretim yapan aynı zamanda üretim ve tüketimin aynı ölçüm noktasında olduğu tesisler bu yönetmelik kapsamında kabul edilmiştir. Lisanssız elektrik üretim tesisi kurmak isteyen üreticiler kullanılacak yenilenebilir enerji kaynağı türüne göre ilgili kurumlara başvuru yapmak zorundadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak hidrolik kaynaklardan yararlanılacak ise İl Özel İdaresi'ne, il özel idaresi olmayan yerleşim yerlerinde Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı'na başvurular iletilir. Hidrolik enerji kaynağı dışında herhangi bir yenilenebilir enerji kaynağına dayalı bir tesis kurulacak ise çevre dağıtım şirketleri veya OSB başvuru yapılabilecek kurumlardır. Abonelik için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elektrik üretim tesisi kurmak isteyen üreticiler tesislerini kurulu gücü 1 MW'ı geçmemek koşulu ile bir veya birden fazla üretim tesisi şeklinde kurabilirler. TEDAŞ kurumu güneş enerjisinden elektrik üretiminde özellikle küçük çapta yatırım yapan üreticileri desteklemekte olup 50 kW'a kadar kurulu güce sahip GES'lerin tip şartnamesini yayınlamış ve bu şartname kapsamında projelerin tasarım, uygunluk araştırmaları ve kabul süreçlerinde doğacak ücretleri yatırımcılardan tahsil etmeyecektir. Güneş enerjisinden elektrik üretim sektöründe yürütülen projelerde büyüklükleri dikkate alınmadan küçük ve büyük çaplı projelerin başvuru aşamalarında aynı süreçlerden geçmeleri piyasa için önemli bir sorun haline gelmişti. Çoğunlukla çatılarda kurulan küçük çaplı üretim sistemlerinin büyük projelerle aynı başvuru maliyetine tabi tutulması küçük projelerde yaklaşık olarak sistem maliyetine denk olan bir proje onay maliyeti ortaya çıkarıyordu. Dolayısıyla yaşanan bu olumsuzlukları gidererek küçük tesislerin gelişmesine katkı sağlamak amacıyla TEDAŞ 50 kW'a kadar tip şartnamesini yayınlamış ve küçük ve büyük projelerin projelendirilme standartlarını birbirinden ayırmıştır. Böylece kurulu gücü 50 kW'a kadar olan tesislerin projelendirilme esasları bu şartnamede detaylandırılmıştır.

Lisanssız üretim, tüzel ya da gerçek kişiler tarafından yapılabilen (şirket kurma şartı olmadan) elektrik üretimidir. Lisanssız Üretim Yönetmeliği 12.05.2019 tarihinde 30772 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmış, yayımlanma tarihi itibarıyla yürürlüğe girmiştir [5]. Yönetmeliğe göre, lisanssız elektrik üretimine, lisanslı üretimden farklı olarak tüzel veya gerçek kişiler başvurabilirler; üreticinin şirket kurma zorunluluğu bulunmamaktadır. Ayrıca, tüketicilerin tüketim yerinde veya tüketime en yakın noktada üretim yapmalarının teşvik edildiği görülmektedir. Tüketiciler kendi ihtiyaçlarını karşıladıkları gibi, üretim fazlasını da dağıtım şirketine satabileceklerdir. Yönetmeliğin 1. maddesi, yönetmeliğin amacını ortaya koymaktadır. Yönetmelik dört temel noktada düzenleme içermektedir. Üretim için başvuru usul ve esasları, ihtiyaç fazlası üretimin sisteme verilmesi halinde düzenleme, üretici ve şebeke işletmecilerinin hak ve yükümlülükleri, üretim tesisinin denetlenmesi hususları yönetmelik tarafından düzenlenmektedir.

3. ŞEBEKEYE BAĞLANTILI FV SİSTEMLER

Şebekeye bağlı (On-Grid) sistemler öz tüketimden sonra fazla enerjinin şebekeye beslenmesi için doğrudan dağıtım şebekesine bağlanır. Şebekeye bağlı uygulamalarda tüketicinin enerji ihtiyacı olabildiğince FV sistem tarafından karşılanır. İhtiyacın çok yüksek olduğu durumda ise tüm üretim

kapasitesi talepten az kaldığı için eksik olan enerji ulusal şebekeden alınır. Bunun yanı sıra güneşten üretim fazla olursa bataryaları kullanmadan doğrudan ulusal şebekeye aktarılarak satılır [6]. Bu tür FV santralleri, yüksek enerji üretimi ve güneş enerjisinin verimli kullanımı için kullanışlıdır. Bunun yanı sıra konut veya kurumlarda elektrik faturalarını düşürmek ve temiz enerjiyi teşvik etmek amacıyla da kullanılır. Şebekeye bağlı sistemleri oluşturan üç ana unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar; Çift yönlü elektrik sayacı, Şebeke bağlantılı evirici ve güneş panelidir. Şekil 2’de Fotovoltaik sistemlerin şebekeye bağlantısının blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 2: Fotovoltaik sistemlerin şebekeye bağlantısı [7]

Şebeke bağlı bir güneş enerjisi elektrik üretim sistemdeki ana bileşenler, evirici (inverter) ve FV modüllerdir. Evirici, FV dizisindeki mevcut DC gücünü, şebekenin voltaj ve güç kalitesi gereksinimleri ile tutarlı olarak kullanılabilir AC gücüne dönüştürür. FV sistemi AC çıkışı ve ulusal şebeke arasında çift yönlü bir ara yüz oluşturulur.

FV gücü yük talep gücünden daha büyük olduğunda, FV sisteminin şebekeye yerel besleme yüklerine güç sağlar. Geceleri veya yüksek yük talepleri sırasında, yükün gerektirdiği güç, üretilen FV gücünden daha fazladır. Yükün gerektirdiği fazla güç, şebekeden alınır. Tablo 1’de GES Teşvik Miktarları görülmektedir [8].

Tablo 1: GES Teşvik Miktarları

Tesis Tipi	Dolar cent/kWh	Yerli üretim desteği (Dolar cent /kWh)	Toplam en yüksek değer (Dolar cent/kWh)
Fotovoltaik Güneş	13,3	6,7	20,00

Teknolojide yaşanan gelişmeler ile birlikte fotovoltaik sistem kurulum maliyetleri de düşmüş dolayısı ile fotovoltaik sistemlerin sayısında artış yaşanmıştır [9].

3.1. Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistemi Teknik Bilgileri

Makale çalışması kapsamında Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Yerleşkesi Teknoloji Fakültesi çatısı üzerinde kurulmuş bulunan ve 2014 Yılı Temmuz ayında devreye alınan 5,1kWp gücündeki fotovoltaik sisteme ilişkin gerçek enerji üretim ve maliyet verileri esas alınmaktadır. Bu FV sistem Üniversitemiz Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü tarafından 2013-2016 Yılları arasında yürütülmüş 113E143 no’lu TÜBİTAK projesi kapsamında kurulmuştur. FV sistem şebeke bağlantılıdır ve hala enerji üretimine devam etmektedir. FV sistem enerji üretim verileri kullanılan Ethernet çıkışlı evirici aracılığı ile internet üzerinden çevrimiçi olarak izlenmekte ve web ortamında kayıt edilmektedir. Kullanılan FV (Fotovoltaik) modüllerin teknik bilgileri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2: FV Modül Teknik Bilgileri

Marka / Tip	Yingli / YL255P-29b
FV Modül Hücre Sayısı	60
Hücre Tipi ve Boyutları	Poly - 156x156 mm
Pmax	255 Wp
Modül Verimi	15,6 %
Güç Toleransı	2 %
Vmpp	30,6 V
Imp	8,32 A
Voc	38,7 V
Isc	8,88 A
Maksimum Sistem Gerilimi	387 V
Gerilim Katsayısı	-0,33 %/°C
Akım Katsayısı	0,06 %/°C

Şekil 3’de görülen Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi binası çatısına kurulan FV güç sistemi her biri birbirine seri bağlı 10 adet güneş paneli içeren 2 diziden oluşmaktadır. Sistemde evirici olarak Fronius International firmasına ait Symo 4,5-3-S modeli evirici olarak kullanılmıştır.



Şekil 3: Fotovoltaik sistemde kullanılan polikristal güneş panelleri [10]

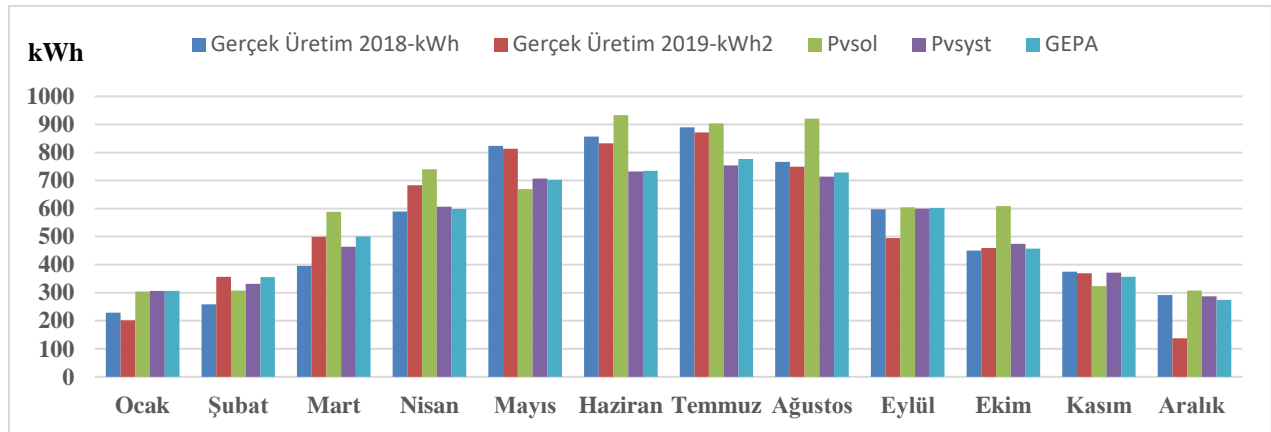
4. PERFORMANS ANALİZİ

Şebeke bağlantılı FV sistemin 2018 Ocak-Aralık ve 2019 Ocak-Aralık ayları arasında 12 aylık gerçek üretim verileri ile GEPA, Pvsol ve Pvsyst aracılığı ile elde edilen verileri aşağıdaki Tablo 3’de karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 3: 5,1 kWp Güce sahip şebeke bağlantılı FV sistemin gerçek ve tahmini enerji üretim değerleri

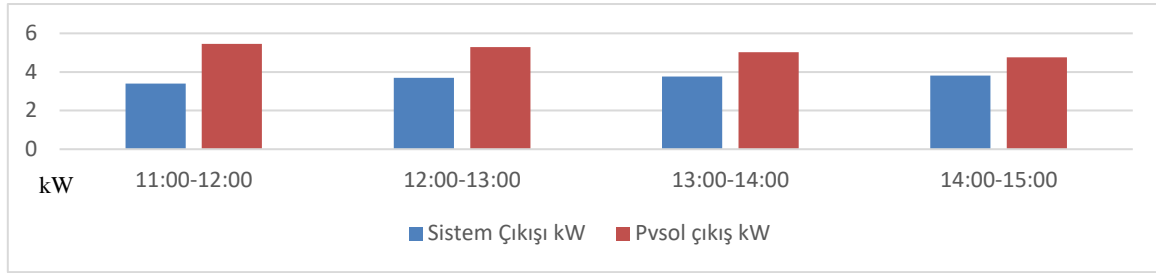
Aylar	Gerçek Üretim	Gerçek Üretim	Pvsyst	GEPA	PVSOL
	(kWh)-2018	(kWh)-2019	(kWh)	kWh	kWh
Ocak	229,8	201,3	304,0	306,48	306,91
Şubat	258,77	357,71	307,0	356,16	332
Mart	395,45	499,38	588,0	500,29	464,54
Nisan	589,79	683,2	740,0	599,53	607,09
Mayıs	824,74	813,7	670,0	703,83	707,83
Haziran	857,68	833,42	933,0	734,74	732,92
Temmuz	890,63	872,96	904,0	777,41	754,61
Ağustos	767,53	749,23	921,0	729,59	714,18
Eylül	597,26	495,83	604,0	602,29	600,72
Ekim	450,3	459,3	609,0	457,93	474,76
Kasım	375,77	369,07	324,0	357,7	372,76
Aralık	291,42	137,33	308,0	275,14	287,09
TOPLAM	6529,14	6472,43	7213,0	6401,08	6355,41

Sistemin enerji üretim değerlerinin verildiği Tablo 3 incelendiğinde 2018 yılı gerçek enerji üretiminin 6529,14 kW h/yıl, 2019 yılı enerji üretiminin ise 6571,51 kW h/yıl olarak gerçekleştiği görülmektedir. En yüksek enerjinin üretildiği ayların temmuz ayı, en düşük enerji üretiminin ise ocak ayları olduğu görülmektedir. PV sistemi GEPA (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası) verileri ile Pvsol ve Pvsyst ile simüle edilerek gerçek üretim ile tahmini elektrik üretimi karşılaştırılmıştır. Gerçek üretim ile tahmini üretimin aylık olarak karşılaştırılması Şekil 4’de verilmektedir.


Şekil 4: FV sistemin gerçek ve tahmini enerji üretim değerleri

Sistemin tahmini üretim performansı, 2018-2019 yılları arasında Pvsyst verilerine göre %87,5-%91, GEPA performans yüzdesinin %96,6-%100 aralığında ve Pvsol verilerine göre ise %97,3-%98,1 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi binası çatısında kurulu olan şebeke bağlantılı 5,1 kWp kurulu güce sahip sistemin performans analizini yapmak için Pvsol programında yapılan performans analizinin verilerine göre performansın en yüksek olduğu ayın Şekil 5’te de görüldüğü üzere haziran ayı olduğu saptanmıştır. Pvsol verilerine istinaden 15 Haziran tarihinde saat 11’den başlayarak saatlik dilimde elde edilen sonuçlar Şekil 5’te gösterilmektedir.



Şekil 5:15 Haziran 2019 saat 11:00 ile 15:00 arası performansı gösteren grafik.

Tablo 4: Ölçülen Güneş Işınım Değerleri İle Sistemde Anlık Üretilen Güç

Saat	Pvsol çıkış kW	Sistem Çıkışı kW	Sıcaklık °C	Anlık Performans
11:00	5,45	3,4	28	62,5%
12:00	5,29	3,7	30	69,9%
13:00	5,03	3,76	31	74,8%
14:00	4,76	3,82	32	80,25%

5. KAPASİTE FAKTÖRÜ

Elektrik enerjisi üreten santrallerin kapasite faktörleri (CP) hesaplanırken, santralin belli aralıklarda üretmiş olduğu toplam elektrik enerjisi maksimum kapasitede üretebilecek olduğu enerjiye bölünmesi ile elde edilir. Yenilenebilir enerji santrallerinin kapasite faktörleri fosil yakıtlar ile elektrik üretimi yapan santrallere nazaran daha düşük çıkmaktadır. Bunun nedenlerinin başında yenilenebilir enerji kaynaklarına (YEK) bağlı santrallerin üretim durumlarının meteorolojik durumlara bağlı olması gelmektedir. 2018 ve 2019 yılına ait kapasite faktörü denklem 1 kullanılarak hesaplanmaktadır [11].

$$\%CP = \frac{\text{Gerçek üretilen enerji}}{(24 \text{ saat}) \times (365 \text{ gün}) \times \text{kurulu güç}} \times 100 \quad (1)$$

5,1 kW p kurulu gücüne sahip FV sistemimin kapasite faktörü hesaplama sonucunda %14,61 olarak elde edilmiştir. Bu hesaplama için 2018 ve 2019 yılı toplam gerçek üretim değerleri referans alınmıştır. Tablo 5'te 2018 ve 2019 yıllarına ait kapasite faktörü hesaplamaları görülmektedir.

Tablo 5: 2018 ve 2019 Yıllarına Ait Kapasite Faktörü Hesaplamaları

Yıl	Gerçek Üretilen enerji	Kurulu Güç	Kapasite Faktörü
2018	6529,14 kWh	5,1 kWp	14,61
2019	6472,43 kWh	5,1 kWp	14,48

6. MALİYET HESABI

Kurulu gücü 5,1 kWp olan polikristal fotovoltaik sistem şebekeye bağlanarak 2014 Temmuz ayı itibari ile enerji üretimine geçmiştir. Sistemin 30.12.2019 tarihine kadar ürettiği enerji miktarı Tablo 3'te verildiği üzere 34,67 MWh olarak gerçekleşmiştir. Tablo 3'te ise 2018 yılında 12 ayı kapsayan üretim değerleri verilmektedir. Sistemimizin kurulum maliyeti ise montaj işlemleri ile birlikte toplamda 9100 \$ olarak hesaplanmıştır. Tablo 1'de görüldüğü üzere fotovoltaik sistemden elde edilen enerji elektrik dağıtım şirketleri tarafından kW h başına 0,133 dolarlık ücret karşılığında satın alınmaktadır. Verilen bilgiler ışığında hesap yapıldığında;

$$\text{Yıllık kazanç} = \text{toplam üretilen enerji miktarı (kWh)} \times 0,133 \$ \quad (2)$$

Tablo 6. Üretilen Enerjinin Yıllara Göre Toplam Maliyet Karşılığı

Yıl	Üretilen Enerjinin Maliyet Karşılığı
2018	868,37 \$
2019	860,83 \$

$$\text{Amortisman Süresi} = \frac{\text{Kurulumu için harcanan para}}{\text{1 yılda ürettiği toplam enerji maliyeti}} \quad (3)$$

Tablo 7. Fotovoltaik Sistemin Kurulum Maliyetini Karşılama Yılıını Gösteren Tablo

Yıl	Kurulum Maliyeti (\$)	1 Yılda Üretilen Enerji Maliyeti (\$)	Maliyetini Karşılama Süresi (Yıl)
2018	9100	868,37	10,47

Yukarıda belirtilen 0,133 dolarlık kW h birim başına alım fiyatı yerli üretim teşviklerinden faydalanılarak kurulan ve şebekeye bağlanan bir fotovoltaik sistem için 0,20 dolarlık birim başına alım fiyatı ortaya çıkacaktı. Tablo 8’de tesis kurulumu yerli üretim teşvikleri ile yapılan sistemler için kurulum maliyetini karşılama yılı hesabı verilmiştir.

Tablo 8. Yerli Üretim Teşvik Sistemi İle Kurulum Maliyeti Karşılama Yılıının Hesaplanması

Yıl	Üretilen Enerjinin Maliyet Karşılığı (\$)	kWh Başına Alım Fiyatı (\$)	Kurulum Maliyeti (\$)	Kurulum Maliyetini Karşılama (Yıl)
2018	1305,82	0,20	9100	6,96

Yapılan hesaplamalar ile Kocaeli ili İzmit ilçesi sınırları içerisinde kurulan 5,1 kWp kurulu güce sahip bir polikristal fotovoltaik sistemin yaklaşık 10 yıllık süreçte kurulum maliyetini tamamlayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak bu fotovoltaik sisteme yerli üretim teşviklerinin de dahil edilerek şebekeye aktarılması ile kurulum maliyetini karşılama yılında 3 yıllık bir azalma elde edilerek bu sürecin 7 yıla düşürülebileceği hesaplamalar ile saptanmıştır. Fotovoltaik sistem kurulum maliyetlerinin önümüzdeki yıllarda düşeceği de göz önüne alındığında 10,47 yıl olarak hesaplanmış olan sürenin daha da indirilmesi mümkün hale gelecektir.

7. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği binasının çatısında bulunan FV sistem gerçek verileri kullanılmış olup şebekeye bağlı fotovoltaik güç sisteminde üretilen tahmini güç ve gerçek üretim verileri karşılaştırılmıştır. Sistemin tahmini üretim performansı, 2018-2019 yılları arasında Pvsyst verilerine göre %87,5-%91, GEPA performans yüzdesinin %96,6-%100 aralığında ve Pvsol verilerine göre ise %97,3-%98,1 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Işınım şiddetleri ve ortam sıcaklığında yükselme veya düşüşün performans oranlarını ciddi ölçüde etkilediği dolayısıyla bu faktörlerin üretim performanslarına etki eden faktörlerin en önemlileri oldukları gözlenmiştir. Bunlara ek olarak enerji üretiminin bedeli 12 aylık zaman dilimi için dolar cinsinden hesaplanmıştır. Bu çalışma ile İzmit bölgesinde bir polikristal fotovoltaik sistem kurulduğu takdirde bu sistemin yaklaşık 10,47 yılda kurulum maliyetini karşıladığı hesaplanmıştır. Ayrıca yapılan hesaplamalara göre bu sistemlere yerli üretim teşvik mekanizmaları dahil edildiğinde bu sürenin 3 yıl daha indirgenebileceği kanıtlanmıştır. Fotovoltaik sistem için Kabul edilebilir sınırlar aralığında ve değeri %14,61 olan bir kapasite faktörüne ulaşılmıştır. Son olarak şebekeye bağlı ve şebekeden bağımsız sistemler karşılaştırılır ise şebeke bağlantılı sistemlerde enerji üretiminin tüketimi karşılayamadığı durumlarda ihtiyaç duyulan gücün şebekeden sağlanabilmesi ayrıca enerji fazlasının şebekeye aktarılabilirliği olmalıdır.

KAYNAKLAR

- ALLOUHI, A., SAADANI, R. KOUSKSOU, T., SAIDUR, R., JAMIL, A. and RAHMOUNE, M. (2016), Grid-connected PV systems installed on institutional buildings: Technology Comparison, Energy Analysis and Economic Performance, *Energy Build.*, 130, 188–201.
- ALKAN, S., ÖZTÜRK, A., ZAVRAK, S., TOSUN, S. and AVCI, E. (2014), Bir Evin Elektrik Enerjisi İhtiyacını Karşılacak Fotovoltaik Sistemin Kurulumu, *Eleco*, 27–29.
- ÇETİN, S., TURAN, E., and BAYRAKDAR, E. (2019), Türkiye’nin Güneş Enerjisi Politikaları, 3. Sektör SosyalEkonomiDergisi, 54(2), 949–968.
- Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği, (2019), T. M. E. Ve, T.C Resmî Gazete, 307(72), 1-100.

- FLORA, G. and WYNN, G. (2019), Yeni Teşvikler Türkiye ' nin Çatı Tipi Güneş Enerjisi IEEFA, 1–12.
- HARIRI, M. H. M., DESA, M. K. M., MASRI, S. and ZAINURI, M. A. A. M. (2020), Grid-Connecte PV Generation System—Components and Challenges: A Review, *Energies Journal*, 13(17), 5.
- KANDEMİR, Ç. and BAYRAK, M. (2013), Fotovoltaik Sistemler Şebekeye Bağlı Olduğunda Oluşan Sorunlar, Sakarya Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 2.
- KOÇ, A., (2018), Dünyada ve Türkiye ' de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi General Evaluation of Energy Outlook in Turkey and the World, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 59(692), 84–112.
- “KOU Enerji Sistemleri Mühendisliği 5.1kW,” May 10, 2021.
<https://www.solarweb.com/PvSystems/PvSystem?pvSystemId=77b26982-6f5d-4778-95ce-a35b00ec276d>
(accessed May 18, 2021).
- ÖZKÖK, A. (2015), Türkiye'nin Yedi Coğrafi Bölgesinde Eysel Elektrik İhtiyacının Çatı Üstü Fotovoltaik Sistemler İle Karşılanmasının Ekonomik Analizi, *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun. Journal*, 53(9) 1689–1699.
- ÖZTÜRK, M., ÇIRAK, B. B., and ÖZEK, N. (2012) Eysel Fotovoltaik Sistemlerin Ömür Boyu Maliyet Analizi.,” *Life Cycle Cost Anal. Domest. Photovolt. Syst*, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(1), 1-11.

PREDICTION OF PIPELINE PROJECTS CONSTRUCTION COSTS UTILIZING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Hamit ERDAL

Gendarmerie and Coast Guard Academy, Ankara, Turkey, 06805
hamit_erdal@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-8352-6427

Abstract

Pipeline construction projects are uncontrollable and contains wide variety of uncertain and unexpected site conditions and it's hard to finish project with estimated time and budget because of the permanent change of construction site. Considering the unstable conditions and project scope it's hard to predict construction costs of pipeline projects. In this study, six ML techniques compared for predicting the construction cost of pipeline projects with a created test dataset For evaluation process, 10-fold cross validation is utilized to examine the predictive techniques. Clearly, the M5P model was found to be the best and the IBk was found to be the poorest performing techniques.

Keywords: Cost Prediction, Pipeline Projects, Machine Learning.

1. INTRODUCTION

Serious pipeline investments are being realized in all around the world. Since the pipeline projects require high initial investment costs, it is crucial to determine the expenditures in advance. Pipeline construction projects are uncontrollable and contains wide variety of uncertain and unexpected site conditions and it's hard to finish project with estimated time and budget because of the permanent change of construction site. Considering the unstable conditions and project scope it's hard to predict construction costs of pipeline projects.

In literature, although many previous cost and CO₂ transport prediction studies are handled, utilizing machine learning (ML) techniques, limited number of them are focused on cost prediction of pipeline projects. Some of these studies are presented below.

Parker (2004) analyzed the construction costs of petroleum, oil, and, natural gas pipelines. He determined the construction costs consisting of labor (%45), material (%26), right of way (%22), and miscellaneous (%7) costs. Rui et al. (2012) studied with labor, material, right of way, miscellaneous, and total costs, besides, pipeline diameter, length, location, and completion year data of 412 pipeline projects between 1992 and 2008. They also determined labor and material costs are approximately 71% of total pipeline construction cost. Matthews et al. (2015) considered eight different social cost categories and presented social costs in mathematical methods for calculation they showed social cost impact in pipeline construction costs in their study. Najafi and Kim (2004) presented a cost-effective pipeline construction analysis with comparing the conventional open-cut method to trenchless method and proved that trenchless method is more cost-effective than classic open-cut approach.

According to McCoy and Rubin (2008), both natural gas and CO₂ are transported at approximately 10 MPa and greater, namely at similar pressures. Bai et al. (2013) proposed a new model, for prediction of CO₂ pipeline costs, consisting of two parts. At first part, they designed the transport system, and at the second part they predicted the costs using the initial setup, right of way, pipe, valve stations, and other construction costs as variables. They updated the cost model of Gao et al. (2011) by changing steel cost to pipe cost.

Kang et al. (2014) used engineering-economic model to predict the pipeline cost by using pipeline thickness and diameter, number of boosters and pressure variables as major design factors and calculated the minimum cost of CO₂ transport by using Parker (2004)'s model. Also an engineering-economic pipeline CO₂ transport methodology, is proposed by McCoy and Rubin (2008), can incorporate probabilistic analyses. In addition to this, Vandeginste and Piessens (2008) determined that, the pipeline diameter plays main role in the cost estimation of CO₂ transport. Jung et al. (2013) compared transportation costs of CO₂ with pipeline and ship transport. Knoope et al. (2014) proposed a new cost

minimization model to obtain optimal configuration for point to point pipelines and simple networks. Knoope et al. (2013) also compared fourteen different CO₂ transportation cost models available in literature.

Asim et al. (2014) presented a prediction model for life-cycle cost of flow of solid and liquid mixtures in a pipeline. With this new methodology minimum cost obtained for a specific solid characteristic by calculating the optimal diameter of a pipeline. Dey et al. (1996) offered a multiple criteria decision making technique for optimizing time, cost and quality of pipeline construction projects which is called goal programming (GP). A priority based mathematical model enables an optimization of conflicting objectives of project in planning and execution processes.

Kim et al. (2020) proposed and compared various time series techniques to predict labor and pipe costs using the twenty city’s average costs data from 1995 to 2019. They obtained more accurate prediction performance with seasonal ARIMA models.

2. MACHINE LEARNING TECHNIQUES

ML techniques, estimate an unknown dependency between the inputs and output(s) from a data set (Türkan et al, 2016), commonly utilized for modeling real-life prediction/ regression problems. ML techniques are categorized as; (i) functions, (ii) lazy learning algorithms, and (iii) tree-based learning algorithms in WEKA, which is widely used for ML tasks (Witten et al, 2016). Version 3.8. of WEKA was used in this paper. The used ML techniques are utilized with their default parameter options, as outlined in WEKA 3.8., to reduce the risk of over fitting. A list of the ML techniques, utilized in this study, are shown in Table 1.

Table 1. List of ML Techniques

Categories	Techniques	Abbreviations
Functions	Support Vector Regression	SMOreg
	Pace Regression	PR
Lazy-learning algorithms	Locally Weighted Learning	LWL
	IBk Nearest-Neighbor Technique	IBk
Tree-based learning algorithms	Reduced Error Pruning Tree	REPTree
	Model Trees Regression	M5P

Functions contain of mathematical model based algorithms. Lazy-learning techniques hold-up handling with training data till a query is satisfied. These algorithms accumulate the training data in cash memory and reveal related and previous data in the database to fulfill a particular query. Tree-based techniques are used for making estimations via a tree structure. Leaves of the tree structures illustrate classifications and branches of the tree structures specify conjunctions of features. For further researches, anyone who interest in the ML techniques, utilized in this paper, and their working procedure or computational steps, can take a look at the prominent studies (i.e., Wang and Witten, 1997; Wang, 2000; Mishne et al., 2006; Crouch et al., 2009; Ekinçi et al., 2011; Witten et al., 2011; Erdal and Karahanoğlu, 2016; Demirdöğen et al., 2017; Erdal et al., 2018; Namlı et al., 2019).

3. EXPERIMENT AND DISCUSSION OF RESULTS

2.1 Data Set

Common variables used in pipeline cost prediction studies in the literature, are also used in this study, which are (Rui et al., 2012; Bai et al., 2013); Diameter of pipes (inch), pipe length (km.), number of valve (nr.), pigging station (nr.), hydrostatic test (nr.), pipe cost (m./\$), project cost (\$), and material (with/without). A dataset was created with 50 randomly selected data from 412 pipeline projects used in Rui et al. (2012)'s study and the prediction performance of the proposed ML techniques was tested. The variables and their main characteristic of created data set are presented in Table 2.

Table 2. Variables And Basic Statistics

Continuous Variables	Unit	Min.	Max.	Mean	Std.Dev.
Diameter of pipes	inch	6	32	16,502	9,1552
Pipe length	km.	2,82	176,12	52,749	43,941
Number of valve	nr.	0,00	31	2,322	4,558
Pigging station	nr.	0,00	4	1,004	0,8136
Hydrostatic test	nr.	1	2	0,8472	0,249
Pipe cost	m/\$	23,55	289,784	101,735	88,194
Project cost	\$	152088,1	54267573,376	8833929,26	13478176,964
Binary Variables		Count		Weight	
		with	without	with	without
Material (with or without)		29	12	29,0	12,0

3.2 Evaluation Process

10-fold cross-validation were used to examine the predictive techniques. 10-fold cross-validation procedure is presented in Table 3 and the working procedure of approach can be describe as; (1) the data set is randomized, (2) exact 10 folds are built, then (3) each fold is used to test the accuracy of the proposed techniques and the rest 9-folds are used for training (Uğur et al., 2019).

Table 3. Procedure Considered Predicting Internal Validity Of Predictive Techniques

Evaluation Procedure	%	Method	Training sample	Test sample	Predicted performance	Repetitions
CV10	10%	10-fold cross validation	90% of original	Independent 10% of original	Test	10

3.3 Performance Statistics

The ML techniques, utilized in this study, were evaluated by using three widely used performance statistics (i.e., relative absolute error (RAE), root relative squared error (RRSE), and coefficient of determination (R^2)) were calculated to investigate the statistical relation between the original data and the obtained predicted data with highest preference for R^2 closest to one, whereas for RAE and RRSE closest to zero (Yumurtacı Aydoğmuş et al., 2015).

Coefficient of determination (R^2):

$$R^2 = \left(\frac{n \sum y \cdot y' - (\sum y)(\sum y')}{\sqrt{(\sum y^2) - (\sum y)^2} \sqrt{(\sum y'^2) - (\sum y')^2}} \right)^2 \quad (3)$$

where n = number of data samples, y = actual value, and y' = estimated value.

Relative absolute error (RAE):

$$RAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y' - y|}{\sum_{i=1}^n |\bar{y} - y|} \quad (4)$$

Root relative squared error (RRSE):

$$RRSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y' - y)^2}{\sum_{i=1}^n (\bar{y} - y)^2}} \quad (5)$$

3.4 Empirical Results

The obtained results of six ML techniques are demonstrated in Tables 4. The performance of utilized six ML techniques is relatively close with the R2 values ranging between 0.8010 and 0.8942, except IBk technique. The best performance, based on R2, is computed by the M5P, followed SMOreg and PR with close accuracy, respectively. IBk and REPTree are scoring worse for this indicator. Clearly, the IBk technique yields the worst accuracy. Actually this is expected because it only utilizes one attribute in the data for prediction. RAE and RRSE are also computed of every ML techniques.

To check the validity of the comparisons between the ML techniques and as measures for accuracy, RAE and RRSE were also computed. The RAE and RRSE were identical to R2.

Table 4. Statics of ML Techniques

Categories	Abbr.	R ²	RAE(%)	RRSE(%)
Functions	PR	0.8645	43.45	50.02
	SMOreg	0.8680	38.80	49.04
Lazy-learning algorithms	IBk	0.7901	40.69	60.74
	LWL	0.8525	48.07	51.69
Tree-based learning algorithms	M5P	0.8942	36.81	43.87
	REPTree	0.8010	49.98	60.61

Residuals of all the six ML techniques are shown in Figure 1 to allow visual comparison of their performance. It could be seen from the residuals that M5P approximates the actual values better than the other techniques.

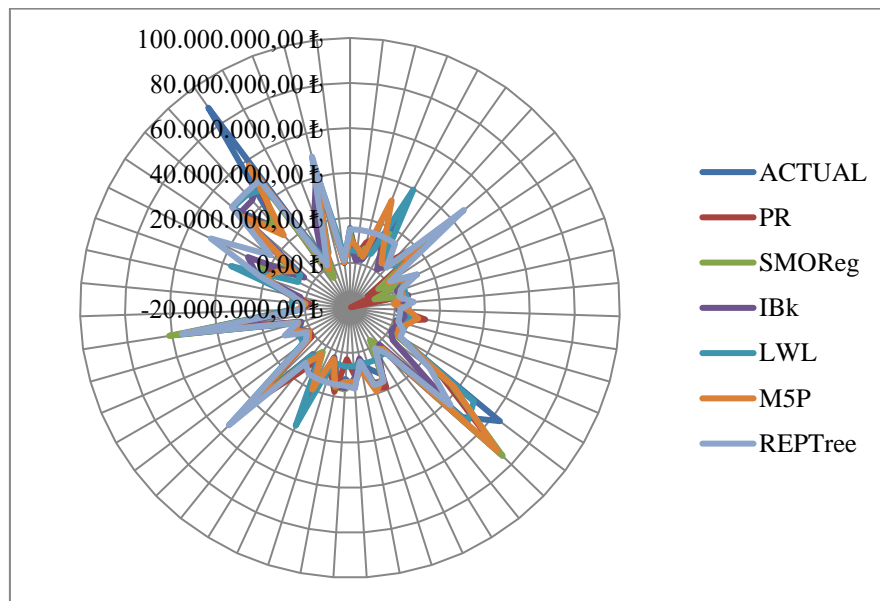


Figure 1. Residuals of All The Six ML Techniques

4. CONCLUSION

In literature, there are many previously proposed techniques/models utilized for the investment cost prediction but limited for the pipeline cost prediction. In this study, six ML techniques compared for predicting the construction cost of pipeline projects with a created test dataset For evaluation process, 10-fold cross validation is utilized to examine the predictive techniques. Clearly, the M5P model was found to be the best and the IBk was found to be the poorest performing techniques. In this study, it is just utilized the individual ML techniques. Future works may focus on building more powerful ensemble ML models to improve the prediction performance. The proposed ML techniques should be applied to data sets of current pipeline projects. Besides the effect of each input variables on obtained results may analysis via component analyses. These suggestions can be considered for future works.

REFERENCES

- Asim T, Mishra R, Kollar LE, Pradhan SR. 2014. Optimal sizing and life-cycle cost modelling of pipelines transporting multi-sized solid-liquid mixtures. *International Journal of Pressure Vessels and Piping* 113, 40-48.
- Bai B, Li X, Yuan Y. 2013. A New Cost Estimate Methodology for Onshore Pipeline Transport of CO₂ in China. *Energy Procedia* 37, 7633-7638.
- Crouch C, Crouch D, Maclin R, Polumetla A 2009. Automatic detection of RWIS sensor malfunctions (Phase I), Final report, published by Intelligent Transportation Systems Institute Center for Transportation Studies University of Minnesota, CTS 09-10.
- Demirdöğen O, Erdal H, Akbaba Aİ. 2017. Comparing Various Machine Learning Methods for Prediction of Patient Revisit Intention: A Case Study. *Selcuk University Journal of Engineering Science and Technology* 5 (4), 386-401.
- Dey P.K, Tabucanon MT, Ogunlana SO. 1996. Hierarchical approach to project planning: The case of a petroleum pipeline construction. *Applied mathematical modelling* 20 (9), 683-698.
- Ekinci S, Çelebi UB, Bala M, Amasyalı MF, Boyacı UK. 2011. Predictions of oil/chemical tanker main design parameters using computational intelligence techniques. *Applied Soft Computing* (11), 2356-2366.
- Erdal H, Karahanoglu İ. 2016. Bagging Ensemble Models for Bank Profitability: An Empirical Research on Turkish Development and Investment Banks. *Applied Soft Computing*, 49, 861-867.
- Erdal H, Erdal M, Şimşek O, Erdal Hİ. 2018. Prediction of Concrete Compressive Strength Using Non-destructive Test Results. *Computers and Concrete* 21 (4), 407-417.
- Frank E, Hall, MA, Witten IH. 2016. The WEKA Workbench. Online Appendix for Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Morgan Kaufmann, Fourth Edition. https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/Witten_et_al_2016_appendix.pdf.
- Gao L, Fang M, Li H, Hetland J. 2011. Cost analysis of CO₂ transportation: case study in China. *Energy Procedia* 4, 5974-5981.
- Jung JY, Huh C, Kang SG, Seo Y, Chang D. 2013. CO₂ transport strategy for the Offshore CCS in Korea. *Energy Procedia* 37, 3242-3249.
- Kang K, Huh C, Kang SG, Baek JH, Noh HJ. 2014. Estimation of CO₂ pipeline transport cost in South Korea based on the scenarios. *Energy Procedia* 63, 2475-2480.
- Kim S, Abedinangerabi B, Shahandashti M 2020. Forecasting Pipeline Construction Costs Using Time Series Methods. In: *Pipelines 2020*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, pp. 198-209.
- Knoope MMJ, Guijt W, Ramirez A, Faaij APC. 2014. Improved cost models for optimizing CO₂ pipeline configuration for point-to-point pipelines and simple networks. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 22, 25-46.
- Knoope MMJ, Ramirez A, Faaij APC. 2013. A state-of-the-art review of techno-economic models predicting the costs of CO₂ pipeline transport, *International journal of greenhouse gas control* 16, 241-270.
- Matthews JC, Allouche EN, Sterling RL. 2015, Social cost impact assessment of pipeline infrastructure projects, *Environmental Impact Assessment Review* 50, 196-202.
- McCoy ST, Rubin ES. 2008, An engineering-economic model of pipeline transport of CO₂ with application to carbon capture and storage, *International journal of greenhouse gas control* 2(2), 219-229.
- Mishne G, De Rijke M 2006. Capturing Global Mood Levels using Blog Posts. In: *AAAI Spring Symposium: Computational Approaches to Analyzing Weblogs*, pp.145-152.
- Najafi M, Kim KO 2004. Life-cycle-cost comparison of trenchless and conventional open-cut pipeline construction projects. In: *Proceedings of the ASCE Pipeline Division Specialty Congress-Pipeline Engineering and Construction*, San Diego, California, pp. 1-4.
- Namlı E, Erdal H, Erdal Hİ 2019. Artificial Intelligence-Based Prediction Models for Energy Performance of Residential Buildings. in: *Recycling and Reuse Approaches for Better Sustainability*, Balkaya N, Güneysu S. (Eds.). Springer, pp. 141-149.
- Parker N 2004. Using natural gas transmission pipeline costs to estimate hydrogen pipeline costs. UCD-ITS-RR-04-35 Institute of Transportation Studies University of California.
- Rui Z, Metz PA, Chen G. 2012. An analysis of inaccuracy in pipeline construction cost estimation. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology* 5 (1), 29-46.
- Tüfekçi P. 2014. Prediction of full load electrical power output of a base load operated combined cycle power plant using machine learning methods. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 60, 126-140.
- Türkan YS, Yumurtacı Aydoğmuş H, Erdal H. 2016. The Prediction of The Wind Speed at Different Heights by Machine Learning Methods. *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)* 6 (2), 179-187.

- Uğur LO, Kanıt L, Erdal H, Namlı E, Erdal Hİ, Baykan UN, Erdal M. 2019. Enhanced Predictive Models for Construction Costs: A Case Study of Turkish Mass Housing Sector. *Computational Economics* 53 (4), 1403-1419.
- Vandeginste V, Piessens K. 2008. Pipeline design for a least-cost router application for CO2 transport in the CO2 sequestration cycle. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 2 (4), 571-581.
- Wang Y 2000. A new approach to fitting linear models in high dimensional spaces. PhD Thesis, The University of Waikato.
- Wang Y., Witten I 1997. Inducing model trees for continuous classes. in: Ninth European conference on machine learning. Prague, Czech Republic. pp. 128–137.
- Witten IH, Frank E, Hall MA 2011. *Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Third Edition, San Francisco, Morgan Kaufmann.
- Yumurtacı Aydoğmuş H, Ekinci A, Erdal Hİ, Erdal H. 2015. Optimizing the Monthly Crude Oil Price Forecasting Accuracy via Bagging Ensemble Models. *Journal of Economics and International Finance* 7 (5), 127-136.

ENERJİ HASADI TASARIMLARINDA GRAFEN VE GÜMÜŞ BAZLI REZONATÖRLERİN KULLANIMI

Aşkın TEKER

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bursa.
askin17teker@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9687-1342

Sibel YENİKAYA

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bursa.
sguler@uludag.edu.tr, ORCID:0000-0002-9423-1752

Özet

Bu çalışmada aynı boyutlara sahip 4 adet rezonatörden oluşan sinyal emici özellik gösteren metamalzeme birim hücre yapısı tasarlanmıştır. Tasarlanan yapıda grafen ve gümüş metamalzemeleri kullanılarak simülasyon verileri elde edilmiştir. Simülasyon çalışmaları CST Microwave Studio programında gerçekleştirilmiştir. Grafenin optik özellikleri kullanılarak simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Simülasyonlarda grafen ile birlikte gümüş malzemesinin tercih edilmesinin sebebi gümüşün yaygın olarak rezonatör tasarımlarında kullanılması ve en iyi iletken olmasından kaynaklıdır. Simülasyonların 5G teknolojisine katkı sağlayabilmesi için çalışılan frekans aralığı 1-20 GHz olarak belirlenmiştir. Simülasyon verilerinin analizi yapıldığında verimlilik değerlerinin ortalamaları alındığında; grafen metamalzemesinin rezonatör yapılarındaki kullanımının gümüşe göre 6.5 kat daha verimli olduğu görülmüştür. Birim hücre yapısının malzemesindeki değişimlerle, göreceli kazanç oranı (dBi) değerleri elde edilmiştir, elde edilen değerler karşılaştırıldığında grafen bazlı tasarımın dBi performansının, gümüşe göre 1.7 kat daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen simülasyon verileri analiz edildiğinde, enerji hasadı uygulamalarında grafen metamalzemesinin kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Metamalzeme, Grafen metamalzemesi, Gümüş metamalzemesi, Enerji hasadı, 5G teknolojisi

USE OF GRAPHENE AND SILVER BASED RESONATORS IN ENERGY HARVEST DESIGNS

Abstract

In this study, a signal-absorbing metamaterial unit cell structure consisting of 4 resonators with the same dimensions was designed. Simulation data were obtained by using graphene and silver metamaterials in the designed structure. Simulation studies were carried out in the CST Microwave Studio program. Simulations were carried out using the optical properties of graphene. The reason why silver material is preferred with graphene in simulations is because silver is widely used in resonator designs and is the best conductor. In order for simulations to contribute to 5G technology, the frequency range studied has been determined as 1-20 GHz. When the simulation data is analyzed, the efficiency values are averaged; It has been observed that the use of graphene metamaterial in resonator structures is 6.5 times more efficient than silver. With the changes in the material of the unit cell structure, relative gain ratio (dBi) values were obtained. When the values obtained were compared, it was observed that the dBi performance of the graphene-based design was 1.7 times better than that of silver. When the simulation data obtained are analyzed, it is seen that the use of graphene metamaterial in energy harvesting applications is appropriate.

Keywords: Metamaterial, Graphene metamaterial, Silver metamaterial, Energy harvesting, 5G technology

1. GİRİŞ

Metamalzemeler mühendislik çalışmalarıyla üretilen, farklı amaçlar doğrultusunda üretimi çeşitlilik gösteren, doğada doğrudan karşılık bulamayan malzemelerdir (Shelby ve ark., 2001). Metamalzemeler

birim yapıda değerlendirildiğinde farklı şekillerdeki rezonator ve alt kısmı metal kaplı dielektrik bir alttaştan oluşur. Metamalzemeler sahip oldukları negatif kırılma indisiyle enerji soğurabilmekte ve teorik olarak mükemmel sinyal emilimi göstermektedir (Bakır 2018).

Grafen, metamalzeme karakteristik özelliklerini taşımaktadır. Son yıllarda araştırmalarla gelişim gösteren grafen, elektronik ve teknoloji alanlarında kullanım alanı bulmuştur. Grafen elmas yapı dayanıklılığı, elektriksel iletkenliğinin yüksek oluşu ve termal olarak iyi iletimsel özelliklerinden dolayı birçok alanda kendine uygulama alanı bulabilen karbonun önemli bir allotropudur. Yapılan çalışmada grafen ve gümüş ile aynı birim hücre rezonator yapısı üzerinden simülasyon verileri elde edilmiştir. Elde edilen simülasyon verileri incelendiğinde; grafenin rezonator yapısı tasarımında kullanımının, gümüşe göre daha verimli olacağı görülmüştür. Bu çalışmada literatürdeki benzer çalışmalardan farklı olarak iki farklı malzeme karşılaştırılmıştır, karşılaştırmalar verimlilik ve göreceli kazanç oranı (dBi) simülasyon verileri üzerinden literatüre katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın da konusu olan enerji hasadı uygulamalarına gelecek olursak, enerji hasadı son yıllarda gelişim gösteren, düşük enerjiyle çalışan yapılarında gelişim göstermesiyle ön plana çıkmaktadır. Enerji hasadı; titreşim, ışık, ısı, sıcaklık, hava akımı vb. gibi farklı enerji kaynaklarından elde edilebilmektedir ve ortam enerjisinin kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürülmesine de olanak sunmaktadır. Bu nedenle, enerji hasadı elektronik cihazlara enerji vermek için akülere alternatif bir yaklaşımdır. Ayrıca enerji hasadının çevresel avantajları da mevcuttur (Çalhan ve ark., 2019). Enerji hasadında mükemmel sinyal emilim potansiyelinin yanı sıra yükün üzerinde maksimum gücün toplanması da beklenmektedir (Bakır 2018). Bu çalışmada RF enerji hasadı hedeflenmiş, havada serbest olarak yayılan elektromanyetik dalgaların sahip olduğu enerjilerin uygun donanımlarla toplanarak yüksek verimde elektrik enerjisine çevirime yönelik, birim hücre metamalzeme tasarımı yapılmıştır. Enerji hasadında kullanımı ön görülen birim hücre tasarımı tamamen aynı olup sadece rezonator ve alttaşt malzeme tipleri değiştirilerek simülasyonlar yapılmıştır.

Literatürdeki rezonatör yapısı malzemeleri incelendiğinde bakır genellikle FR4 yapıda rezonatör tasarımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır ancak gümüş de rezonatör tasarımlarında genel kullanıma sahiptir, gümüş bakıra göre daha iyi bir metamalzeme karakteristiği sergiler ancak yapısı gereği ve maliyet, işlenebilirlik, kolay temin edilebilme gibi durumlardan dolayı bakır simülasyon ve gerçeklemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bakır'ın 2018 yılında yaptığı çalışmalarındaki tasarım adımları dikkate alınmış olup, asıl olarak tasarlanan rezonator yapısı Betancourt vd. 2016 yılındaki tasarım şekli ele alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan birim hücre yapısı bu iki makale referans alınarak oluşturulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Simülasyon Sonuçları

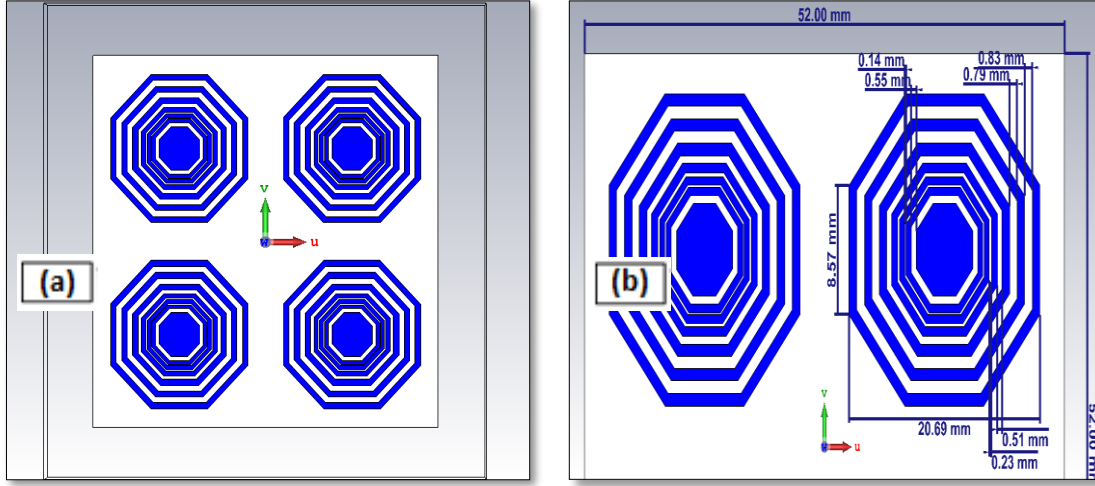
Bu çalışmada tasarım ve simülasyon çalışmalarında sonlu entegrasyon yöntemi (FIT) tabanlı bir yazılım olan CST Microwave Studio yazılımı kullanılmıştır. Elektromanyetik alan problemlerinin çözümünde nümerik analiz metodları kullanan CST Studio, zaman ve frekans domenlerinde simülasyon yapmaya imkan vermektedir. Bu çalışmadaki simülasyon verileri zaman domeninde yapılmıştır. Grafen malzemesinin optik özellikleri kullanılmış olup (Tablo 1'de verilmiştir) kullanılan birim hücre yapıları birebir aynı bırakılarak sadece malzeme türlerinin değiştirilmesiyle analizler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Grafen metamalzemesinin CST Studioda tanımlanan optik özellikleri

Temperature (K°)	293
Chemical Potential (eV)	0.1
Relaxation time (ps)	0.1
Thickness (nm)	0.3

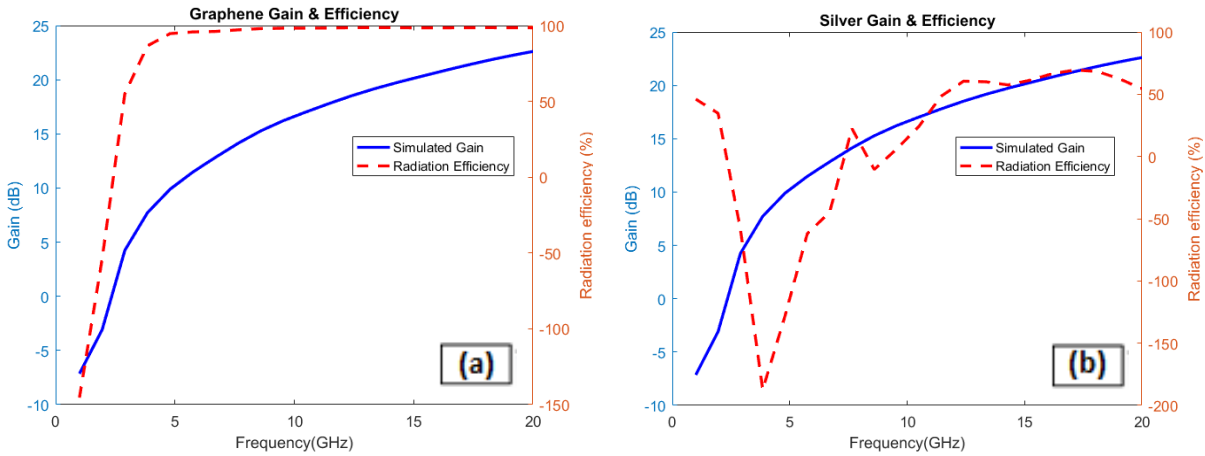
Bu çalışmada dört adet aynı yapıda rezonatörden oluşan, kıyas yapılan (grafen veya gümüş) malzeme ile alttaştı oluşturulan, ortasında Mica dielektrik malzemesinin yer aldığı birim yapı hücresi oluşturulmuştur. Grafen malzemesinin rezonatör yapılarındaki kullanılabilirliğinin daha iyi

anlaşılabilmesi için karşılaştırma yapılabilecek bir metamalzemeye ihtiyaç duyulmuştur. Simülasyonlarda grafen ile birlikte gümüş metamalzemesinin seçilmesinin nedeni; gümüşün yaygın kullanımı ve iyi bir iletken olmasından kaynaklıdır. Gümüşün iletim katsayısı 6.3×10^7 S/m dir, rezonatördeki kalınlığı 0.03mm ve alttaştaki kalınlığı 0.05mm'dir. Mica malzemesi iletim katsayısı 1×10^{-14} S/m dir, kalınlığı 0.1mm'dir.



Şekil 1. (a) Enerji Hasadı için kullanılacak silindir yapı 4 lü rezonator birim hücresi, (b) 8 segmentli silindir yapı rezonatorun mm cinsinden boyutları

Ara yüzey tasarımlarındaki malzeme seçiminde, dielektrik katsayısı yüksek malzemelerin tercih edilmesi durumunda verimlilik artışı gözlemlenmiştir. Mica, "er" bağılı dielektrik sabiti çok yüksek olan ve çok az kayıplı bir elemandır. Bu özelliklerinden dolayı da, yüksek frekans devrelerinde kullanılmaya uygundur. Mica kalınlığının rezonator kalınlığından büyük seçilmeside enerji hasadı verimliliğini arttırdığı gözlemlenmiştir (Karakaya ve ark., 2017). Şekil 1'de görüldüğü üzere yapı 4 adet 8 segmentli silindirik iç içe geçmiş yapılardan oluşmaktadır. Yapı tasarlanırken rezonans yapılması istenen frekans değerleri göz önüne alınarak dalga boyunun 1/5 değerinde boyutlar kullanılmıştır.



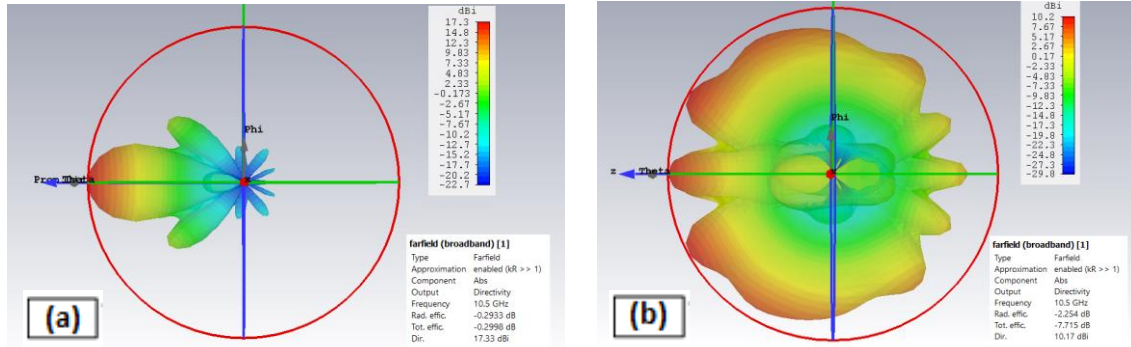
Şekil 2. (a) Grafenin kazanç(dB) ve verimlilik(%) grafiği, (b) Gümüşün kazanç(dB) ve verimlilik(%) grafiği

Simülasyonlarda kazanç ve yönlülük değerleri referans alınarak verimlilik (E) hesabı yapılmıştır. Grafen ve gümüş için yapılan kazanç (G) ve yönlülük (D) parametreleri kullanılarak;

$$G = E \times D$$

(1)

Bu formüle göre (1) şekil 2'deki grafikler Exel ve Matlab programları kullanılarak oluşturulmuştur. Matlab grafiklerinde de görüldüğü üzere frekans değeri 1-20 GHz arası, Kazanç dB cinsinden görselleştirilerek, asıl ulaşılmak istenen değer olan verimlilik yüzde (%) olarak verilmiştir. Grafik verileri değerlendirildiğinde grafenin ortalama değeri %76.48, gümüşün ortalama değeri %11.95 olarak elde edilmiştir. Ortalama değerleri karşılaştırıldığında grafenin, gümüşe göre 6.5 kat daha verimli bir performans sergilediği görülmektedir. Grafen ile tasarlanan metamalzeme verimliliği 8.6GHz frekans bandından başlayarak 20GHz frekansa kadar %98-99 civarında verimlilik değeri gösterirken, gümüş bazlı metamalzeme yapıda ise maksimum verimlilik %69.47 olarak ölçülmüştür.



Şekil 3. (a) Grafenin 10.5GHz için Uzak Alan 3D görünümü, (b) Gümüşün 10.5GHz için Uzak Alan 3D görünümü

Tablo 2. Grafen ve gümüş metamalzemeleri ile uzak alan 3D analiz sonuçlarındaki dBi değerleri

	6GHz	8GHz	10GHz	10.5GHz	12GHz	14GHz	16GHz	18GHz	20GHz
Silver (dBi)	4.84	7.87	8.03	10.17	12.85	11.82	14.36	15.42	15.88
Graphene (dBi)	12.16	14.84	16.81	17.33	18.41	19.76	20.91	21.97	22.86

CST de uzak alan analitik çözümlenmeleri yapılan metamalzeme, frekans aralığı olarak 1-20 GHz frekans bandı tercih edilmiştir. 5G iletişim frekans spektrumu, fiziksel özellikler açısından 6 GHz altı ve 6 GHz üstü olarak iki aralıkta tanımlanmaktadır (Lee ve ark., 2018). Belirlenen frekans değerinin seçiminde gelişen teknolojiyle 5G cihazların hayatımızda çokça yer alacağı ön görülmüş ve 6GHz frekansın üstündeki 9 adet frekans değerinde simülasyon verileri Tablo 2'de verilmiştir. Uzak alan 3D görüntüsü çalışılan frekans aralığının tam ortası olan 10.5GHz frekansında çözümlenmiş ve Şekil 3 de gösterilmiştir. Simülasyon verileri sonucunda grafen ana lob büyüklüğü 17.33 dBi iken gümüş bazlı metamalzeme 10.17 dBi değerindedir. Simülasyon verileri karşılaştırıldığında grafen bazlı rezonatör tasarımının, gümüşe göre göreceli kazanç oranının (dBi) 1.7 kat daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

3. SONUÇ

Grafen karakteristik malzeme özellikleriyle farklı kullanım alanlarına entegre edilmeye çalışılmaktadır. Grafenin metamalzeme olarak, enerji hasadı uygulamalarında kullanımının uygunluğu CST Studio aracılığıyla yapılan simülasyon verileriyle ispatlanmıştır. İspatlama aşamasında; genel kullanımı bulunan ve literatüre bakıldığında çokça tercih edilen gümüş malzemesi ile simülasyon verileri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Grafen ve gümüş malzemeleri, aynı enerji hasadı birim hücre yapısında simülasyonları yapılmıştır. Bu çalışmadaki simülasyonlar verimlilik değerlerinin karşılaştırılması ve göreceli anten kazanç oranlarının karşılaştırmalarını içermektedir. Simülasyon veri sonuçlarının açıklamaları tablo, grafik ve görsel verilerle desteklenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, verimlilik açısından değerlendirildiğinde grafenin, gümüşe göre 6.5 kat daha verimli olduğu görülmektedir. Bu çalışmada göreceli anten kazanç oranları da karşılaştırılmış ve grafenin gümüşe göre 1.7 kat daha yüksek kazanç oranında olduğu görülmüştür.

4. TARTIŞMA

Çalışmalar 1-20 GHz frekans aralığında yapılmış olup, 5G teknolojisiyle değişmesi ön görülen rezonatör yapılarına karkı sağlaması beklenmektedir. Bu çalışmanın metamalzeme tabanlı sinyal emici ve enerji hasadı uygulamaları geliştiren bilim insanlarına faydalı olacağı ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Athauda, T., Karmakar, N.C. (2019), The Realisation of Chipless RFID Resonator for Multiple Physical Parameter Sensing. *Citation information: DOI10.1109/JIOT.2019.2901470, IEEE Internet of Things Journal*
2. Alper, F., Coşkun, Ö. (2020), ISM2.45 GHz Mikroşerit İmplant Anten Tasarımı ve Doku İçi Ölçümleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Isparta, *Türkiye. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 8(2), 541 – 551, 2020 e-ISSN: 1308-6693
3. Atalaya, J., Isacson, A., Kinaret, J. M. (2008), Continuum Elastic Modeling of Graphene Resonators. Department of Applied Physics, *Chalmers UniVersity of Technology, SE-412 96 Go'teborg, Sweden*
4. Bakır, M. (2018), Metamalzeme Tabanlı Çok Bantlı Enerji Hasadı Uygulaması. *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi* 20(1), 527-538, (2018).
5. Betancourt, D., Haase, K., Hübler, A., Ellinger, F., Member, S. (2016), Bending and Folding Effect Study of Flexible, Fully-Printed and Late-Stage Codified Octagonal Chipless RFID Tags. *IEEE. Erişim adresi: http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html for more information.*
6. Bağmancı, M. (2018), Metamalzeme Emici Tabanlı Mikro Dalga ve Optik Frekanslarda Enerji Hasadı Benzetimleri ve Uygulamaları. *Yüksel Lisans Tezi. İskenderun Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*
7. Cecco, V. Di., Amendola, S., Valentini, P.P., Marrocco, G. (2017), Finger-Augmented RFID System to Restore Peripheral Thermal Feeling, *2017 IEEE International Conference on RFID (RFID)*
8. Çalhan, A., Cicioğlu, M., Bayrakdar, M. (2019), Vücut Alan Ağları için Enerji Hasadı Ünitesi Tasarımı. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences vol. 2, NO. 1, APRIL 2019*
9. Dai, M. D., Kim, C., Eom, K. (2012), Nonlinear Vibration Behavior of Graphene Resonators and Their Applications in Sensitive Mass Detection. *Nanoscale Research Letters* 2012, 7:499. *Erişim Adresi: http://www.nanoscalereslett.com/content/7/1/499*
10. Fang, J., Vandenberghe, W. G., and Fischetti, M. V. (2016), Microscopic Dielectric Permittivities of Graphene Nanoribbons and Graphene. *Department of Materials Science and Engineering, The University of Texas at Dallas, Richardson, Texas 75080, USA*
11. Karakaya, E., Mülazımoğlu, C., Can, S., Yılmaz, A.E., Akaoğlu B. (2017), Enerji Hasadı Uygulamalarına Yönelik Metamalzeme Tasarımı
12. Karakuş, C., Tekir, O. (2016), Elektromanyetik Dalgalardan Enerji Hasat Etmek
13. Karakaya, E.U. (2019), Metamalzemeler ile Enerji Hasatlama, *Yüksek Lisans tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Mühendisliği Bölümü*
14. Lee, J., Tejedor, E., Ranta-aho, K., Wang, H., Lee, K. T., Semaan, E., Mohyeldin, E., Song, J. , Bergljung, C., and Jung, S. (2018), Spectrum for 5G: Global status, challenges, and enabling technologies. *IEEE Communications Magazine*, 56(3), 12-18. "Spectrum for 5G: global status, challenges, and enabling Technologies", *IEEE Communications Magazine*, vol. 56 (3), pp. 12-18, 2018.
15. Liu Y., Yang M., Pang K., Wang F., Xu Z., Gao W., Gao C. (2019), Environmentally Stable Macroscopic Graphene Film With Specific Electrical Conductivity Exceeding Metals. *Zhejiang University, 38 Zheda Road, Hangzhou, 310027, China*
16. Larsen, B. L., Lavrinenko, A., Andryieuski, A. (2013), Gaphene Antennas for THz Radiation. *Technical University of Denmark, Department of Photonics Engineering*
17. Long Lee, H., Yang, Y., Chang W. (2013), Mass Detection Using a Graphene-Based Nanomechanical Resonator. *Japanese Journal of Applied Physics* 52 (2013) 02510.1 *Erişim Adresi: http://dx.doi.org/10.7567/JJAP.52.025101*
18. Memarian, F., Fereidoon A., Ganji, M. (2015), Graphene Young's modulus: Molecular mechanics and DFT treatments. Superlattices and Microstructures (2015), *doi: Erişim Adresi: http://dx.doi.org/10.1016/j.spmi.2015.06.001*
19. Oshidari, Y., Hatakeyama, T., Kometani, R., Warisawa, S., Ishihara, S. (2012), High Quality Factor Graphene Resonator Fabrication Using Resist Shrinkage-Induced Strain. *Applied Physics Express* 5 (2012) 117201. *2012 The Japan Society of Applied Physics. Erişim Adresi: http://dx.doi.org/10.1143/APEX.5.117201.*
20. Singh, V., Bosman, S. J., Schneider, B. H., Blanter, Y. M., Castellanos, A., Steele, G. A., (2014), Optomechanical Coupling Between a Multilayer Graphene Mechanical Resonator and a Superconducting Microwave Cavity. *Nature Nanotechnology Advance Online Publication. Erişim Adresi www.nature.com/naturenanotechnology*
21. Shelby, R.A., Smith, D.R. ve Schultz, S., (2001), Experimental Verification of a Negative

Index of Refraction. *Science*, 292.5514, 77-79, (2001).

22.Zhang, X. (2016), Simulation, Fabrication and Measurement of Graphene Based Passive Guided Devices.
University of Manchester

FORMATION OF AN URBAN HEAT ISLAND AND THE EFFECTS OF PLANTS ON URBAN CLIMATE

Tuğsem Sönmez

Düzce University / Faculty of Forestry / Forest Engineering
tugsem86267@ogr.duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3977-9643

Abstract

Cities are areas where the effects of climate change are felt most intensely. For this reason, the city-temperature relationship should be evaluated through the climate. The urban heat island is accepted as the most prominent climatic indicator of urbanization. While evaluating both the urban climate and the factors affecting the urban heat island formation, the vegetation in the urban ecosystem has critical significance. This importance is explained with cases from several cities. An approach from local to global dimensions may be possible. In terms of urban climate, it is recommended that planning be made within the framework of remedial measures.

Keywords: Greening, Human, Urban climate, Urban heat island.

1. INTRODUCTION

Most of the world's population lives in cities, and this rate is increasing gradually. Cities are areas where the effects of climate change are felt most intensely. The high density of areas of buildings makes cities vulnerable to the effects of climate change (Coşkun Hepcan, 2019). In the cycles of the effects of cities on climate change and the effect of climate change on the cities, people can be drawn into the vortex of unhealthy living conditions. Therefore, it is of special importance to take measures and develop strategies to minimize the effects of anthropogenic effects on the climate in cities (Kuşçu and Şengezer, 2012). It should be added to the climate change at the global level that, as a result of urbanization, changes occur in the microclimatic structure of cities, and regional warming occurs in cities. In this context, researches on urban climate are gaining importance today (Kuşçu and Şengezer, 2012).

Urbanization and industrialization affect the heat and water cycle in the boundary layer of the atmosphere and differentiate the urban climate from the rural area (Yüksel, 2005). This difference in climatic terms between urban and rural areas was first defined by Luke Howard for the city of London in 1820 as an “urban heat island” and become part of the literature and has been investigated in the major cities of the world until today (Fan, 2004). Urban heat island is considered to be the most prominent climatic indicator of urbanization (Duman Yüksel and Yılmaz, 2008). While evaluating both the urban climate and the factors affecting the formation of the urban heat island, the fact that the vegetation in the urban ecosystem is taken to a considerable level is more noticeable day by day.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Urban Climate

The most distinctive feature of the urban climate is that it is warmer than the climate of the surrounding areas. The temperature in cities is observed higher than those in rural areas located in suburbs and natural landscapes. Building materials, roofs, asphalt, concrete pavements, and roads absorb more solar energy than other natural surfaces. This energy also spreads as heat radiation, and this radiation continues during the night (Oke, 1982).

Prevention of radiation reaching the ground plays a very important role in terms of urban climate. The difference in the ground characteristics of rural and urban areas results in significant temperature differences. The reflection of the incoming energy from the ground or the albedo is not the same in rural and urban areas. While energy reflected back into the atmosphere in rural areas exposed to no physical obstacles, it is absorbed significantly by high-rising buildings in urban areas, and there are significant temporal delays in its radiation back into the atmosphere (Çiçek and Doğan, 2005).

As being most affected by urbanization, temperature differs significantly from the city and surrounding rural areas. As a matter of fact, Oke (1973) studied to link the temperature difference between the city and its surrounding areas to the city population. As a result of his research in 11 cities of Europe, he found a logarithmic correlation. With this correlation, he calculated the highest temperature differences between the city and its surroundings calibrated by the population. In this calculation, a maximum temperature difference of 4 °C in a city with a population of 10,000, 6 °C in a city with a population of 100,000, 8 °C in a city with a population of 1,000,000 and a temperature difference of 10 °C in a city with a population of 10,000,000 was found (Finke, 1980).

2.2. Effect of Vegetation on Urban Climate

Plants play an important role in people's use and perception of nature by creating a natural space in the city (Sommer, 1994). Plants have very important functions in increasing the quality of the urban environment (Yang et al., 2005). Vegetated areas in cities affect the climate around the buildings and provide a thermal effect (Givoni, 1991). The positive contributions of plants to the urban climate can be explained as follows:

Plants balance the air temperature by controlling the sun's rays in urban environments. Urban structure and features; (factors such as morphology, macro form, green system, urban texture, building compositions, etc.) affect the wind speed-direction and air temperature. Together with their negative effects on airflow, heat release slows down in city centers, the heat balance of the city changes, and temperatures increase in city centers. As the area of green areas and tree communities is expanded, the degree of influence increases. Air temperature can be reduced more effectively by vegetation at different levels (Kuşçu Şimşek and Şengezer, 2012). In the urban environment, the temperature under trees at night is on average 5-8 °C higher than the open areas (Atay, 1988). While vegetation reduces the loss of water by evaporation of the soil by intercepting the sun rays and lowering the wind speed, they release moisture to the environment by transpiration. For example; a 21-m- tall tree with a shading effect releases 400 lt per day in summer (Federer, 1989). Directing the wind, reducing or increasing its speed, and regulating urban air movement can be provided by plant materials. With appropriate planting around the buildings, the wind speed drops from 20 km per hour to 5 km/h at a distance twice the height of the plant (Walker, 1991).

Findings on urban climate show that the urban temperature raises with the increase in the construction, and the urban climate comfort improves with the increase of the ventilation and vegetation means of the cities (Kuşçu Şimşek and Şengezer, 2012). Studies on urban climate, on the other hand, shed light on settlements and construction that negatively affect the urban climate, and underline the importance of the climate component for living comfort. From the sources examined, it is understood how important it is to develop healthy strategies and take the necessary precautions regarding the climate issue in terms of human health and life comfort (Kuşçu Şimşek and Şengezer, 2012).

2.2. Climatic Evaluation of City-Temperature Relationship

The world we live in is a living organism and, like all livings, it needs certain temperature conditions in order to live in a healthy way. Human-induced effects that disrupt the composition of the atmosphere cause an increase in temperature on Earth. Unfortunately, the functioning of the natural systems in the earth is damaged due to the change in the atmosphere temperature by 1 °C compared to the 1800s, due to the change of the natural order of the climate. The life of all livings in the world depends on the healthy functioning of ecological processes and cycles in the world (Coşkun Hepcan, 2019).

The cities of our country are predominantly composed of building areas with multi-story high-density buildings. Within this texture, the proportion of green areas in the form of small and isolated areas that mostly remain between the building blocks in the city is quite low. Green spaces are an important factor in regulating urban temperatures. Plants, especially trees, affect the climate of their environment. Trees cool the surfaces in the city by transpiration and creating shadows. The height of the vegetation, the high density of the crown increase the shading and transpiration functions, which causes the environment to cool (Coşkun Hepcan, 2019).

2.2. Formation Of Urban Heat Island

The urban heat island is conceptually one of the best-known forms of local anthropogenic climate change and can be defined as the temperature within the city simultaneously being higher than the surrounding rural area (Streutker, 2003). Surface temperature is high in areas with poor vegetation, roads, buildings, roofs, and parking lots. Due to the high density of buildings, urban areas are a few degrees warmer than the rural and underdeveloped areas around them. This microclimatic situation is considered as the heat island (Figure 2.1) (Roth, 2013).

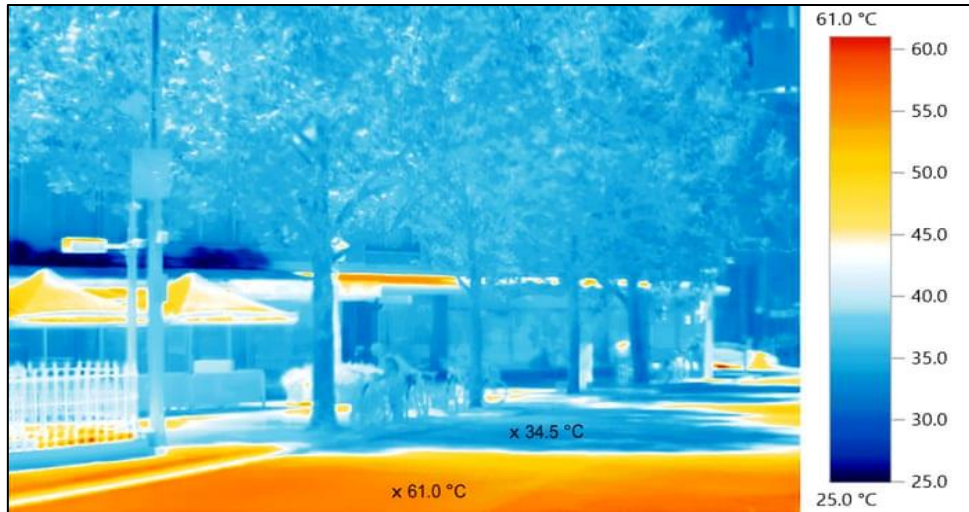


Figure 2.1. Thermal camera view of the urban heat island effect in Melbourne¹

In the studies conducted in Rennes, France, it was determined that as a result of the heat island formation, the temperature differences between day and night decreased, the minimum temperatures were higher in the central parts, and accordingly, the urban phenology differentiated from the natural areas and the trees started to operate earlier in the spring (Figure 2.2) (Quenol et al., Referring to 2010, Dirik, 2014).

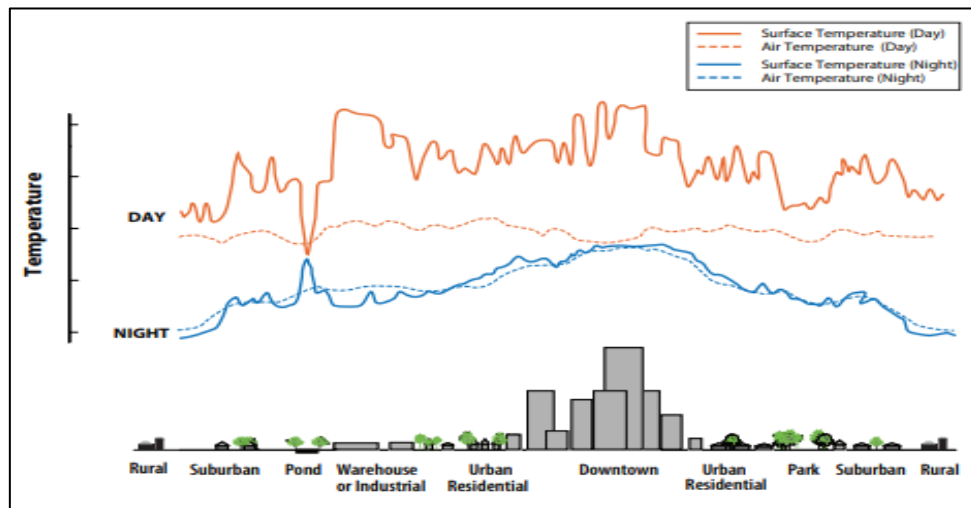


Figure 2.2. Daytime and nighttime air and surface temperature changes in urban areas²

¹<https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/21/urban-heat-islands-cooling-things-down-with-trees-green-roads-and-fewer-cars>

²<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/basicscompendum.pdf>

Heat island formation in cities occurs mainly in three ways (Giguere, Dirik, referring to 2009):

- Formation of heat island from the soil surface: It is caused by infrared rays emitted and reflected from the surfaces in areas where the surface is very heated and hot.
- Formation of heat island arising from the vegetative texture of the city: It occurs in the air layer between the soil surface and the crown of trees or the roofs of buildings in cities and where human activities are intense.
- Heat island formation in urban fringes or urban-rural interfaces: It occurs on the vegetative tissue in the surrounding areas of the city.

Urban heat islands develop day and night, but they usually occur more intensely at night. The temperature difference between urban and rural areas develops depending on synoptic conditions. While the temperature difference increases in clear and calm weather conditions, it disappears in cloudy and windy weather. In the development of temperature differences, differences such as different topographic features, changes caused by heat transmitted by radiation, and turbulence gain importance (Çiçek & Doğan, 2005).

It is possible to make the temperature difference between urban and rural areas more understandable. For example; a temperature mapping was made using the bike at a distance of 25-450 km during the day in Freiburg, Germany. While rural areas cool down to 23 °C at 22:00 at night, the temperature in the city center was measured as 31 °C at the same time. It may be quite possible to define the evaluations of temperature changes as a 'climatic road' by two bicycles along the route traveled for kilometers. The data obtained along this road were then transferred on a map, supported by colored drawings (Figure 2.3).

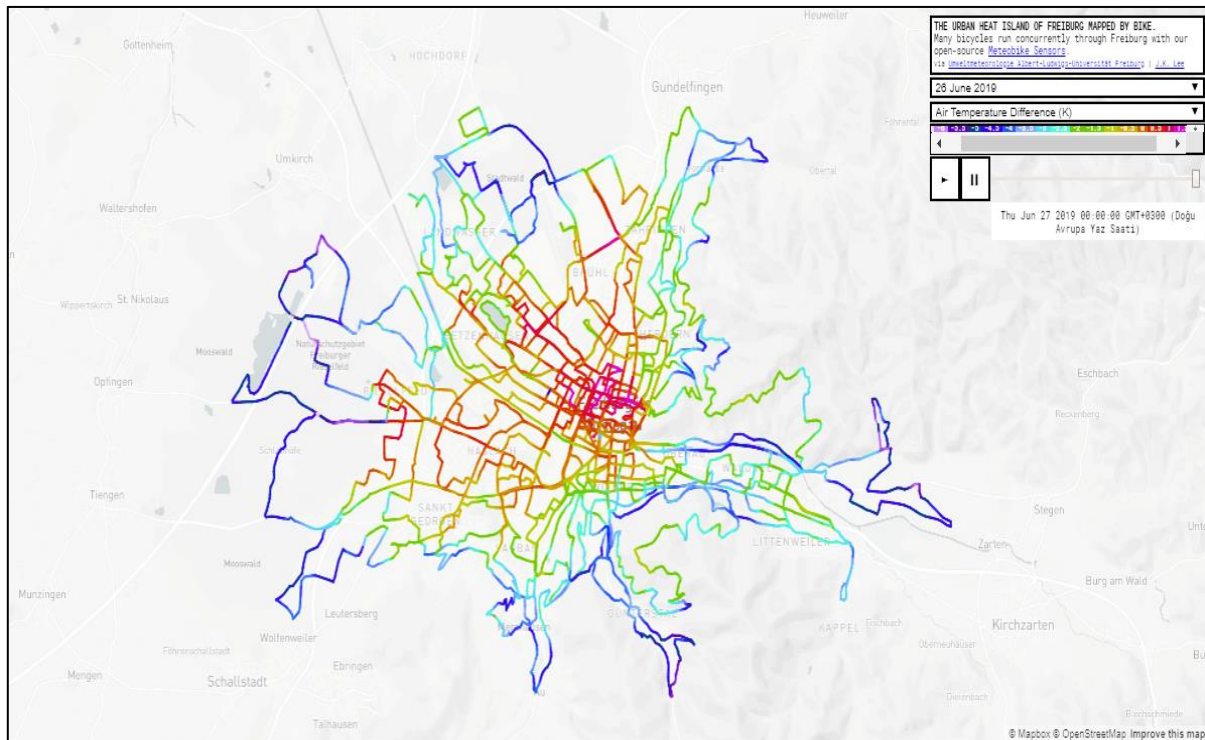


Figure 2.3. Temperature change between urban and rural areas in Freiburg, Germany³

Alexandri et al. (2002) attributed the criterion for temperature reduction in urban areas to vegetation, existing urban geometry, and climatic conditions. Studies show that these parameters are effective from 0.4 °C to 19.9 °C (Alexandri, 2002).

³ https://weather.uni-freiburg.de/meteobike_extern/meteobike-animation/

As green areas and tree communities are expanded, the degree of influence increases. As a matter of fact, Monteiro et al. (2016), in their study conducted in the city of London, strong relationships was found between the size of the green areas and the night temperatures of the city. In another study, the effect of the relationship between population distribution and temperature in London on land surface temperature was observed (Figure 2.4).

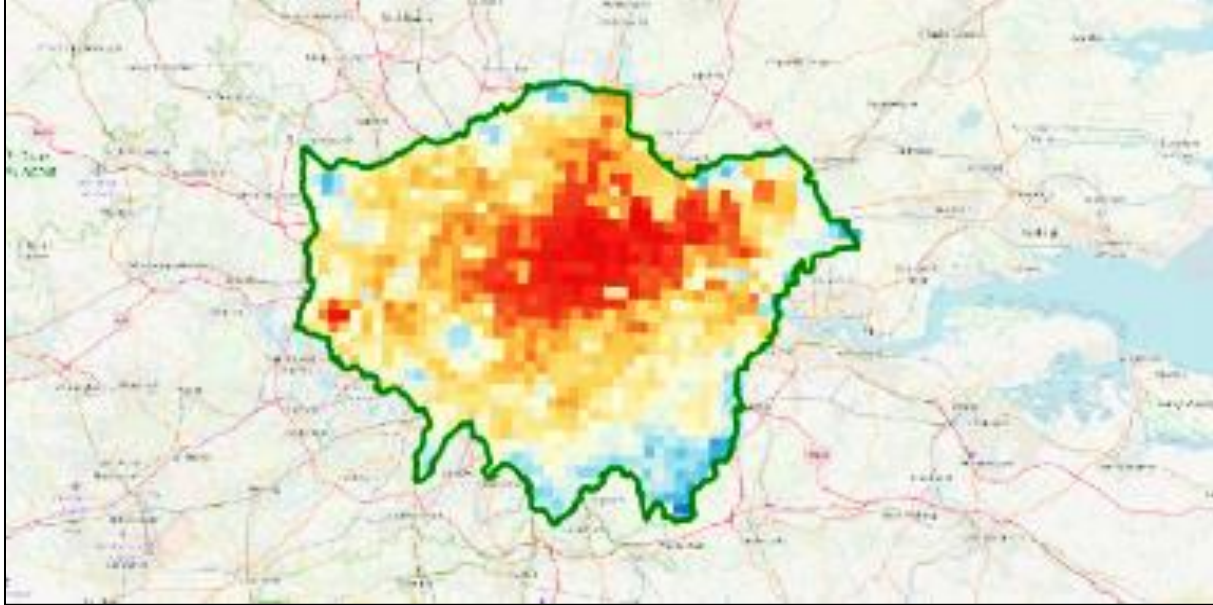


Figure 2.4. The effect of the relationship between population distribution and temperature in London on land surface temperature⁴

Another study conducted for Istanbul reflected a similar result. The land surface temperature distribution was mapped using Landsat 8 satellite thermal bands. Also, the Istanbul heat island distribution map by the heat field density index was mapped (Figure 2.5; Figure 2.6).

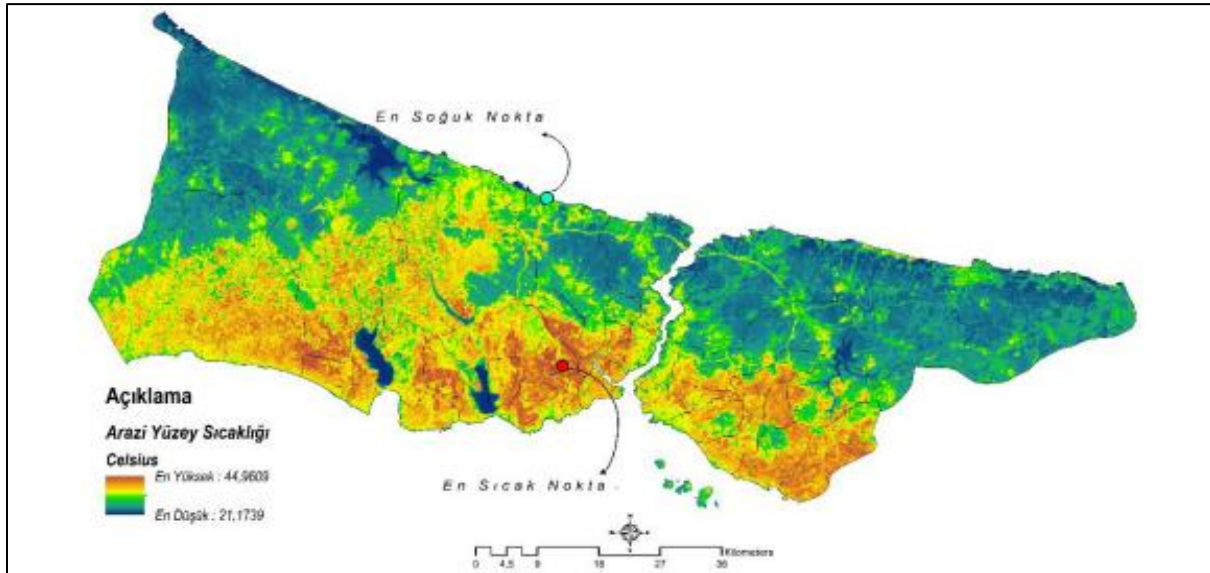


Figure 2.5. Map of land surface temperature distribution in Istanbul.⁵

⁴ https://rus-copernicus.eu/portal/wp-content/uploads/library/education/training/LAND09_UrbanHeatIsland_London.pdf

⁵ <http://uzalmet.mgm.gov.tr/tammetin/2019/2.pdf>

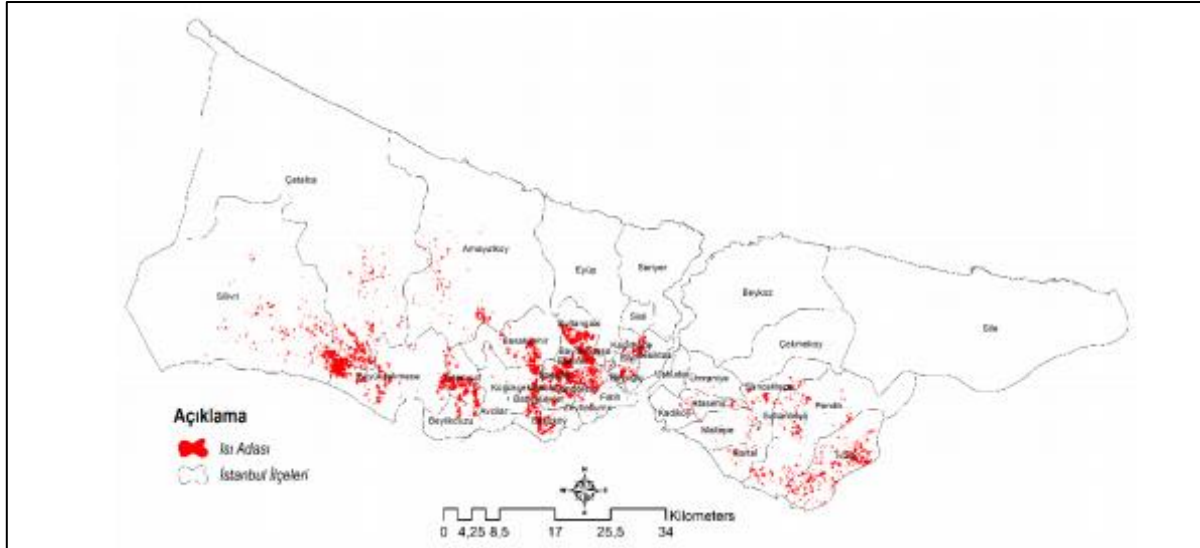


Figure 2.6. Istanbul heat island distribution map according to the heat field density index⁶

Humidity is also an important factor in the formation of urban climate and urban heat islands. The poverty of the city in terms of vegetation, the loss of rainfall in the sewer network, the increasing number of impermeable areas due to paved surfaces, roads, and buildings in the cities significantly reduce the evaporation from the soil surface and consequently increase the heat storage under the surfaces. During the summer, both relative humidity and vapor pressure are lower in the city. In winter, the differences almost completely disappear depending on the vapor pressure. That is, differences in relative humidity depend on temperature (Kratzer, 1968).

Some recent studies show that there is a range of bioclimatic comfort zones that people feel comfortable with. The main factors in reducing the negative effects of urban heat island formation provide airflow in the cities, creating adequate shadow surfaces and vegetation. In particular, green areas and vegetation have an effect on lowering temperatures (Kuşçu Şimşek and Şengezer, 2012).

3. CONCLUSION AND SUGGESTIONS

In the recent past and present, the frequent problems related to the urban climate and hence the formation of an urban heat island have increased the necessity to work on these issues. Studies show that the temperature in urban areas is higher than in rural areas. While preserving the existing plant presence in urban areas, additional planting increase the masking and shading effects, they contribute to climate mitigation through its ecological functions. Planting in urban areas can significantly reduce the severity of extreme climatic conditions. In the city ecosystem, trees with high heights and wide crown structures that can benefit the ecological functions of a tree greatest should be protected. Establishing green corridors, preserving and increasing the existence of trees in the city, ensuring the preservation of urban forests, parks, and gardens, and meticulously planting motorway and urban road (alley) afforestation should be planned within the scope of mitigation measures in terms of urban climate. In this context, excessive loss of the tree crown cover and loss of urban resistance should be prevented by ensuring the appropriate and correct pruning standards, which is an important issue. Generally, there is a great need for approaches designed from local to global dimensions. Here, the identification of the problems, technical principles, application possibilities, and solution suggestions are put forward within a plan will inevitably facilitate the process.

⁶ <http://uzalmet.mgm.gov.tr/tammetin/2019/2.pdf>

REFERENCES

- Alexandri, E. (2002), The Effect of Green Roofs on the Urban Climate-A Quantitative Approach PLEA, 23-25 July, Toulouse, pp. 313-316.
- Atay, İ. (1988), “Kent Ormanları ve Çevre İle Etkileşimleri”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi Seri B, 40,1-5, İstanbul.
- Coşkun Hepcan, Ç. (2019) “Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümleri”, Eğitim Modülleri Serisi-12, Ankara.
- Çiçek, İ. ve Doğan, U. (2005), *Ankara’da Şehir Isı Adasının İncelenmesi*, Coğrafi Bilimler Dergisi, cilt 3, sayı 1, 57-72.
- Dirik, H. (2014), “Arborikültür (Kentsel Ağaç Kültürü)”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No: 5200/509, İstanbul.
- Duman Yüksel, Ü. ve Yılmaz, O. (2008), “Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi”, Gazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Der., cilt 23, No 4, 937-952.
- Fan, H., *Urbanization of Mesoscale Models.*, Tulane University Department of Mechanical Engineering, 2004.
- Federer, C. (1989), Trees modify the urban microclimate. *Journal of Arboriculture*, 2,7, 121-127.
- Finke, L. (1980), “Kent Planlaması Açısından Yeşil Alanların Kent İklimini ve Kent Havasını İyileştirme Yetenekleri”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, cilt 30, sayı 2, 224-256.
- Givoni, B. (1991), Impact of planted areas on urban environmental quality: A review. *Atmospheric Environment*, 25 (3), 289-299.
- Kratzer, P. (1968), Beitrage Zum Münchner Stadtklima, in: Wetterund Leben, V: 20, pp. 110-116.
- Kuşçu Şimşek, Ç. ve Şengezer, B. (2012), “İstanbul Metropolitan Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, cilt 7, sayı 2, İstanbul.
- Meteobike Animation, (2019), Available at: https://weather.uni-freiburg.de/meteobike_extern/meteobike-animation/ [Access Date: 21.02.2021]
- Monteiro, M., Doick, K. J., Handley, P., Peace, A. (2016), The Impact of Greenspace Size on The Extent of Local Nocturnal Airtemperature Cooling in London, *Urban Forestry&Urban Greening*, 16 (2016) 160–169
- Oke, T, R. (1982), *Theenergetic Basis of The Urban Heat Island*, Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society, V: 108 (455), pp. 1-24.
- Roth, M. (2013), *Urban Heat Islands*. Harindra, J. & Shermal, F. (der.), Handbook of Environmental Fluid Dynamics, Taylor & Francis Group, 2: 143-163.
- Sandal, E., Adiguzel, F. (2014). Spatial development of Tarsus and the changes in land use. *Urban and Urbanization* 1, 570-579
- Sommer, R. (1994), Social benefits of resident involvement in tree planting. *Journal of Arboriculture* 20,6,323-328.
- Streutker, D. R., A Study of the Urban Heat Island of Houston-Texas. PhD. Thesis, Rice University Department of Physics and Astronomy, Houston, Texas, 2003.
- The guardian (2017) Available at: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/21/urban-heat-islands-cooling-things-down-with-trees-green-roads-and-fewer-cars> [Access Date: 01.02.2021]
- Urban Heat Island Basics, (2014), Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Available at:<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/basicscompendium.pdf> [Access Date: 09.02.2021]
- Urban Heat Island With Sentinel-3, (2018), Available at: https://rus-copernicus.eu/portal/wp-content/uploads/library/education/training/LAND09_UrbanHeatIsland_London.pdf [Access Date: 22.02.2021]
- Uzaktan Algılama ve CBS'nin Yüzey Sıcaklığı ve Kentsel Isı Adası Tespit ve Analizinde Uygulanması, (2019), Available at: <http://uzalmet.mgm.gov.tr/tammetin/2019/2.pdf> [Access Date: 29.02.2021]
- Walker, T. (1991), *Planting Design. Van Nostrand Reinhold*, p: 196, New York.
- Yang, J., McBride J., Zhou J., Sun Z. (2005), The urban forest in beijing and its role in air pollution reduction. *Urban Forestry & Urban Greening* 3, 65-78.
- Yüksel, Ü. (2005), “Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma”, Doktora Tezi, Ankara Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

İKLİM PARAMETRELERİNİN AĞAÇLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Tuğsem Sönmez

Düzce Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Mühendisliği
tuğsem86267@ogr.duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3977-9643

Özet

İklimin genel olarak, hem mevcut ağaç türleri hem de bu ağaç türlerinin dağılımları üzerine etkili rolleri olduğu bilinen ve kabul gören bir gerçektir. İklim parametreleri doğal nedenlerden dolayı yıldan yıla ve daha uzun dönemler (on yıllar) için değişkenlik barındırır. İklim faktörleri bitki hayatı üzerine teker teker değil ortak bir şekilde birlikte tesir ederler. Yetişmeleri ve sağlıklı olmaları toprak, ışık, su ve besin gibi çok sayıda değişkene bağlı olan bitkiler bu değişkenlerin yanı sıra iklimsel etkenlerden de doğrudan etkilenirler. Bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için sıcaklık, yağış, hava hareketleri, nem ve ışık en etkili iklim parametreleridir. Genel olarak iklim parametrelerinde meydana gelen değişimler, ağaçları kırılgan ve hassas bir hâle dönüştürmekte ve risk faktörleri ile karşı karşıya bırakmaktadır. Bu nedenle ağaçlar üzerindeki etkilerinin, dikkatle ve yakından takip edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlar, Etki, İklim, İklim parametreleri, Önem.

EFFECTS OF CLIMATE PARAMETERS ON TREES

Abstract

It is a well-known and accepted the fact that the climate has an effective role on both existing tree species and the distribution of these tree species in general. Climate parameters vary from year to year and for longer periods (decades) due to natural reasons. Climatic factors affect plant life jointly, not individually. Plants whose growth and health depend on many variables such as soil, light, water, and nutrients are directly affected by climatic factors as well as these variables. Temperature, precipitation, air movements, humidity, and light are the most effective climatic parameters for the growth of plants. Generally, changes in climate parameters make trees fragile and vulnerable and expose them to risk factors. Therefore, its effects on trees should be carefully and closely monitored.

Keywords: Climate, Climate parameters, Impact, Significance, Trees.

1. GİRİŞ

Bitkilendirme çalışmalarında (ekim veya dikim yoluyla) öncelikli olarak sahanın etüt edilmesi gerekmektedir. Bu incelemeler (etüt) öncelikli olarak, fizyografik, (topografik durum), klimatik (iklim parametreleri), edafik (toprak özellikleri) ve biyolojik (vejetasyonun-bitki örtüsü) etüt olmak üzere dört ana başlık etrafında değerlendirilmektedir (Turna, 2017). İklim parametrelerinin değerlendirilmesine olanak tanıyan klimatik etüt; bitkilendirme çalışmalarında, çalışma alanının iklim özelliklerinin iyi bilinmesini, uzun dönemli iklim verilerini hem genel hem de lokal olarak analiz edilmesini sağlamaktadır. Zira yapılacak çalışmaların geleceği ve başarısı açısından klimatik etüt çok önemlidir. Bunlar arasında sıcaklık, rüzgâr, fırtına, yağmur, don, bağıl nem gibi hava hareketleri ilk akla gelen önemli iklim özelliklerdir (Turna, 2017). Başarılı bir bitkilendirme çalışmasından söz edebilmek için, sağlıklı ve uygun ortam koşullarını yaratmak gerekmektedir. Bu koşulları yaratmanın başlıca faktörlerinden biri de, iklim parametrelerinin değerlendirilmesi konusuna önem vermek ve özen göstermektir.

2. MATERYAL VE METOD

İklimin genel olarak, hem mevcut ağaç türleri hem de bu ağaç türlerinin dağılımları üzerine etkili rolleri olduğu bilinen ve kabul gören bir gerçektir. İklim parametreleri doğal nedenlerden dolayı yıldan yıla ve daha uzun dönemler (on yıllar) için değişkenlik barındırır.¹ Yetişmeleri ve sağlıklı olmaları toprak, ışık, su ve besin gibi çok sayıda değişkene bağlı olan bitkiler bu değişkenlerin yanı sıra iklimsel etkenlerden de doğrudan etkilenirler (Arslan, 2019). İklim parametreleri değerlendirilirken özellikle sıcaklık, yağış, hava hareketleri, nem ve ışık ağırlıklı olarak önemlidir.

2.1. İklim Parametreleri

2.1.1. Sıcaklık

İklim parametreleri arasında bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için en etkili olan parametre sıcaklıktır (Eser 1986; Ağaoglu ve ark., 1997). Sıcaklığın; bitkilerin gelişmesi, toprak ve humus oluşumunun yanı sıra, bitkiler üzerinde transpirasyonu, solunumu artırması ve fotosentezi arttırması, vejetasyonu başlatması veya durdurması gibi etkileri mevcuttur.²

2.1.1.1. Düşük Sıcaklıklar ve Etkileri

Sıcaklık ekstremlerinin genel olarak bitki hayatındaki tesirleri en düşük ve en yüksek sıcaklık dereceleri ile kendisini göstermektedir. Bunlardan düşük sıcaklık, bilindiği üzere, bitkilerde don olaylarına sebep olmaktadır. Bu bakımdan don, mevsimler itibari ile erken donlar (güz donları), kış donları ve geç donlar (İlkbahar donları) olmak üzere üçe ayrılır. Erken donlar, bitkilerin vejetasyonlarını kapatmış ve dona karşı morfolojik tertibat almış olmaları sebebiyle fazla tehlike arz etmemektedir. Buna karşın, kış donları daha az tehlikeli olmaktadır; zira bitkilerin bütün organları dona karşı dayanıklı olacak şekilde kış durumuna geçmiş bulunurlar. İlkbahar donları, en tehlikelisi olup, ağaçlarda vejetasyonun başlamasından sonra fazla zarar vericidir (Sevim, 1960).

Düşük sıcaklıklarda bitkinin su alması güçleşir. Toprak suyunun düşük sıcaklıkta viskozitesinin artmasından dolayı kökler tarafından su güçlükle alınır. Böylece toprakta alınabilecek hâlde donmamış su olsa bile bir su kıtlığı meydana gelebilir. Yapılan bir araştırmaya göre bir toprak suyunun sıcaklığı 25 °C'den 0 °C'ye düştüğünde viskozitesinin (akmaya karşı direnç) 2 katı arttığı, kökler tarafından alınmasının ise yaklaşık olarak 2.5 defa azaldığı saptanmıştır. Hava sıcaklığının gece 0 °C'nin altına düşmesi ile kabuk ve gövdenin dış kısımları aniden soğur ve hücre arası boşluklarda buzlar meydana gelir ve bu kısımlar şişer. İç kısımlar aynı şekilde soğumadığından tangensiyal (teğet) yönde önemli bir gerilim ve basınç meydana gelir. Eğer sıcaklık birdenbire düşmüşse bu gerilim tangensiyal veya radial yönde don çatlakları meydana getir (Şekil 2.1). Yer yer kabuklar düşebilir. Bu durum, düşük sıcaklıkların mekanik zararlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.³



Şekil 2.1. Ağaç gövdesinde gözlemlenen don çatlakları

Genel olarak iklim parametrelerinde meydana gelen değişimler, ağaçları donlara karşı daha kırılğan ve hassas bir hâle dönüştürmekle birlikte, aynı zamanda ağaçları, risk faktörleri ile karşı karşıya bırakmaktadır.

¹<https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads/iklimsenaryolari.pdf>

²<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sunumlar/A%C4%9Fa%C3%A7land%C4%B1rma%20Et%C3%BCt%20ve%20Proje%20C5%9Eubesi.pdf>

³http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanekolojisi_cd3ec.pdf

2.1.1.2. Yüksek Sıcaklıklar ve Etkileri

Yüksek sıcaklıkların bitkilerde meydana getirebileceği zararın fizyolojik olarak açıklanması şu şekilde yapılabilir: Sıcaklık arttıkça, solunum ve transpirasyon artar. Solunumun artması solunum için harcanan enerjiyi, dolayısıyla harcanan organik madde miktarını da arttırmaktadır. Bununla birlikte artan sıcaklıkla yükselen transpirasyon için gerekli su temin edilemez, transpirasyonla harcanan su, kökler tarafından alınabilen sudan fazla olunca susuzluk ölümü meydana gelir.⁴

Çok yüksek sıcaklıklar ağaçlarda; kuraklık zararları, kabuk yanması, sürgünlerin kuruması, yaprak kavrulması ve büyümede yavaşlama şeklinde görülmektedir. Bitkiler hayati fonksiyonlarına genellikle 0-5 °C arasında başlamaktadır. Bu sıcaklık sınırı bitki büyümesi veya artımının minimum sınırını teşkil etmektedir. Bitki büyümesi 15-30 °C'de en yüksek seviyeye erişmektedir ki, bu sınıra da büyümenin optimum sınırı denir (Sevim, 1960). Ülkemizde yaygın olarak görülen Sarıçam (*Pinus sylvestris*) minimum -37 °C ile maksimum +39.4 °C arasında yetişebilir fakat bu türün optimum sıcaklık isteği +4.1 °C ile 14.4 °C arasındadır (Kurt, 2019). Genel olarak bu sıcaklık sınırları fizyolojileri itibariyle farklı bitki türlerine göre değişmektedir (Sevim, 1960). Düşük sıcaklığa bağlı olarak oluşan donlar ve yüksek sıcaklığa bağlı olarak oluşan kuraklık, bitkilerin canlı kalmaları ve gelişimlerini etkileyen ana stres faktörlerindedir (Howarth ve Ougham, 1993; Burke, 1995).

2.1.2. Yağış

Yağışlar, atmosferdeki su buharının yoğunlaşması sonucu oluşur ve sıvı şekilde yeryüzüne düşmesi yağmur olarak tanımlanır. Yağışların miktarı, şiddeti, süresi, şekli gibi çeşitli karakteristikler; toprak erozyonu, toprağın su ekonomisi ve bitkilerin yayılışı ve gelişimi, üzerinde etkilidir.⁵

Yağış miktarına sahip iki yerde çıplak olanında toprağın rutubet şartları, bitkilerle örtülü olanına nazaran birçok yönlerden farklılık göstermektedir. Bu farklardan biri bitkiler ile kaplı olan toprağın yüzüne varan yağış miktarının, çıplak alan toprağına varandan daha az olmasıdır. Bunun sebebi bitkilerle kaplı bir yere düşen yağışın belirli bir kısmının oradaki bitkilerin dal, yaprak ve kabuk gibi kısımlarını ıslatmak için harcanmış olmasıdır.

İşte bitkilerin toprak üstü organları tarafından yağış sularının belirli bir kısmının tutularak, buralardan buharlaşması intersepsiyon, bu suretle meydana gelen yağış kaybı miktarına da intersepsiyon miktarı denir. İntersepsiyon olayı ile toprağın su ekonomisi ve dolaylı olarak bazı fiziksel özellikleri etkilenmektedir. İntersepsiyon, toprağına ulaşan yağış suyu miktarını azaltmaktadır (Çepel, 1971). İklim faktörleri bitki hayatı üzerine teker teker değil ortak bir şekilde birlikte tesir ederler. Bilinmelidir ki, bir alana düşen yağışın tamamından bitkiler istifade edemez. Yağışların bir kısmı buharlaşma ve terleme ile kayba uğramaktadır. Suyun, toprağın derin kısımlarına sızması ve fizyolojik kuraklık gibi sebeplerle de bitkiler o alandaki yağışın tamamından faydalanamazlar (Dönmez, 1985). Ağaç yetiştirme olanakları düşünüldüğünde, yağış faktörü değerlendirilirken, yıllık ve aylık yağış ortalamaları, minimum ve maksimum değerler ile yağış şekilleri önemlidir.

2.1.3. Hava Hareketleri

Genel olarak hava hareketleri ve rüzgârın; mekanik ve fizyolojik etkileri ile karşılaşmaktadır. Mekanik etkiler; özellikle duyarlı ve hassas bitkilerde gövde, dal ve sürgünlerde kırılmalar, yarılmalar, devrilmeler (özellikle risk düzeyi yüksek, hastalıklı ve yaşlı ağaçlarda) şeklinde kendini göstermektedir. Bunlara ek olarak; pala oluşumu, bayrak oluşumu, aerodinamik oluşum, ekzantrik gövde oluşumu, genç sürgünleri, dokuları ve yaprakları parçalama gibi oluşumlara da sebebiyet vermektedir. Fizyolojik etkiler; evaporasyon, transpirasyon, tozlaşma ve tohum yayılışı gibi etkiler görülmektedir.⁶

⁴ http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanekolojisi_cd3ec.pdf

⁵ <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sunumlar/A%C4%9Fa%C3%A7land%C4%B1rma%20Et%C3%BCt%20ve%20Proje%20C5%9Eubesi.pdf>

2.1.4. Nem

Hava nemi, bir ekosistemin su kaybı üzerinde etkili olduğu için ekolojik bakımdan önemlidir. Örneğin; bağıl nem miktarı %80-100 olan yerlerin tropik yağmur ormanlarını karakterize ettiği, bu değerlerin %50'den aşağı düştüğü yerlerdeki iklimin kuru iklim, %20'den daha az olduğu bölgelerde ise ekstrem derecede kurak iklim olarak nitelendirilebileceği kabul edilmektedir. Atmosfer neminin, orman ekosistemini oluşturan birçok öğeler için büyük bir önemi vardır. Fakat en çok bitki ve toprak nemi üzerinde etkili olmaktadır. Hava nemi sıcaklık, denizden yükseklik, denize uzaklık, hava hareketleri, mevsimler ve bitki örtüsü gibi çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir.

Hava hareketleri genel olarak nem dengesini sağlamaktadır. Bitkiler, transpirasyonla etrafındaki havanın nemini artırıcı etki göstermektedir. Bitkiler için "kuraklık" bağıl hava neminin %30'un altına düştüğü rüzgâr hızının 5m/s üzerine çıktığı, hava sıcaklığının da 25 °C'yi geçtiği zaman başlamaktadır. Hava kütleleri soğudukça içindeki nemi tutma güçleri azalır. Onun için havanın sıcaklığı düştükçe öyle bir an gelir ki hava içindeki su buharı çok küçük su tanecikleri hâlinde yoğunlaşmaya başlar. İçinde asılı olarak kalabilecek kadar küçük su taneciklerine sahip kütleler karasal yüzeylere veya su yüzeylerine yakın yerlerde bulunursa bunlara "sis" denir. Dünya üzerinde birçok yerde belirli ağaç türlerinin yayılışı ile sis kuşakları arasında bağıntılar olduğu bilinmektedir.⁷

2.1.5. Işık

Işık, bitkilerin gelişebilmeleri, yaşamlarını sürdürebilmeleri için mutlak surette gerekli bir fiziksel çevre faktörüdür. Birçok bitkiye ait tohumların çimlenebilmesi, tomurcukların açılabilmesi, bitkilerin çeşitli organlarının büyüüp şekillenebilmesi, ürün verebilmesi, hususunda aktif rol oynayan faktörlerin başında gelmektedir. Bunun dışında ışık, yaprakların morfoloji ve fizyolojisini etkilemektedir. Işığın en önemli ekolojik işlevi yeşil bitkiler için fotosentezi sağlamaktır. Bir bitkinin en yüksek derecede gelişim yapabildiğini sağlayan ışık miktarına o bitkinin "ışık optimumu" veya "optimum ışık şiddeti" denir.⁷

2.1.5.1. Bitkilerin Işık İstekleri

Işık ile bitki gelişim arasındaki önemli ilişkilerden biride bazı bitkilerin tam güneş ışığı altında, bazılarının da gölgede en iyi gelişimi yapabildiğidir. Gölge ağaçları, fazla ışık gereksinimi olmayan, gölgeye dayanabilen türlerdir. Bu sebeple bu türlere "gölge ağaçları" veya "gölgeye toleranslı" ağaç türleri denir. "Işık ağaçları" ise gölgeye dayanıklı değildir, çimlenip gelişmeleri için ışık gereklidir. Bu sebeple de bu türlere "ışık isteği fazla olan ağaçlar" denir. Her iki grup arasında yer alan ağaç türleri "yarı gölge" ve "yarı ışık" ağaçları olarak gruplandırılmaktadır.

Gölge Ağaçları: *Taxus, Buxus, Abies, Tsuga canadensis, Fagus.*

Yarı Gölge Ağaçları: *Carpinus, Picea orientalis, Tilia, Ulmus, Acer, Corylus, Fraxinus, İlex, Quercus coccifera* ve diğer yaz kış yapraklı meşeler, *Liquidambar orientalis, Castanea vesca.*

Yarı Işık Ağaçları: *Quercus sessiliflora, Alnus, Quercus pedunculata, Pinus nigra, Cedrus libani, Juniperus, Cupressus.*

Işık Ağaçları: *Robinia pseudoacacia, Populus alba, Populus tremula, Populus nigra, Salix, Pinus silvestris, Pinus halepensis, Pinus pinea, Populus euroamericana.*

Bu sıralama kesin olmayıp, orman ekosistemindeki diğer faktörlere ve tür niteliklerine göre değişkenlik göstermektedir.⁸

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

İklim parametrelerinin ağaçlar üzerindeki etkileri, dikkatle ve yakından takip edilmesini gerekli kılacak düzeyde önemli görünmektedir. Her bir parametre, bir bitkinin tohumdan itibaren çimlenmesi ile başlayan ve yaşlılık evresini tamamlanıncaya kadar ki geçen yaşam süresi boyunca farklı

⁶ http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanekolojisi_fa640.pdf

⁷ http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanekolojisi_cd3ec.pdf

seviyelerde ve önem düzeylerinde etki etmektedir. Bitkilerin tomurcuklarının patlaması için bir tarih verilememektedir ya da çiçeklerinin açması ile ilgili; iklim, dolayısıyla hava sıcaklığının düşük ya da yüksek olması bu tarihlerin ileri-geri hareketini etkilemektedir. Yağış miktarı, şiddeti, süresi, şekli; optimum, minimum, maksimum değerler, karlı ya da donlu gün sayıları, bitkileri etkileyici diğer önemli karakteristiklerdir. Hava hareketleri genel olarak nem dengesini de etkilemektedir. Sıcaklık ve yağışa ek olarak ışığa da ihtiyaç duyar bitkiler. Hatta bu ihtiyaç, bitkilerin isteklerini şekillendirecek kadar da önemlidir. Bu etkiler, bazen tek bir ağaç üzerinde, bazen de küme veya grup olarak kitlesel hâlde iken kendini göstermektedir.

Peter Wohlleben (2018) tarafından yazılan kitap “Ağaçların Gizli Yaşamı”nda ifade edildiği gibi: “Bir ağaç tek başına orman olmadığı gibi, yine tek başına istikrarlı bir yerel iklim oluşturamaz. Rüzgâra ve hava durumuna karşı korumasızdır. Ancak birçok ağaç, hep birlikte, aşırı sıcak ve soğuğu hafifleten bir ekosistem yaratabilir, bol miktarda su depolayabilir ve yine bol miktarda nem üretebilir. Ağaçlar bu korumalı çevrede uzun süre yaşayabilir. Bu hedefe ulaşabilmek için, topluluk ruhu her ne pahasına olursa olsun devam ettirilmelidir. Her ağaç topluluk için önemli ve mümkün olduğunca hayatta tutulmaya değerdir...”

⁸ http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanekolojisi_5eff2.pdf

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu S., Çelik H., Çelik M., Fidan Y., Gülşen Y., Günay A., Halloran N., Köksal İ. ve Yanmaz R., (1997), *Genel Bahçe Bitkileri*, A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:4, Ankara.
- Arslan, E. S., (2019), “İklim Değişimi Senaryoları ve Tür Dağılım Modeline Göre Kentsel Yol Ağaçlarının Ekosistem Hizmetleri Bağlamında Değerlendirilmesi: *Robinia pseudoacacia* L. Örneği”, Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Türkiye Ormanlık Dergisi, 20(2): 142-148, Isparta.
- Burke, J. J., (1995), Enzym adaptation to tempeature. IN - Environment and Phnt Metabolism Flexibility and Acclimation. N. Smirnoff, ed. (BIOS Scientific Publisher Limited), pp. 63-78.
- Çepel, N., (1971), “Toprak Yüzüne Varan Yağış Miktarına Bitkilerin Yaptığı Etki ve Belgrad Ormanında Yapılan Bir Araştırmaya Ait 5 Yıllık Sonuçlar”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, cilt xxı, sayı 2, İstanbul.
- Dönmez, Y., (1985), *Bitki Coğrafyası* (Temel Bilgiler ve Türkçe-Latince-İngilizce-Almanca-Fransızca Bitki Adları), Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Eser, D., (1986), *Tarım Ekoloji*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 975, Ders Kitabı:287, Ankara.
- Howarth, C.J., Ougham, H.J., (1993), Gene expression under temperature stress. *New Phytol.*, 125: 1-26.
- İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı, (2019), *İklim Senaryoları*, 11 Aralık 2020 tarihinde <https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads/iklimsenaryolari.pdf> adresinden alındı.
- KTÜ, (2019), 11 Aralık 2020 tarihinde http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanekolojisi_5eff2.pdf adresinden alındı.
- Kurt L., (2019), Bitki Ekolojisi Sunum Transkripti.
- OGM, (2020), 21 Aralık 2020 tarihinde <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sunumlar/A%20C4%9Fa%20A7land%C4%B1rma%20Et%C3%BCt%20ve%20Proje%20C5%9Eubesi.pdf> adresinden alındı.
- OGM, (2020), 28 Aralık 2021 tarihinde <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sunumlar/A%20C4%9Fa%20A7land%C4%B1rma%20Et%C3%BCt%20ve%20Proje%20C5%9Eubesi.pdf> adresinden alındı.
- Sevim, M., (1960), Bazı önemli orman ve kültür ağaçlarının yetişme muhiti münasebetleri hakkında genel bilgiler, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, cilt x, sayı 2, 1960.
- Turna, İ., (2017), *Kent Ormanlığı* “Kentsel Alanların Tesisi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ders Notları, 2017, Trabzon.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KURAK-YARI KURAK ALANLARDAKİ ETKİLERİ VE AĞAÇLANDIRMA TEKNİKLERİ

Tuğsem Sönmez

Düzce Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Mühendisliği
tuğsem86267@ogr.duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3977-9643

Özet

Kurak ve yarı kurak alanların hassas ekosistemler olduğu bilinmektedir. İklimdeki değişiklikler ekosistemlerin yapısına ve fonksiyonlarına etki etmektedir. Son dönemlerde iklim değişikliğinin türler ve ekosistemler üzerindeki etkileri daha fazla hissedilmeye başlanmıştır. Türlerin, iklimdeki değişikliğe ve bozulan iklimsel rejimlere farklı düzeyde ve biçimde yanıt vereceği beklenmektedir. Bu kapsamda, kurak ve yarı kurak alanlarda ekolojik, biyolojik-teknik ve sosyo-ekonomik kısıtlar üzerinde durmak gerekmektedir. Ayrıca, bu koşullara uygun ağaçlandırma teknikleri tercih edilmelidir. Çünkü bu koşullarda türlerin iklim değişikliği etkilerine karşı göstereceği uyum ve tolerans, yaşamsal faaliyetleri için önemlidir. Özellikle, kurak ve yarı kurak alanlar ile bu alanlarda öngörülen olası senaryolar düşünülerek, uzun vadeli stratejiler geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, İklim değişikliği, Kurak alanlar, Yarı kurak alanlar, Tür.

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON ARID-SEMI ARID AREAS AND AFFORESTATION TECHNIQUES

Abstract

Arid and semi-arid areas are known to be sensitive ecosystems. Changes in climate affect the structure and functions of ecosystems. Recently, the effects of climate change on species and ecosystems have started to be felt more. The species are expected to respond to different levels and forms of climate change and deteriorating climatic regimes. In this context, it is necessary to focus on ecological, biological-technical, and socio-economic constraints in arid and semi-arid areas. In addition, afforestation techniques suitable for these conditions should be preferred. Because, under these conditions, the adaptation and tolerance of species against the effects of climate change is important for their vital activities. In particular, long-term strategies should be developed by considering the arid and semi-arid areas and the possible scenarios developed for these areas.

Keywords: Afforestation, Arid areas, Climate change, Semi-arid areas, Species.

1. GİRİŞ

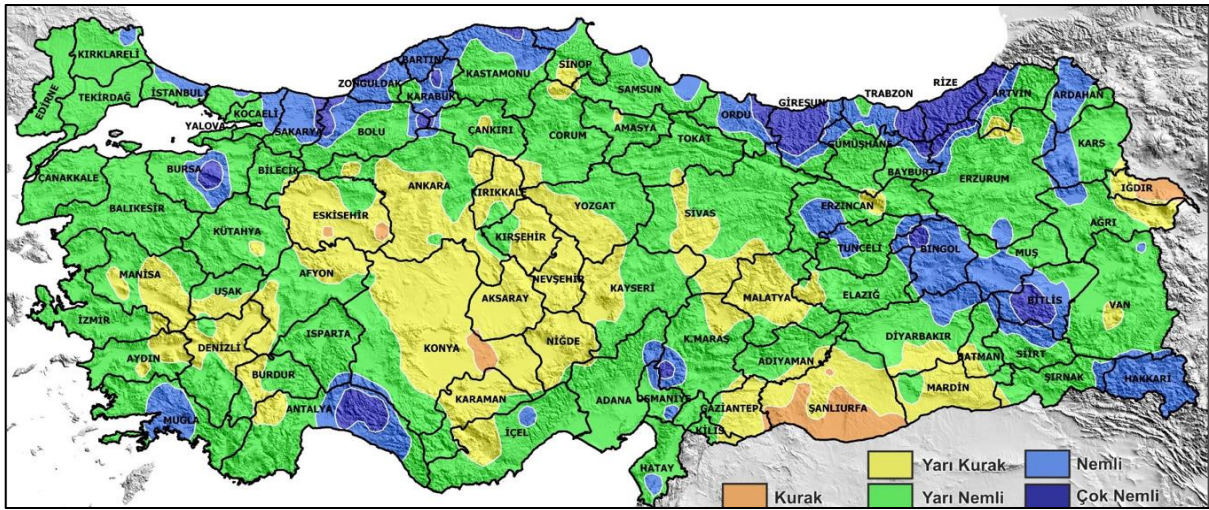
Türkiye'de 51 milyon hektarlık arazi kurak ve yarı kurak alan olarak değerlendirilmektedir. Bir başka ifade ile yarı kurak iklim koşulları ülkemizin %37.3'ünde hakimiyet kurmuş durumdadır. Yarı kurak iklim bölgesinde yer alan Türkiye de, geçmişte kuraklıkla karşı karşıya kalmış olup, kuraklık yakın dönemde de iklim değişikliği ile birlikte daha sık ve şiddetli gerçekleşeceğinden bugüne oranla çok daha tehlikeli olacaktır (Kadıoğlu, 2012). Sadece sürekli az yağış olan bölgelerde değil, yağışlı bölgelerde de kurak dönemler olabilir.

Kuraklıktan söz edebilmek için yağışların normal ya da beklenen düzeyin altında olduğu zamanın en az 1 mevsim ya da 1 yıl sürmesi gerekir. Yani, kuraklık belirli bir bölgede, yağışların belirli bir süre boyunca normalden az olması sonucu ortaya çıkmaktadır (Mishra ve Singh, 2010). Kurak ve yarı kurak bölgelerin ağaçlandırılması ise iyi bir planlama ve özenli bir uygulama gerektirir (Boydak ve Çalışkan, 2014). Bu yaklaşımla, iklim değişikliğinin kurak ve yarı kurak alanlardaki ağaçlandırma çalışmalarına etkileri değerlendirilmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Kuraklık Kavramları

Kuraklık, sonuçları dikkate alındığında günümüzde insanoğlunun geleceğini tehdit eden en önemli küresel ve bölgesel çevre sorunlarının başında gelmektedir (Türkeş, 2012). Kuraklık; “yağışın normal düzeyinin oldukça altında olduğunda ortaya çıkan ve arazi kaynakları üretim sistemlerini olumsuz biçimde etkileyerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan, doğal oluşumlu bir olay” şeklinde tanımlanmaktadır (UNCDD, 2015). FAO’nun tanımına göre; “yağışı 300 mm’nin altında altındaki bölgeler kurak, 300-600 mm. olan bölgeler ise yarı kurak bölgeler olarak ayrılmaktadır.”¹ Yarı kurak ve kurak bölgelerde, ortalamadan daha kurak yıllar olabilmektedir (geçici kuraklık). Geçici kuraklıkta su varlığı belirli bir süre bölgesel ölçeğin altında kalmaktadır. Zamanı belirli olmayan, bitkilerin yaşama ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyen bu kuraklık, genelde yaz kuraklığı şeklindedir (Çepel, 1983; Boydak ve Çalışkan, 2014). Çölleşme; kurak, yarı kurak ve kurak, yarı nemli alanlarda iklim değişiklikleri ve insan faaliyetlerini de içeren çeşitli faktörlerin neden olduğu arazi bozulması olarak tanımlanmaktadır (FAO, 1996). Çölleşme, düşük toplam yağışa, yetersiz su kaynaklarına, uzun kurak mevsimlere, yinelenen kuraklık olaylarına, gevşek yüzey malzemesine ve ince toprak katmanına sahip, seyrek ve aynı zamanda hassas bir vejetasyon ile kaplanmış ortamlarda hem daha sık oluşur, hem de daha fazla etkili olur (Türkeş, 2012). Ülkemizdeki kurak, yarı kurak ve nemli-yarı kurak alanlarda (özellikle İç Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi), bu olgu en olumsuz şekliyle kendisini göstermektedir (Boydak ve Çalışkan, 2014). Türkiye’nin yarısından fazlası (%58.8) yarı nemli iklim tipinin etkisindedir ve bu, en geniş alanı kapsamaktadır. İç Anadolu’daki yarı kurak alan, daha geniş alanı kapsamakta olup, çok az olmakla birlikte bazı alanlarda kurak iklim tipi, İç Batı Anadolu’da ve İç Anadolu ile Doğu Anadolu sınırındaki yarı kurak alan daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. (Şekil 2.1) (Aydın, 2019).



Şekil 2.1. Erineç yağış etkinlik indisinin illere göre alansal dağılışı (Aydın, 2019)

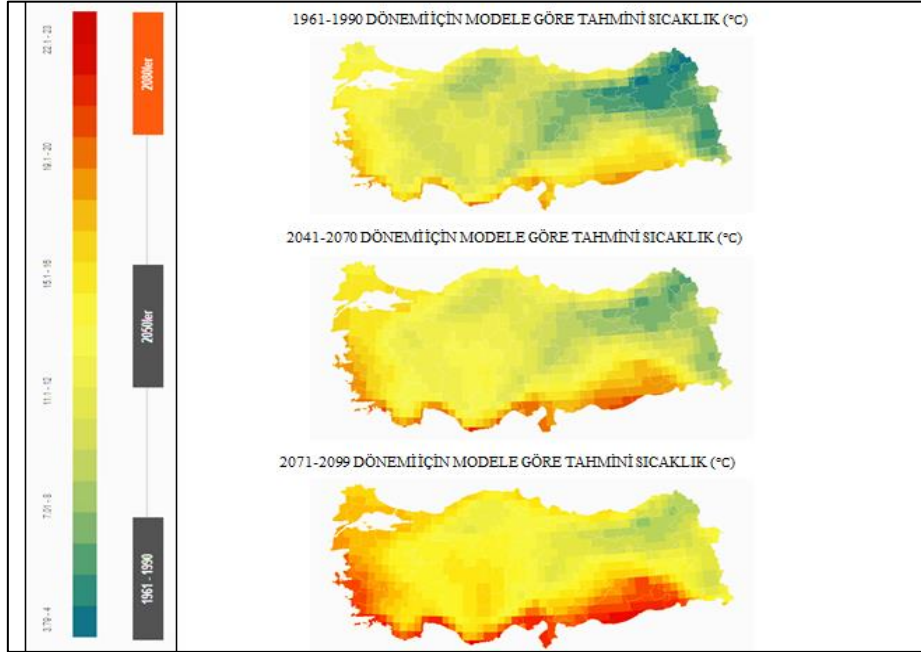
2.2. Kurak ve Yarı Kurak Alanlarda Ağaçlandırma Kısıtları

2.2.1 Ekolojik Kısıtlar

Bugünün iklim koşulları dikkate alındığında Türkiye’de iklim değişikliğinin etkileri su kaynaklarının azalması, kuraklık, sıcak hava dalgaları, sellerdeki artış olarak kendini göstermektedir (Türkeş, 2012). Kuraklığın etki derecesi, süresi ve zamanının tahmini oldukça zor olup kuraklığın tesirleri, insan faaliyetleri ile de yakın ilişkilidir (Turan Su, 2018). Kurak ve yarı kurak alanların hassas ekosistemler olduğu bilinmektedir.

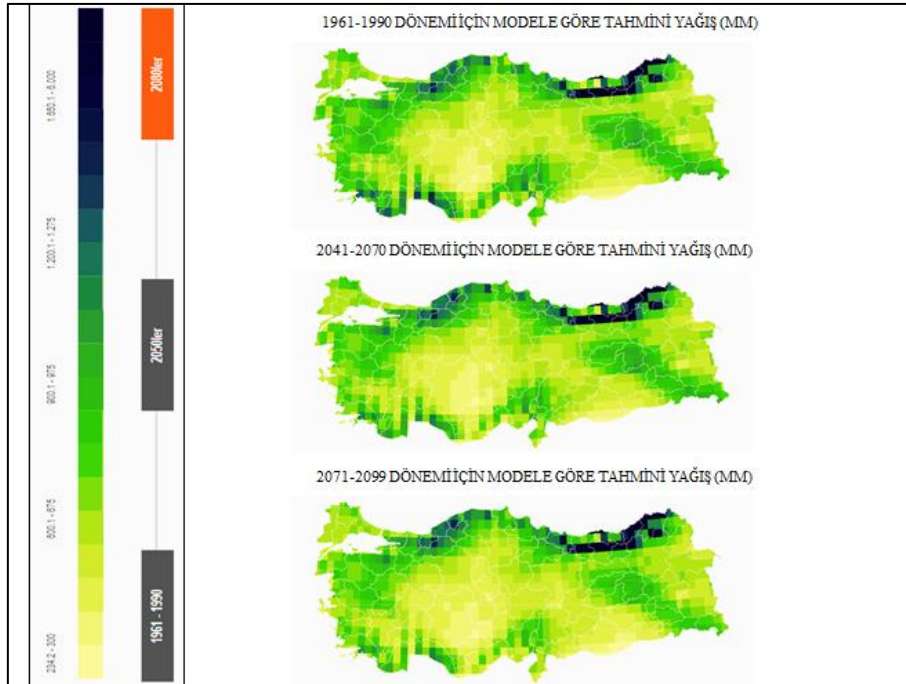
¹http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/silvikultur_3884b.pdf

Bir ekosistem tipini belirleyen en önemli faktörler sıcaklık ve yağış rejimi olduğundan, iklimdeki değişiklikler ekosistemlerin yapısında ve fonksiyonlarında değişime neden olmaktadır (Şekil 3.1). Son dönemlerde iklim değişikliğinin türler ve ekosistemler üzerindeki etkileri giderek daha fazla hissedilmeye başlamıştır.²



Şekil 3.1: Modelle göre farklı dönemlere ait tahmini sıcaklık³

Kuraklık, zamanla (yağış mevsiminin başlamasında gecikmeler, ürün büyüme mevsimi-yağış zamanının ilişkisi) ve yağışların tesirleri (yağış şiddeti, yağışlı gün sayısı) ile ilişkilidir (Şekil 3.2) (Kadioğlu, 2012). Yüksek sıcaklık, şiddetli rüzgâr ve düşük nem miktarı gibi diğer değişkenler de birçok bölgede kuraklıkta etkili olmaktadır.



Şekil 3.2: Modelle göre farklı dönemlere ait tahmini yağış⁴

² https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/uyum_stratejisi_eylem_plani_TR.pdf

³ <http://climatechangeinturkey.com/tr/b1.html>

Kurak (yağış 300 mm'nin altı) ve yarı kurak (yağış 300-600 mm) bölge ağaçlandırma çalışmaları arasındaki fark, kurak bölge ağaçlandırmalarında ilk 1 veya 2 yıl sulama gereksinimi olabilmesi, buna karşılık gerekli biyolojik-teknik önlemlerin alınması hâlinde yarı kurak bölge ağaçlandırmalarında genelde sulamaya gereksinim olmayışıdır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

2.2.2. Biyolojik ve Teknik Kısıtlar

Geçen 30-40 yıllık dönemde, iklimdeki değişiklikler, özellikle yüzey sıcaklıklarındaki artışlar, dünyanın birçok bölgesindeki biyolojik sistemleri etkilemeye başladı. Biyolojik sistemlerin değiştiğini gösteren pek çok örnekten söz edilebilir; ağaçların ve bitkilerin erken çiçeklenmesi gibi. Biyolojik sistemler kendi davranışlarını değiştirebilecek olan çok sayıda sıkıntıyla karşı karşıya kalırken, birçok durumda bu sistemlerde gözlenen değişikliklerin iklime karşı iyi bilinen biyolojik tepkilerle ya da yanıtlarla uyumlu olduğu da belirtilmelidir (TEMA, 2001).

Türler, iklimdeki değişikliğe ve bozulan iklimsel rejimlere (örneğin; yağış/buharlaştırma ve sıcaklık rejimlerine) farklı düzeyde ve biçimde yanıt vereceğinden, birçok ekosistemin yapısı, bileşimi, üretkenliği ve coğrafi dağılışı bozulacaktır. Artan olumsuzluklar (zararlılar ve yangınlar), biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve yaramaz (istenmeyen) türlerde artışlara yol açabilir (TEMA, 2001).

Bitki gelişmesi ekonomik açıdan sadece bitkinin yaşaması değil, üretici için artı değeri de içinde taşımak durumundadır. Yani, bitki, hem yaşantısını devam ettirecek hem de size artı bir değer verecektir (TEMA, 2001). Kurak ve yarı kurak alanlarda yapılacak ağaçlandırmalar için uygun orijinlerden kalite ve kantite açısından yeterli tohum sağlamada güçlükler bulunmaktadır. Buralarda varsa doğal türlere ve yerel orijinlere yer verilmesi bir zorunluluk olarak kabul edilmelidir. Ancak antropojen step sahalarında yapılacak ağaçlandırmalarda, tohum toplanabilecek kalıntı meşcereler bulunmaması hâlinde, benzer iklimatik koşullar taşıyan yerlerdeki uygun türlere ait orijinleri belirlemek için titiz çalışmaların yapılması gerekir (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Ekolojik koşullar (örneğin; toprak derinliği, taşlılık gibi) ağaçlandırma alanlarının makineli olarak hazırlanmasında güçlükler veya kısıtlar doğurabilmektedir. Ayrıca uygun ekipman ve deneyimli işçi sağlama bakımından güçlükler söz konusudur (Boydak ve Çalışkan, 2014). Kurak ve yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında kullanılacak fidanların kök/gövde oranının 1/2 düzeyinde (kök payı daha fazla olabilir) olması uygundur. Özellikle kaplı fidan kullanımı (kaplı fidanlarda çukur dikimi) fidan yaşama oranını arttırmaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

2.2.3. Sosyo-Ekonomik Kısıtlar

Yerküre iklimi ısınmaktadır ve iklim modelleri gelecek yüzyıl için önemli iklim değişikliklerinin olacağını göstermektedir. Bu da, toplumlar için olumsuz sonuçlar yaratarak, kalkınmanın önünde büyük bir engel oluşturacaktır (TEMA, 2001).

En hassas sistemler, iklim değişikliğine karşı en büyük duyarlılığı olan ve en az uyum gösterenlerdir (TEMA, 2001). Kurak ve yarı kurak alanlarda havza yönetimi kararlarına halkın katılımının sağlanması başarı için gereklidir. Çünkü bu arazileri halihazır kullananlar o bölgedeki çiftçiler, hayvancılıkla uğraşanlar ve havzadaki diğer insanlardır (Küçükkaya, 2010; Boydak ve Çalışkan, 2014). Önemli olan bu bölgelerde yaşayan insanlara bilgilendirme yapılması ve onların da bu ağaçlandırma sürecine destek verebilmelerinin yolunun açılmasıdır. Bunun sağlanamaması durumunda, diğer kısıtlarda ne kadar başarı sağlanmış olursa olsun, bu başarının, yetersiz ya da eksik kalabileceği düşünülerek hareket edilmelidir. Kurak ve yarı kurak alanlardaki ekosistemlerde yüksek sıcaklık, düşük ve düzensiz yağışlar, düşük bağıl nem, yüksek evaporasyon, yüksek erozyon, sıg toprak derinliği, organik madde azlığı ve diğer olumsuz fiziksel toprak koşullarının oluşturduğu ekolojik kısıtlar, bu alanlardaki ağaçlandırma maliyetlerini arttırmaktadır. Bu marjinal alanlardaki ağaçlandırma teknikleri daha karmaşık olup, başarılı olmak daha güçtür. Kurak ve yarı kurak bölge ağaçlandırmaları bilgi, sabır, süreklilik gerektiren maliyeti aynı zamanda doğaya ve topluma geri dönüşümü yüksek saygın çalışmalardır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

2.3. Kurak ve Yarı Kurak Alanlarda Ağaçlandırma Teknikleri

2.3.1. Amaç ve Tür Seçimi

Kurak ve yarı kurak alanlardaki ağaçlandırmaların amacı net olarak belirlenmelidir. Amaç, tür seçimini de belirler. Genel olarak ana amaç, toprak koruma ve su rejiminin düzenlenmesidir. Ancak hangi amaçla olursa olsun seçilen türler aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- Bölgenin doğal ağaç ve ağaççık türlerinden yararlanmak esas olmalıdır.
- Uyumu yapabilecek yabancı türler de denenmeli ve başarılı olanlar kullanılmalıdır.
- Havanın serbest azotunu bağlayabilen ağaç ve ağaççık türleri, organik madde miktarına ve toprak verimliliğine katkı yaptıkları için önemle dikkate alınmalıdır.
- Odun ürünü yanında odun dışı ürünler veren, toprağı ıslah eden, ayrıca yaban hayatına katkı yapabilen ve çok amaçlı hizmet verebilen türlerin de karışıma alınması, bölge halkının ekonomisine de önemli katkılar yapmaktadır.
- Doğal çalı, ağaççık ve ağaçlar ile çok yıllık mera bitkilerinin kombinasyonları dikkate alınmalıdır.
- Kullanılacak türler, hızla derine giden kök geliştirebilmelidir (Boydak ve Çalışkan, 2014).
- Tercih edilen türlerin potansiyel hastalık ve zararlılarının göz önüne alınması gerekir (Booth ve Wickens, 1988).
- Seçilecek türlerin iyi bir ıslah potansiyeline sahip olması beklenir (Booth ve Wickens, 1988).
- Bölgelere göre (İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Güney ve Kuzey'i, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Güney ve Batı'sı) uygun türler belirlenmelidir.

İç Anadolu Bölgesi'nin kurak ve yarı kurak bölgelerinde, uygun ekolojik koşullarda kullanılabilir türler: Karaçam (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) Toros sediri (*Cedrus libani*) Meşe türleri (*Quercus pubescens*, *Quercus infectoria*, *Quercus robur*, *Quercus cerris*), Ardıç (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus foetidissima*, *Juniperus excelsa*), İğde (*Eleagnus angustifolia*) Dut (*Morus alba*, *Morus nigra*) Badem (*Prunus amygdalus*), Ceviz (*Juglans regia*), Mahlep (*Prunus mahaleb*), Alıç (*Crateagus aronia*, *Crateagus monogyna*), Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Çitlenbik (*Celtis tournefortii*), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), Ilgın (*Tamarix parvifolia*, *Tamarix germanica*), Üvez (*Sorbus torminalis*), Kadın tuzluğu (*Berberis vulgaris*, *Berberis crataegina*), Yabani kiraz (*Prunus avium*), Yabani elma (*Malus communis*), Erik (*Prunus domestica*), Karaçalı (*Palirus spina-christi*), Kapari (*Capparis spinosa*, *Capparis ovata*), *Acer monspessulanum*, *Haloxylon persicum*, *Haloxylon aphyllum*, *Calligonum polygonoides*. Akarsu boylarında ise Kavak (*Populus tremula*, *Populus alba*), Söğüt (*Salix*), Doğu çınarı (*Platanus orientalis*). Bu türlerin yanında yabancı türlerden Doğu mazısı (*Thuja orientalis*) Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), Gladiçya (*Gladitschia triacanthus L.*), Dişbudak (*Fraxinus*) görülebilecek türlerdir (Uslu, 1959; 1970 Yaltrık, 1984; Odabaşı ve Boydak, 1984; Boydak, 1986, Ürgenç, 1998; Yılmaz ve Ok, 2006; Kocaçınar ve Ok, 2010).

Doğu Anadolu Bölgesi'nin kurak ve yarı kurak bölgelerinde, uygun ekolojik koşullarda kullanılabilir türler: Karaçam (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) Toros sediri (*Cedrus libani*) Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Meşe (*Quercus brantii*, *Quercus infectoria*, *Quercus robur*, *Quercus libani*, *Quercus cerris*, *Quercus petraea*, *Quercus macranthera*), Ardıç (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus foetidissima*, *Juniperus excelsa*), İğde (*Eleagnus angustifolia*) Dut (*Morus alba*, *Morus nigra*) Badem (*Prunus amygdalus*), Ceviz (*Juglans regia*), Mahlep (*Prunus mahaleb*), Alıç (*Crateagus aronia*, *Crateagus monogyna*), Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Çitlenbik (*Celtis tournefortii*), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), Akçaağaç (*Acer monspessulanum*), Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), *Haloxylon persicum*, Akarsu boylarında ise Kavak (*Populus tremula*, *Populus alba*), Söğüt (*Salix*), Doğu çınarı (*Platanus orientalis*) (Yaltrık, 1971; Odabaşı ve Boydak, 1984; Ürgenç, 1998).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kurak ve yarı kurak bölgelerinde, uygun ekolojik koşullarda kullanılabilir türler: Halepçamı (*Pinus halepensis*), Kızılçam (*Pinus brutia*), Fıstıkçamı (*Pinus pinea*), Meşe (*Quercus brantii*, *Quercus infectoria*, *Quercus robur*, *Quercus libani*, *Quercus cerris*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*), Ardıç (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus foetidissima*, *Juniperus excelsa*), Keçiboynuzu (*Ceretonia siliqua*), Badem (*Prunus amygdalus*), İğde (*Eleagnus angustifolia*), Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Ceviz (*Juglans regia*), Çitlenbik (*Celtis tournefortii*), Erguvan (*Cercis siliquastrum*), Ahlat (*Pyrus eleagrifolia*), Mahlep (*Prunus mahaleb*), Akçaağaç (*Acer negundo*, *Acer*

syrica), Dişbudak (*Fraxinus angustifolia*), *Haloxylon persicum*, *Haloxylon aphyllum*, Dağ bademi (*Amygdalus arabica*) ağaçlandırmalarda öncelikle kullanılmalıdır. Akarsu boylarında ise koşullara göre, Karakavak, Melez kavak ve Fırat kavağı klonları ile söğüt türleri (*Salix ssp.*) ve Doğu çınarı (*Platanus orientalis*) dikilebilir (Anonim, 1982; Aslan, 1984; Odabaşı ve Boydak 1984; Boydak, 1986; Ürgenç, 1998).

2.4. Ağaçlandırma Alanının Hazırlanması

Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki ağaçlandırma alanlarının hazırlanması tekniğindeki ana ilkeler aşağıda belirtilmiştir (Boydak ve Çalışkan, 2014):

- Mevcut diri örtünün korunması ve gereken yerlerde diri örtü mücadelesinin azaltılması.
- Toprağın olanaklar ölçüsünde derin işlenerek yağışların toprakta depolanmasının, toprağın havalandırılmasının ve köklerin hızla derine inmesinin sağlanması,
- Dikimlerden sonra sığ toprak işlemleriyle dikilen fidanların suyuna ortak olan diri örtünün temizlenmesi (amaca göre) ve kapılar sisteminin kırılması. Başka bir deyişle evapotranspirasyonun azaltılması.
- “Minimum toprak işleme” kuralının uygulanması.

Ayrıca toprak koruma ve yağış sularını kontrollü olarak düzenlemek için; gradoni teras, çalı takviyeli teras, örme çit teras, taş kordon, kafes tel veya geosentetik çit vb. de önerilebilecek tedbirler arasındadır.

2.5. Dikim Aralıkları

Kurak ve yarı kurak alanlardaki ağaçlandırmaların dikim aralıkları klasik ağaçlandırma ve endüstriyel amaçla yapılan ağaçlandırmalardan farklıdır. Şöyle ki; nispeten daha seyrek dikimler yapılmalı, uygun ve doğru zamanda da aralama gibi önlemler alınmalıdır.

2.6. Dikim Zamanı

Dikim zamanı, tür ve koşullara göre değişmektedir. Yapraklı türler için en uygun dikim zamanı Sonbahar, İğne yapraklılarda ise erken İlkbahar'dır. Özellikle ağır topraklarda, çıplak köklü iğne yapraklı fidanların Sonbahar'da dikilmesi hâlinde fidan kök boğazının 5-10 cm. uzağına 2-4 yassı taşın mümkünse 1/3'ünün toprağa gömülerek konması, çıplak don olayın karşı etkin bir önlemdir. İğne yapraklı türler için başka bir yaklaşım da hafif topraklarla Sonbahar, daha ağır topraklarda İlkbahar dikimi yapacak şekilde planlama yapılmasıdır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

İnsanlar, kendilerine uygun olan yerleri yaşam alanı olarak tercih edebilme seçeneği olan canlılardır. Ancak, ağaçlar (genel bir ifade ile ağaççık, çalı ve otsu türleri de kapsayan bitkiler) için durum farklıdır. Bu nedenle, geleceği düşünen yaklaşımlarla, buldukları ortamları bitkiler için en uygun yetişme ortamı hâline getirmek esas olmalıdır.

İklim değişikliği programı kapsamındaki uyum politikaları da bu anlayışı destekleyici niteliktedir. Özellikle kurak ve yarı kurak alanlar ile bu alanlarda öngörülen olası senaryolar düşünülerek, uzun vadeli stratejiler geliştirilmesi önerilmektedir. Bu hassas alanlar için toprak koruma ve yağış sularını kontrollü olarak düzenleme amacı güdülerek, uygun tür seçimi ile ağaçlandırma kısıtlarının her bir ögesi (ekolojik, biyolojik-teknik ve sosyo-ekonomik) üzerinde hassasiyetle durulmalı ve ağaçlandırma tekniklerine özen gösterilmelidir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (1982), Tarım ve Orman Bakanlığı, İç ve Güney doğuyu kapsayan TUR/82/003, Yapraklı Ağaçlar Plantasyon Projesi.
- Aslan, S. (1984), Güneydoğu Anadolu Bölgesinde İyi Gelişme Gösteren Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Seçimi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Seri No:125, Ankara.
- Aydın, S. ve ark. (2019), “Erinç Yağış Etkinlik İndisine Göre Belirlenen Türkiye İklim Bölgelerinin Rejim Karakteristikleri”, İstanbul Üniversitesi, 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı, 20-22 Haziran 2019, İstanbul.
- Booth, F. E. M., & Wickens, G. E. (1988), Non-Timber Uses of Selected Arid Zone Trees and Shrubs in Africa. FAO Conservation Guide 19. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 103-109.

- Boydak, M. ve Çalışkan, S. (2014), “Ağaçlandırma”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul, *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, Haziran 2019, İstanbul.
- Çepel, N. (1983), *Orman Ekolojisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No: 3140/337, s 536, İstanbul.
- Eylem Planı (2011), *İklim Değişikliği Uyum Stratejileri Eylem Planı*, 4 Kasım 2020 tarihinde https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editedosya/uyum_stratejisi_eylem_plani_TR.pdf adresinden alındı.
- FAO (1996), Afforestation and reforestation and restoration of forest systems in Asian countries facing drought and desertification. International Expert Meeting On Rehabilitation of Degraded Forest Ecosystems, Lisbon, 24-28 June, 1996, pp. 13.
- Kadıoğlu, M. (2012), Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi, Türkiye’nin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne İlişkin İkinci Ulusal Bildirimi Hazırlık Faaliyetlerinin Desteklenmesi Projesi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP).
- Kadıoğlu, M. (2012), Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi, Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, ss. 172.
- Kocaçınar, F., Ok, T. (2010), Orta Anadolu’da Çölleşme ile Mücadelede Kullanılabilecek Bazı Odunsu Türlerin Ekofizyolojik Özellikleri, Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18 Haziran 2010 Çorum s. 137-148.
- Küçükaya, İ. (2010), Türkiye’de Kurak ve Yarı Kurak Orman Arazilerinin Ağaçlandırılması, *Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, 17-18 Haziran, Çorum, s. 426-432, Ankara.
- Mishra, A. K., Singh, V. P. (2010), A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391: 202-216.
- Odabaşı, T., Boydak, M. (1984), Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve GAP’ta Ormancılığın Yeri ve Katkıları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri B, cilt 34, sayı 3, s. 33-48.
- TEMA (2001), Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, “Kuraklık Etkilerinin Azaltılmasında Kurağa Dayanıklı Bitki Çeşit İslahı ve Kurak Koşullarda Yetiştirme Tekniği”, Ankara.
- Turan Su, E. (2018), “Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu”, Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, Artvin.
- Türkeş, M. (2012), “Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi’nin Ayrıntılı Bir Çözümlemesi”, *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, Çevre Özel s. 20: 7-56.*
- UNCCD (1995), United nations convention to combat desertification, in countries experiencing serious drought and desertification, particularly in Africa,. United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva.
- Uslu, S. (1959), İç Anadolu Stebinin Antropojen Karakterleri Üzerinde Araştırmalar: Orman Genel Müd. Yay.: 302/15, İstanbul.
- Ürgenç, S, G. (1998), Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi yayını no: 442, s. 716, İstanbul.
- Yaltrık, F. (1971), Memleketimizde Az Tanınan Bir Odunsu Bitki: Dağ Çağlası (*Amygdalus arabica Oliv.*), İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri B, cilt 21, sayı 2.
- Yaltrık, F. (1984), Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu, Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Yenilik Basımevi, İstanbul, s. 64.

TÜRKİYE'DE ALINAN YASAL TEDBİRLER VE MEVZUAT DÜZENLEMELERİNİN KAZA VE ÖLÜM ORANLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Merve Yetimoğlu

Istanbul Aydın Üniversitesi / Anadolu BİL Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Programı
merveyetimoglu@aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3794-9626

Özet

Trafik kazaları, sıklığı, sağlık ve ekonomik sonuçları açısından ülkelerin gündeminde bir önceliğe sahip olmalıdır. Trafik kazaları genellikle insan ölümlerine ve belirgin ekonomik zayıflara yol açar. Trafik kazalarına neden olan faktörleri doğru tahmin etmek ve bunların önüne geçebilmek; kamu güvenliğini korumak, beşeri ve ekonomik kayıpları azaltmak için en temel hedeftir. Trafik kazalarının doğru tespiti ve durum analizi, trafik akışını etkin bir şekilde eski haline getirmek ve ciddi yaralanmaları ve ölümleri azaltmak için çok önemlidir. Bu hedef, zengin bir trafik bilgisi kaynağına sahip gelişmiş bir veri sınıflandırma modeli kullanılarak elde edilebilir. Yapılan çalışmanın amacı, Türkiye'de araç sahipliğindeki artışa rağmen mevcut ve öngörülebilir önlemlerin varlığında, kaza sayıları ve ölüm oranlarının düşebileceğini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, 2009-2019 yılları arasında TÜİK'ten elde edilen trafik kaza verileri kullanılarak geriye dönük kesitsel bir analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. İkinci olarak, trafik kaza oranları en yüksek olan aylar ve koşullar değerlendirilmiştir. Çalışmamızda, verilerin normal dağılımı incelenerek, parametrik testler uygulanmıştır. Verilerin analizinde excel ve R programından yararlanılmıştır. T-testi yapılarak, aylar içerisindeki kaza oranları arasındaki ilişki yorumlanmıştır. Elde edilen verilerden yola çıkarak ilerleyen yıllarda yaşanabilecek kaza ve ölüm oranları, çoklu lineer regresyon yöntemiyle tahmin edilmiştir. Analiz sonuçları; trafikte uygulanmakta olan kuralların, kaza ve ölüm oranlarını öngörülebilir şekilde azalttığını ve 2030 yılında ise oranlarda belirgin bir düşüş olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Trafik, Kaza, Ölüm, Yaralanma

LEGAL MEASURES TAKEN IN TURKEY AND THE IMPACT OF LEGISLATIVE REGULATIONS ON ACCIDENT AND DEATH RATES

Abstract

Traffic accidents should have a priority in the agenda of countries in terms of their frequency, health and economic consequences. Traffic accidents often lead to human deaths and significant economic losses. To accurately predict the factors that cause traffic accidents and to be able to prevent them; It is the most basic goal to protect public safety and reduce human and economic losses. Accurate detection and status analysis of traffic accidents is crucial to effectively restore traffic flow and reduce serious injuries and deaths. This goal, can be achieved using an advanced data classification model with a rich source of traffic information. The purpose of the study is to reveal that despite the increase in vehicle ownership in Turkey, the number of accidents and death rates may decrease in the presence of existing and predictable measures. In this direction, a retrospective cross-sectional analysis study was carried out using traffic accident data obtained from TUIK between 2009-2019. Second, the months and conditions with the highest traffic accident rates were evaluated. In our study, parametric tests were applied by examining the normal distribution of the data. Excel and R program were used in the analysis of the data. The relationship between the accident rates within months was interpreted by performing the t-test. Based on the data obtained, the accident and death rates that may be experienced in the following years were estimated by the multiple linear regression method. Analysis results; showed that the rules applied in traffic predictably reduce accident and fatality rates.

Keywords: Traffic, Accident, Death, Injury

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık örgütü 2020 raporlarına göre: trafik kazaları, ölüm ve yaralanmaların önde gelen nedenlerinden biridir. Karayolu trafik kazaları ortalama olarak her yıl 1.35 milyon kişinin ölümüne neden olmaktadır. Rapor, 5-29 yaşları arasındaki insanların en büyük katili olduğunu vurgulamaktadır.

Ayrıca, trafik kazalarının ardından sürdürülebilirlik için harcanan fiyatın da çok yüksek olduğunu belirtmektedir. Mevcut eğilimler, 2030 yılına kadar karayolu trafik kazalarının önde gelen ölüm nedenlerinden beşincisi olacağını göstermektedir. Raporda ele alınan bir diğer konu ise trafik kazaları sonucunda yaşanan ölümlerin %80'inin orta gelirli ülkelerde meydana geldiğidir (WHO, 2020).

Türkiye'de 2009 ile 2019 yılları arasında yaklaşık 13 milyon trafik kazası rapor edilmiştir; 57.000'den fazla insan ölmüş ve yaklaşık 2,9 milyon insan çeşitli ağır yaralanmalardan şikâyetçidir (TÜİK, 2020). Türkiye'de trafik kazası sonucu meydana gelen araç hasarı, ailenin geçimini sağlayan kişilere de ağır bir yük getirmektedir. Bu zorluğun üstesinden gelmek için büyük bir sermaye payının harcanması gerekmektedir. Çalışan kişilerin, kaybedilen gün sayısı ve sağlık masrafları da devletler açısından ağır bir yükür. Alınacak önlemlerle kazaların etkili bir şekilde azalması ciddi bir ihtiyaç ve gerekliliktir (Temur, 2018).

Trafik kazalarının doğru tespiti ve durum analizi, trafik akışını etkin bir şekilde eski haline getirmek ve ciddi yaralanmaları ve ölümleri azaltmak için çok önemlidir. Bu hedef, zengin bir trafik bilgisi kaynağına sahip gelişmiş bir veri sınıflandırma modeli kullanılarak elde edilebilir. Son zamanlarda, trafik olaylarını tespit etmek ve trafik koşullarını izlemek için sensörlere ve sosyal ağ platformlarına dayalı çeşitli sistemler sunulmuştur (Farman ve ark., 2021). Bu sistemlere örnek olarak Eskişehir'de bir çalışma yapılmıştır. 2008 ve 2010 yılları arasında 107 yol segmentinde toplanan veriler, ölümlü ve yaralanmalı kazaları içermektedir. İki grup model geliştirilmiştir: ilk set trafik güvenliğinin ikili logit modellerini kullanır ve ikinci set, farklı kaza türlerinin oluşumlarını tahmin etmek için sayım verisi regresyon modellerini kullanır. Her iki set de üç kaza türünü dikkate alır: yaya-araç, araç-araç ve tüm kazalar bir aradadır. Bu modellerde kullanılan açıklayıcı değişkenler ortamdaki arazi kullanım özelliklerinden türetilmiştir: yol bölümü özellikleri ve trafik akış özellikleri gibi. Çalışmanın sonucunda toplu taşıma ve şehir planlamasıyla farklı analizler elde edilmiştir (Kaygısız, 2017). Yılmaz'ın yaptığı çalışmada; yaş, cinsiyet, sürücünün eğitimi, hava durumu, gün ışığının durumu, yerleşim durumu, dahil olan araç sayısı ve kaza oluşumu gibi değişkenlerin kaza sonuçlarını nasıl etkilediğini değerlendirilmiştir (Ölüm veya kişisel yaralanma). Türkiye'nin 1998, 2004, 2010 ve 2013 yıllarına ait "Trafik Kazası İstatistikleri verileri kullanılarak trafik kazalarının nedenlerini araştırmak için Logit modelleri ile analizler yapılmıştır (Yılmaz, 2017).

Bu çalışma, 2009–2019 dönemi için Türkiye'deki araç sahipliği ve kaza oranları arasındaki ilişkiyi ve özellikle 2015–2019 yılları arasındaki kazaların olduğu aylardaki etkenleri istatistiksel analizlerle göstermeyi amaçlamaktadır. 17 Nisan 2015 tarihinde yayınlanan Resmî gazete de "Karayolları Trafik Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'in" 3. Maddesinin ç bendi uyarınca:

"Trafik kazalarında yaralanıp sağlık kuruluşlarına sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle otuz gün içinde ölenlerin kayıtlarını tutmak ve takip eden ayın sonuna kadar kimlik numaraları ile elektronik ortamda Emniyet Genel Müdürlüğüne bildirmek" maddeli kanundan dolayı veriler arasındaki farkları kaldırmak için 2015-2019 yılları ayrıca çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Trafik kazası, oldukça sık olmakla birlikte, bir sürücünün başına gelebilecek en istenmeyen şeydir. En kötüsü de yoldaki hatalarımızdan ders almamamızdır. Sürücülerin çoğu, yolları kullanırken genel kuralların ve güvenlik önlemlerinin oldukça iyi farkındadır ama uygulamamaktadır (TÜİK, 2020). Bu çalışmada Türkiye'de 2009-2019 yılları arasında yaşanan trafik kazaları, ölüm ve yaralanma olayları incelendi. TBMM meclisinde "Trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşuna sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle 30 gün içinde ölenler kapsanacaktır" kararı alınmış olduğundan ve sonrasında Resmi gazetede yayınlanmış olduğundan veriler arasındaki farkları kaldırmak için 2015-2019 daha kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır.

Verilerin büyük kısmına TÜİK'in sitesinden yararlanılarak ulaşılmıştır. Dünya genelindeki sayısal bilgilere <https://www.who.int/> sitesinden erişilmiştir. Verilerin analizinde excel ve R programından yararlanılmıştır. Bu çalışmamızda ilk olarak amacımız, Türkiye'de araç sahipliğindeki artışa rağmen mevcut ve öngörülebilir önlemlerin varlığında, kaza sayıları ve ölüm oranlarının düşebileceğini ortaya

koymaktır. İkinci olarak, çalışmamızı daha da detaylandırdığımızda, sıcak havalarda, yazın özellikle güneşli ve sıcak günlerde (Temmuz ve Ağustos aylarında) kaza oranlarının arttığını belirlemektir.

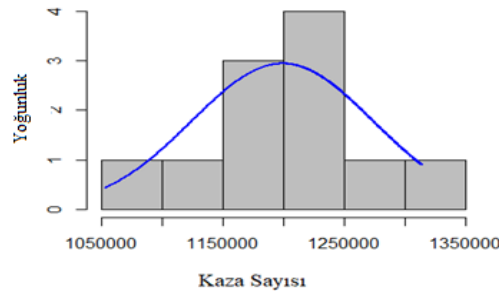
Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin, normal dağılımları incelenerek uygulanacak hipotezlere karar verilmiştir. T-testi yapılarak aylar içerisindeki kaza oranları arasındaki ilişki yorumlanmıştır. Elde edilen verilerden yola çıkarak ilerleyen yıllarda yaşanabilecek kaza ve ölüm oranları, çoklu lineer regresyon yöntemiyle tahmin edilmiştir.

3. BULGULAR

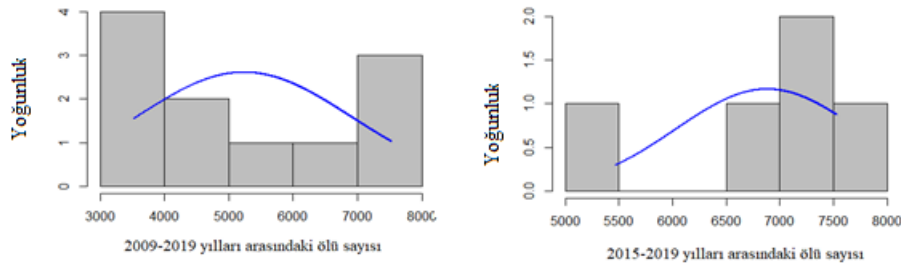
2009 ve 2019 yılları arasındaki araç sahipliği ve kaza oranlarına ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir. Yapılacak olan araştırmalar için hangi analizleri kullanacağımızı belirlemek adına ilk etapta kaza sayılarının normal dağılımı Şekil 1’de incelenmiştir. Elde edilen p value değeri 0.6509 çıktığından lineer analiz yöntemlerini kullanabileceğimizi göstermiştir. Çalışmamızda ele aldığımız en önemli noktalardan biri de yıllar içerisindeki ölü sayısıdır. 2015 yılında değişen kanunla, kaza sonrası hastanede vefat edenlerin hesaba katılarak elde edildiği, toplam ölüm sayılarını veren verilerin varlığında 2009 yılından 2019 yılına kadar toplam ölüm sayıları ile yapılan analizdeki dağılım incelendiğinde 2015 yılından sonra aktarılan verilerin daha önceki yıllarda oran olarak oldukça farklı olması nedeniyle normal dağılım sergilemediği p value değerinin 0.01454 çıktığı Şekil 2’de görülmüştür. 2015 yılından sonra ise normal dağılım sergilediği p value değerinin 0.1197 çıktığı yine Şekil 2’de görülmüştür.

Tablo 1. Trafığe kayıtlı araç, kaza, ölü ve yaralı sayısı 2009-2019 (TÜİK,2020)

Trafığe kayıtlı araç, kaza, ölü ve yaralı sayısı, 2009-2019								
Number of vehicles registered, accident, persons killed and injured, 2009-2019								
Yıl Year	Trafığe kayıtlı araç sayısı Number of vehicles registered	Toplam kaza sayısı Total number of accidents	Ölümlü	Maddi	Toplam	Ölü sayısı	Yaralı sayısı	
			yaralanmalı kaza sayısı Number of accidents involving death or injury	hasarlı kaza sayısı Number of accidents involving material loss only				
2009	14 316 700	1 053 346	111 121	942 225	4 324	4 324	-	201 380
2010	15 095 603	1 106 201	116 804	989 397	4 045	4 045	-	211 496
2011	16 089 528	1 228 928	131 845	1 097 083	3 835	3 835	-	238 074
2012	17 033 413	1 296 634	153 552	1 143 082	3 750	3 750	-	268 079
2013	17 939 447	1 207 354	161 306	1 046 048	3 685	3 685	-	274 829
2014	18 828 721	1 199 010	168 512	1 030 498	3 524	3 524	-	285 059
2015	19 994 472	1 313 359	183 011	1 130 348	7 530	3 831	3 699	304 421
2016	21 090 424	1 182 491	185 128	997 363	7 300	3 493	3 807	303 812
2017	22 218 945	1 202 716	182 669	1 020 047	7 427	3 534	3 893	300 383
2018	22 865 921	1 229 364	186 532	1 042 832	6 675	3 368	3 307	307 071
2019	23 156 975	1 168 144	174 896	993 248	5 473	2 524	2 949	283 234

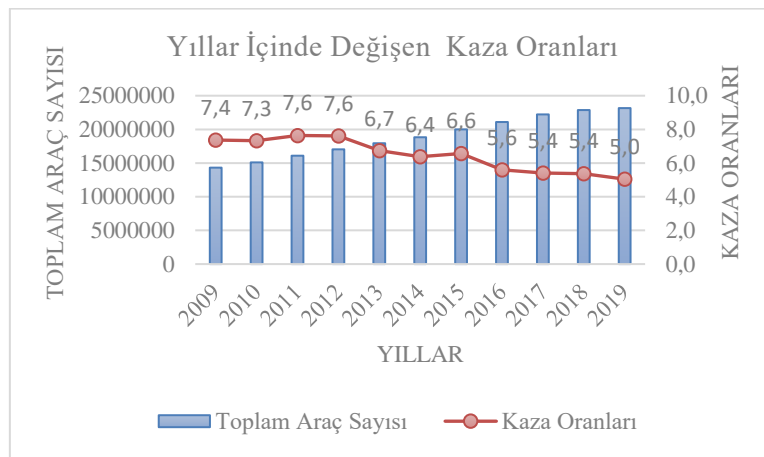


Şekil 1. Kaza sayılarının histogram grafiği



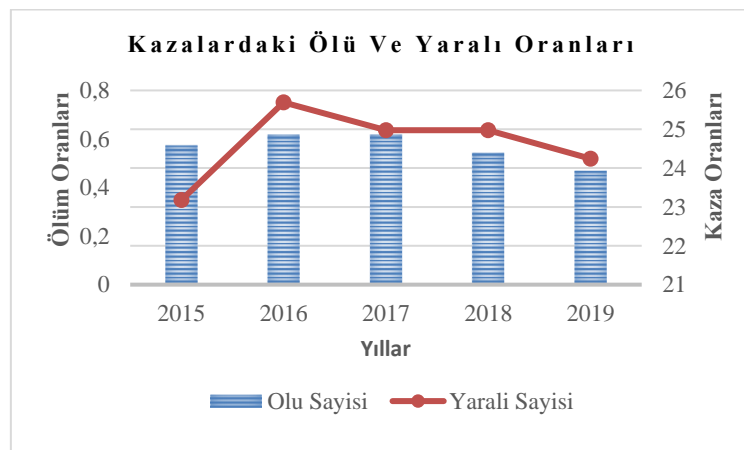
Şekil 2. 2009-2019 yılları arasında ölü sayılarının ve 2015-2019 yılları arasındaki ölü sayılarının histogram grafiği

2009 yılından itibaren 2019 yılına kadar araç sahipliğinde artış olmasına rağmen gerçekleşen kaza oranı %7,4'den %32,4 düşüş sergileyerek Şekil 3'te görüldüğü gibi %5'e gerilemiştir.



Şekil 3. Toplam araç sayılarına bağlı kaza oranları

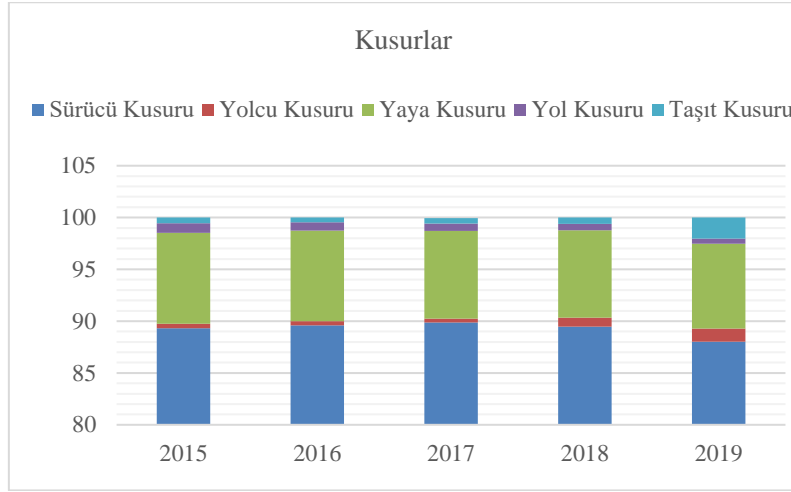
2015-2019 yılları arasında alınan önlemler neticesinde kazalardaki ölüm oranlarının %0,573'dan %0,468'ye gerileyerek %18 oranında azaldığı Şekil 4'te görülmüştür.



Şekil 4. Yıllar içinde değişen kazalara bağlı ölü ve yaralı oranları

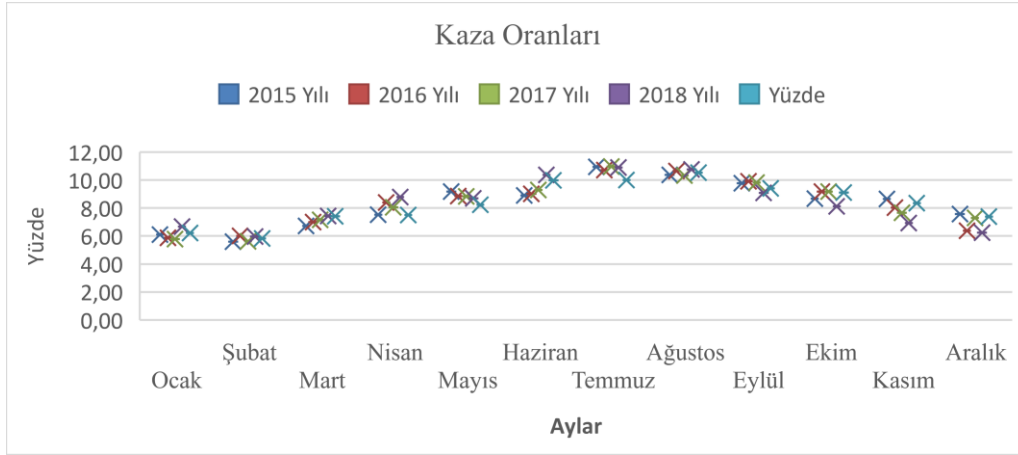
Ayrıca TÜİK'den alınan sayısal verilere göre Türkiye'de 2019 yılında gerçekleşen ölümcül yalanmalı trafik kazalarında yapılan inceleme sonucunda kazalara sebep olan 204 bin 538 etkenin % 88,0'inin sürücü kusuru olduğu görülmüştür 2015 yılında bu oran %89,30 iken alınan önlemler neticesinde düşüş sergilemiştir. Son yıllardan farklı olarak 2019 yılında kazaya sebebiyet veren taşıt kusuru ise Şekil

5’de görüldüğü gibi artış göstererek 0,5 lerden 2 oranına çıkmıştır. Bu da gelir düzeyinin düşmesi ve araç vergilerinin ve bakım onarım fiyatlarının da artmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.



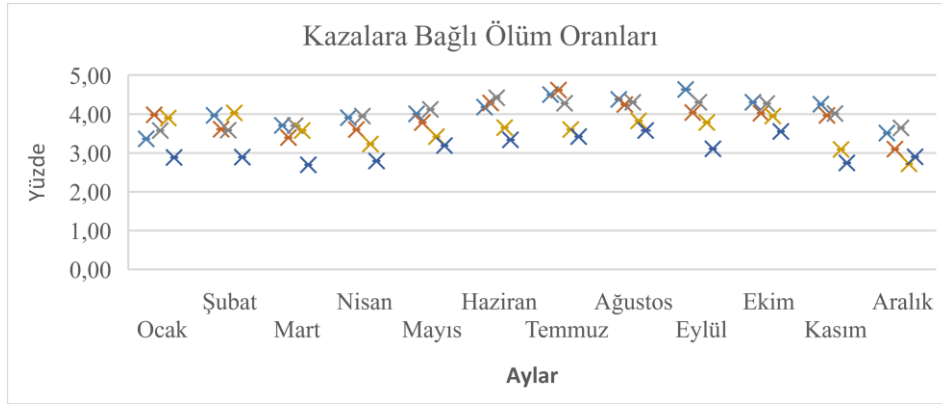
Şekil 5. Trafik kazalarında kusurların dağılımı

Yıllık incelenen verilerde aylık incelemelerde yapılmıştır. Tatil sezonu dediğimiz 4 aylık bir dönemde yılın geri kalan aylarına nazaran belirgin bir yükseliş görülmüştür. Havaların düzelmeye başladığı nisan ayından itibaren oranların kış aylarına nazaran yüksek seyrettiği gözlemlenmiştir. Tatil sezonunun başlangıcı olarak görülen haziran ayında ise kaza oranlarının yükseliş eğimine başladığı ve temmuz ve ağustos aylarında en yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Eylül ayında yaz sezonunun bitmeye başlamasıyla birlikte azalış eğiminde seyrettiği görülmüştür. En düşük kaza oranlarının şubat ayında olduğu devamında da bu düşüşü ocak ayıyla tamamladığı Şekil 6’da yüzde oranlarıyla görülmektedir.



Şekil 6. Yıllar içinde değişen kaza oranlarının aylara dağılımı

Ölüm oranlarının da benzer şekilde 4 aylık dönemde yüksek seyrettiği görülmektedir. 2019 yılının en düşük ölüm oranlarına sahip olduğu da Şekil 7’deki grafikte yüzde oranlarıyla görülmektedir.



Şekil 7. Yıllar içinde değişen kazalardaki ölüm oranlarının aylara dağılımı

2015-2019 yılındaki aylar için Tük'ten elde edilen kaza verileri karşılaştırılarak spss programı yardımıyla t-Testi uygulanmıştır. Tablo 2'de verilen test sonuçları incelendiğinde büyük ölçüde p value değeri $x < 0,05$ olduğu için aylar arasında anlamlı ilişki olduğu görülmüştür. Şubat, Temmuz ve Ağustos aylarında ise büyük ölçüde anlamsız olduğu görülmüştür.

Tablo 2. Aylara göre değişen kaza verilerinin t-testi sonuçları

Aylar	Ortalama	2015	2016	2017	2018	2019
		P(T=t)	P(T=t)	P(T=t)	P(T=t)	P(T=t)
Ocak	3,54	0	0	0	0	0
Şubat	3,61	0,0874	0,055	0,087	0,00473	0
Mart	3,41	0	0,0001	0	0	0
Nisan	3,49	0	0	0	0	0
Mayıs	3,7	0,4674	0	0	0	0
Haziran	3,97	0	0	0	0,0041	0,5182
Temmuz	4,08	0,0662	0,04974	0,0066	0,2578	0,0219
Ağustos	4,07	0,08	0	0,002	0,0199	0,0301
Eylül	3,97	0,0008	0	0,0087	0,069	0
Ekim	4,02	0,0007	0	0	0	0
Kasım	3,61	0	0	0	0	0
Aralık	3,17	0	0	0	0	0

t-testi sonuçlarına göre, açık havada ve tatil döneminde seyahat alışkanlıklarımızın arttığı ve kurallara daha az uyduğumuz bunun sonucunda da daha fazla kaza gerçekleştiğini söyleyebiliriz.

R programı yardımıyla çoklu liner regresyon modeliyle 2030 yılındaki ölüm ve yaralanma oranları hesaplanmıştır. Modelde ölüm ve yaralanma oranlarını en iyi oranda veren değerler aşağıdaki gibi bulunmuştur. Burada Z toplam etkilenen kişi sayısını, k1 ölüm oranını, k2 yaralanma oranını, y kaza sayısını temsil etmektedir.

$$Z=(k1+k2)y \quad (1)$$

$$k1= 0,00268$$

k2= 0,2573 olarak bulunmuştur.

Araç sahipliği ve kaza oranları arasında da

$$A=y*0,0392 \quad (2)$$

denklemini kurulmuştur. Burada A araç sahipliğini, y kaza sayısını temsil etmektedir.

Excelde araç sahipliği 2009 yılından itibaren 2030 yılına kadar tahmin edildiğinde 2030 yılında ortalama 33712977,82 araç sahibi olunacağı ve bunun alt sınırının 32399069,48, üst sınırının ise 35026886,15 olacağı öngörülmektedir.

Ortalama araç sahipliğine göre oluşturduğumuz denklemlere göre 2030 yılında Tablo3 'deki tahmini aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Tablo 3. 2030 yılındaki tahmini veriler

Yıl	Araç sahipliği	Kaza sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
2030	33712978	1321549	3542	340034

4.BULGULARIN YORUMLANMASI

2009 yılında 7,4 olarak hesaplanan kaza oranlarının 2030 yılında %47 azalarak 3,92 ye düşeceği istatistiksel tahminlerle hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi, yapılan çalışmalarda trafik kazalarına ait her bir parametrenin değişik istatistiksel analizlerle ayrı bir konu olarak incelenebildiği anlaşılmaktadır.

Benzer çalışmalara 1990'lı yıllarda başlanarak, Suudi Arabistan'da yaralanmalar ve ölümler için zaman serisi tahminleri ile analizler yapılmıştır (Ghamdi,1995). Yakın zamanda ise Çin'de ve Eskişehir bölgesinde yapılan çalışmada sürücü özelliklerinin, araç tipinin, yol koşullarının ve çevresel faktörlerin yorgunluğa bağlı trafik kazası oluşumu ve ciddiyeti üzerindeki etkisi araştırılmıştır. (Zhang ve ark., 2016 ve Kaygısız, 2017) Farklı olarak Yılmaz'ın ele aldığı konu; yaş, cinsiyet, sürücünün eğitimi, hava durumu, gün ışığının durumu, yerleşim durumu, dahil olan araç sayısı ve kaza oluşumu gibi değişkenlerin tamamının ayrı ayrı kaza sonuçlarını nasıl etkilediğini değerlendirilmiştir. Görüldüğü gibi, yapılan çalışmalarda trafik kazalarına ait her bir parametrenin değişik istatistiksel analizlerle ayrı bir konu olarak incelenebildiği anlaşılmaktadır (Yılmaz, 2017).

Yapılan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, Türkiye'de 2009-2019 yılları arasında güncel güvenlik önlemlerine bağlı olarak değişen kaza oranlarına ve gelecek yıllardaki tahmini oranlara odaklanılmıştır. Ayrıca aylar içindeki değişimleri de incelenerek ilave düzenlemelere ihtiyaç duyulup duyulmadığı görülmeye çalışılmıştır.

5. SONUÇLAR

2009-2019 yılları arasında araç sahipliğindeki artışa rağmen alınan önlemler ve bilinçlendirme politikaları ile kaza oranlarında ve ölüm oranlarında düşüş olduğu görülmüştür. 2015 yılından itibaren kaza sonrası hastanelerde ölen kişilerin de kayıtlara eklenmesi nedeniyle ölüm verileri 2015-2019 yılları arasında incelenmiş ve normal dağılımda sağladığından liner analizler yapılabilmektedir. Ayrıca kazalarda en büyük pay sürücü hatalarına ait olmasına rağmen 2019 yılında artırılan önlemler ve cezalar sebebiyle sürücü hatalarında da düşüş gözlemlenmeye başlamıştır.

Ekonomik olarak zor günlerin başladığı 2019 yılında araç kusurları da diğer yıllara göre artmıştır. Bunun araçların bakım ve onarımlarının düzenli yapılamaması olarak değerlendirilebilir ancak kesin bir şey söylenemez. Ayrı bir konu olarak daha detaylı bir araştırma alanı olabilir.

Analizlerin sonuçları, Türkiye'de araç sahipliğinde bir artış gözlemlenmesine rağmen, son 11 yılda karayolu trafik kazalarının %32,4 oranında azaldığını göstermiştir. 2015-2019 yılları arasında, hastanede yaşanan ölüm vakalarının da varlığında incelendiğinde ise %18 oranında ölümlerin azaldığı görülmüştür. Ayrıca istatistiksel değerlendirmeler neticesinde 2015-2019 yılları arasında yaşanan kazalarda sürücülerin %89 seviyelerinde hatalı olduğu, yaptırımların biraz daha ağırlaştığı 2019 yılında %88 seviyelerine gerilediği de görülmüştür. Haziran ayından itibaren eylül ayına kadar kazaların ve ölüm oranlarının arttığı görülmüştür. Bu durum güneşli havalarda özel araçlarla kısa veya uzun süreli seyahat etme eğilimi arttırdığını sayısal verilerle desteklemektedir.

Çoklu lineer regresyon yöntemiyle elde edilen sonuçlara göre, trafikte uygulanmakta olan mevcut koşullar ve şartların, 2009 yılından 2030 yılına kadar tahmini kaza oranlarını %47'ler seviyesinde azaltılabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Farman, A. And etc. (2021), Traffic accident detection and condition analysis based on social networking data, *Accident Analysis and Prevention*, Volume 151(March), 105973
- Ghamdi, S.A. (1995), Time Series Forecasts for Traffic Accidents, Injuries, and Fatalities in Saudi Arabia, *Journal of King Saud University*, Engineering Sciences, Volume 7(2), 199-217
- Kaygısız, Ö., Senbi, M., Yıldız, A. (2017), Influence of urban built environment on traffic accidents: The case of Eskisehir (Turkey), *Case Studies on Transport Policy*, Volume 5(2), 306-313
- TEMUR, A. (2018), Türkiye’de Trafik Sigortalarının Branş Karlılığını Etkileyen Faktörler ve Bu Faktörlerin Sigorta Sektörü Karlılığına Etkisi, *Akademik Hassasiyetler Dergisi* Cilt:5(10), 305-330
- TÜİK (2020), Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 08.01.2021 tarihinde:
<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1>, sitesinden alındı.
- WHO (2020), *Road Traffic Injuries*, 22.01.2021 tarihinde:
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>, sitesinden alındı.
- Yılmaz, A.E. (2017), An analysis of road traffic accidents in Turkey using logit models, *Journal of Statisticians: Statistics and Actuarial Sciences*, Volume 10(1), 11-22
- Zhang, G. and etc. (2016), Traffic accidents involving fatigue driving and their extent of casualties, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 87, 34-42

CIVATA ÇEKME DENEYİNDE KARŞILAŞILABİLECEK SORUNLAR VE ETKİLERİ

Bülent AYDEMİR

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME), Gebze/Kocaeli
bulent.aydemir@tubitak.gov.tr, ORCID: 0000-0001-6848-2681

Hasan TAŞCAN

TÜBİTAK MAM, Malzeme Enstitüsü, Gebze/Kocaeli
hasan.tascan@tubitak.gov.tr, ORCID: 0000-0003-4902-6490

Cemalettin ÇAMYURDU

TÜBİTAK MAM, Malzeme Enstitüsü, Gebze/Kocaeli
cemalettin.camyurdu@tubitak.gov.tr, ORCID: 0000-0002-6583-5194

Selda KURTTPELİ

TÜBİTAK MAM, Malzeme Enstitüsü, Gebze/Kocaeli
selda.ucuncuoglu@tubitak.gov.tr, ORCID: 0000-0001-5156-7216

Özet

Cıvatalar, genel olarak metal malzemeden imal edilirler. Bir cıvata malzemesinin çekme deneyi istendiğinde yaygın olarak kullanılan ISO 6892-1 metalik malzemelerin çekme deney standardına uygun olarak testlerin yapıldığı ile karşılaşılabirsiniz. Ancak cıvata malzemelerinin çekme deneyi ISO 898-1 karbon çeliği ve alaşımlı çelikten imal edilmiş bağlama elemanlarının mekanik özelliklerini açıklayan standardına uygun olarak yapılmalıdır. Bu çalışmada metalik malzemeden imal edilmiş cıvatalara çekme deneyi uygulanmıştır. ISO 6892-1 standardına göre çekme deneyinden elde edilen sonuçlar ile ISO 898-1 standardına göre elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Aralarındaki farklılıklar grafiksel olarak verilmiştir. Sonuç olarak standart farklılığının sonuçları nasıl değiştirdiği sayısal olarak gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çekme Deneyi, Cıvata, ISO 898-1, ISO 6892-1

INVESTIGATION OF PROBLEMS AND EFFECTS ENCOUNTERED IN THE BOLT TENSILE TESTING

Abstract

Bolts are generally made of metallic material. When a tensile test of a bolt material is requested, you may find that tests are carried out in accordance with the commonly used ISO 6892-1 metallic tensile test standard. However, tensile testing of bolt materials should be carried out in accordance with ISO 898-1 standard describing the mechanical construction of elements made of carbon steel and alloy steel. The tensile test has been applied to bolts made of this metallic material. The results obtained from the tensile test according to the ISO 6892-1 standard were compared with the results obtained according to the ISO 898-1 standard. The differences between them are given graphically. As a result, informatics how the standard difference changes the results.

Keywords: Tensile test, Bolt, ISO 898-1, ISO 6892-1

1. GİRİŞ

Malzeme çekme deneyi, çok farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılan malzemelerin özelliklerinin belirlenmesi yöntemidir. Malzemelerin mekanik özellikleri olarak bilinen akma, çekme ve kopma mukavemeti; akma, çekme, kopma uzama değerleri, elastiklik modülü vb. birçok parametre deney sonucunda elde edilir.

Malzeme test makinalarında, çekme deneyi esnasında kuvvet ve numunenin uzama ölçümleri sonucunda malzemelerin mekanik özelliklerini tanımlayan parametreler elde edilir. Kuvvet ölçümünü gerçekleştirmek üzere numune tutma çenelerine monte edilen kuvvet ölçme cihazları veya yük hücreleri

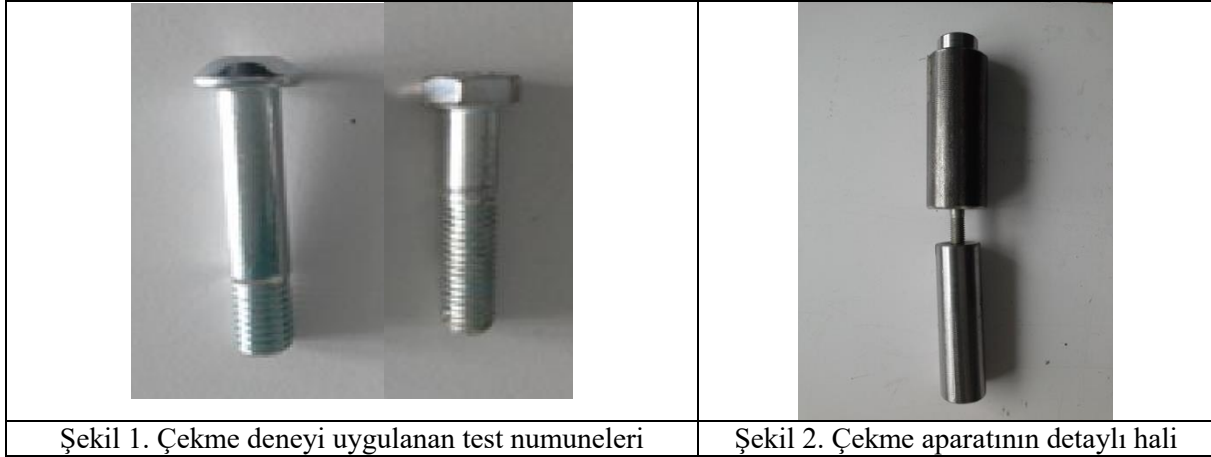
kullanılır. Uzama ölçümünde kullanılan cihazlara “ekstansometre” adı verilir. “Ekstansometre” teriminden yer değiştirme miktarını ölçen cihaz ve bu yer değiştirme miktarını gösteren, kaydeden sistem anlaşılır [1-4].

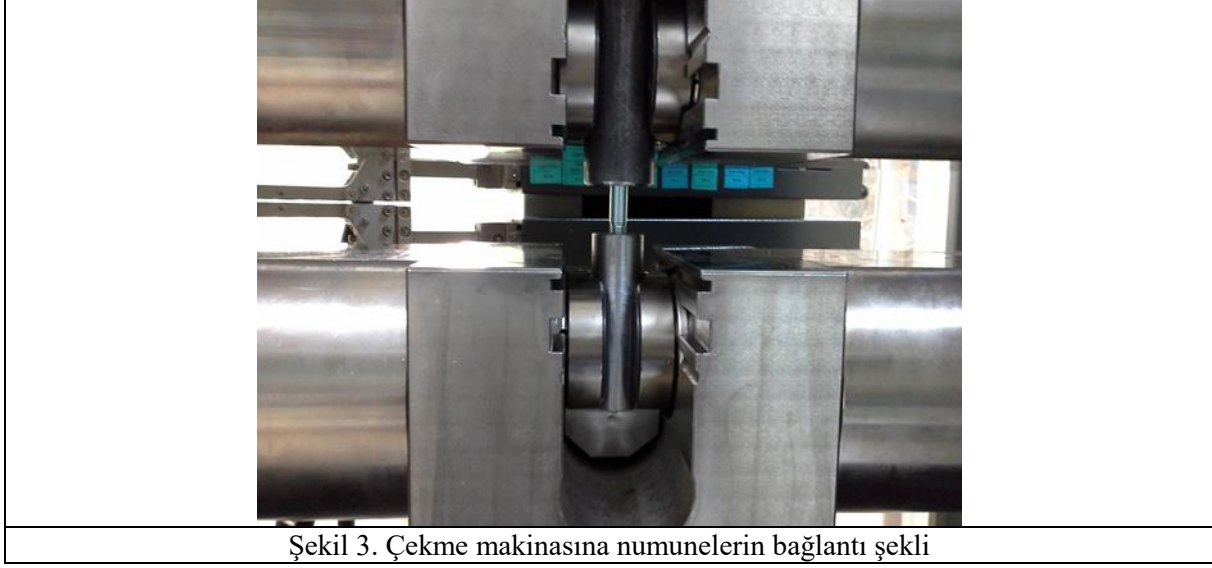
Yaygın kullanılan bir test olması sebebiyle çekme deneyi konusunda birçok standart yayınlanmıştır. Metalik malzemelerde çekme deneyi TS EN ISO 6892-1 (2011), plastik malzemelerde ise TS EN ISO 527-1 (2012) genel olarak kullanılır. Bunun dışında farklı malzeme ve farklı uygulama alanları (Ör. Kaynaklı, cam elyaf takviyeli vb.) için çekme deney standartları da oluşturulmuştur [5,6].

Metalik malzemeden imal edilmiş bir cıvatanın çekme deneyi istendiğinde yaygın olarak kullanılan ISO 6892-1 metalik malzemelerin çekme deney standardına uygun olarak testlerin yapıldığı ile karşılaştırılır [7-9]. Ancak metalik malzemeden imal edilmiş cıvata malzemelerinin çekme deneyi ISO 898-1 karbon çeliği ve alaşımlı çelikten imal edilmiş bağlama elemanlarının mekanik özelliklerini açıklayan standardına uygun olarak yapılmalıdır [10]. Bu çalışmada metalik malzemeden imal edilmiş cıvatalara çekme deneyi uygulanmıştır. ISO 6892-1 standardına göre çekme deneyinden elde edilen sonuçlar ile ISO 898-1 standardına göre elde edilen sonuçların kıyaslanması verilmiştir.

2. MALZEME VE METOD

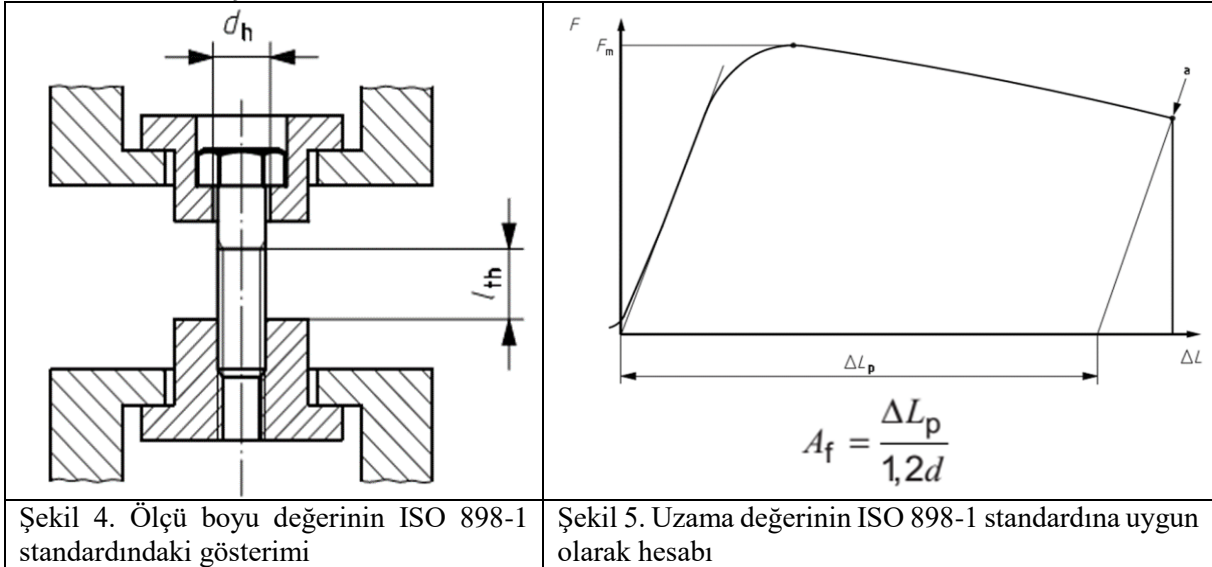
Bu çalışmada çelik cıvatalar deney malzemesi olarak kullanılmıştır. Aynı tip ve boyuttaki M10 x 50 ve M8 x 50 cıvatalara çekme deneyi uygulanmıştır. Deneyler numunelerinin şekilleri Şekil 1’de verilmiştir. Deneyler ISO 6892-1 ve ISO 898-1 standartlarında belirtilen deney şartlarında ve Zwick marka Z250 model TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsünde yer alan çekme cihazında yapılmıştır. Cihazın kuvvet kalibrasyonu ISO 7500-1 standardına göre yapılmış ve sınıfı 0,5 olarak belirlenmiştir [11]. Aynı cihazın ekstansometre ve travers (hareketli tabla) kalibrasyonları ISO 9513 standardına göre gerçekleştirilmiş ve sınıfları 0,5 olarak ölçülmüştür [12]. Deneyler, numuneleri deney cihazına hidrolik çeneler kullanılarak bağlayan özel aparatlar ile gerçekleştirilmiştir. Numunelerin bu aparatlara bağlanmış hali Şekil 2’de, cihaza bağlanmış hali ise Şekil 3’te verilmiştir. Tüm numunelerde sonuçlar arasında farklılık oluşturulmaması açısından deney hızı olarak 0,001 1/s kullanılmıştır.





Şekil 3. Çekme makinasına numunelerin bağlantı şekli

3. DENEY SONUÇLARI VE İRDELENMESİ



ISO 898-1 standardının adı “Bağlama elemanlarının mekanik özellikleri - Karbon çeliği ve alaşımli çelikten imal edilmiş - Bölüm 1: Belirtilen mukavemet sınıfına sahip cıvatarlar, vidalar ve saplamalar – Normal diş ve ince adımlı diş” olarak verilmiştir. Adından da anlaşılacağı üzere çelik malzemeden imal edilmiş bağlantı elemanlarının (cıvata, somun, vb.) mekanik özelliklerini tarif eder. Çekme deneyi ve sonuçlarının hesabı konusunda bilgiler verilmiştir. Çekme deneyinin yapılışında, test edilecek cıvata veya vida, Şekil 4’e uygun olarak monte edilmelidir. Deneye maruz kalan diş uzunluğu en az 1d olmalıdır. Çekme deneyi ISO 6892-1’e uygun olarak gerçekleştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Deney hızının 25 mm/min’u aşmaması istenir. Çekme deneyi kopma meydana gelinceye kadar devam edilmelidir. Standartta, maksimum çekme kuvveti, F_m, ölçülecek şekilde tanımlama yapılmıştır.

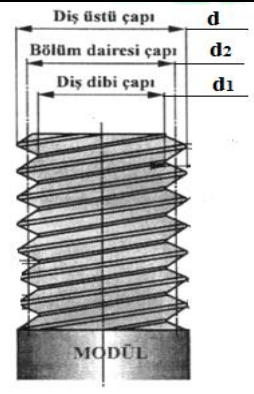
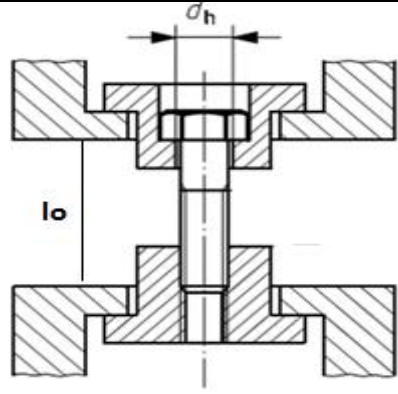
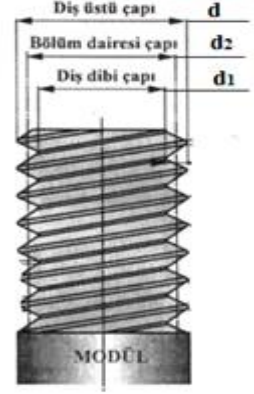
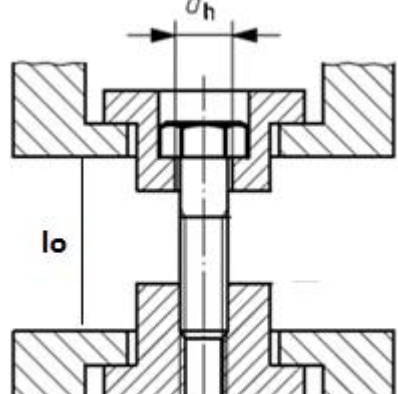
Çekme mukavemetinin hesabı ise madde 9.2.6.1 ve 9.1.6.1 de $R_m = F_m / ((\pi / 4) \cdot (d_2 + d_3) / 2)^2$ formülü ile hesaplanacağı belirtilmiştir. Tablo 1’de ilgili ölçüler tanımlanmıştır.

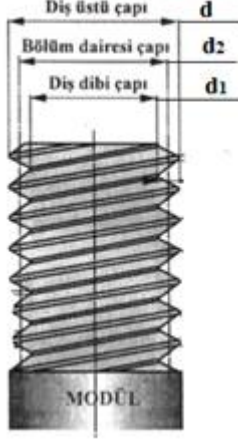
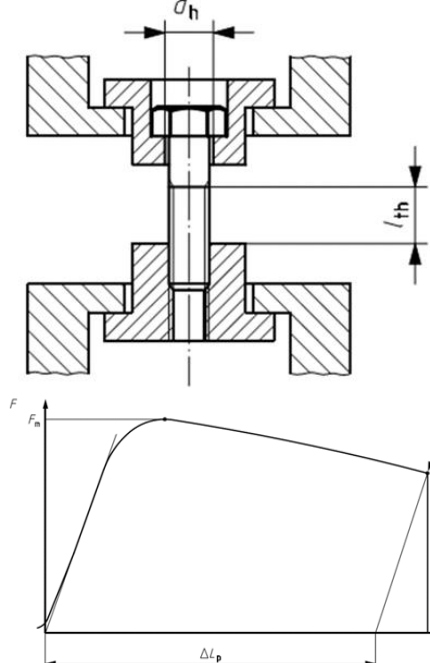
Kopma sonrası yüzde uzama değeri ise ISO 898-1 standardının madde 9.3.6.1 de tanımlanmıştır. Şekil 5’te gösterildiği gibi A_f değeri $A_f = ((\Delta l_p / (1,2 \cdot d)) \cdot 100$ formülün kullanılarak cıvatanın plastik uzama değeri yardımıyla hesaplanmıştır. d ise nominal cıvata çapı değeridir.

Yukarıda verilen formüllerin kullanılarak değerlerin hesaplanması veya çekme cihazlarının yazılımlarında hazır bulunan çekme mukavemeti ve yüzde uzama değerlerinin kullanılması arasında farklı değerler elde edilecektir. Bu çalışmada bu farklılıkların ortaya çıkartılması ve etkilerini gösterilmesi hedeflenmiştir.

Deney sonuçlarında farklılık oluşturan durumlar aşağıda Tablo 1’de verilen 3 farklı durum için açıklanmıştır. Bu durumlara göre ayrı ayrı hesaplanmış çekme deney sonuçları da Tablo 2’de verilmiştir.

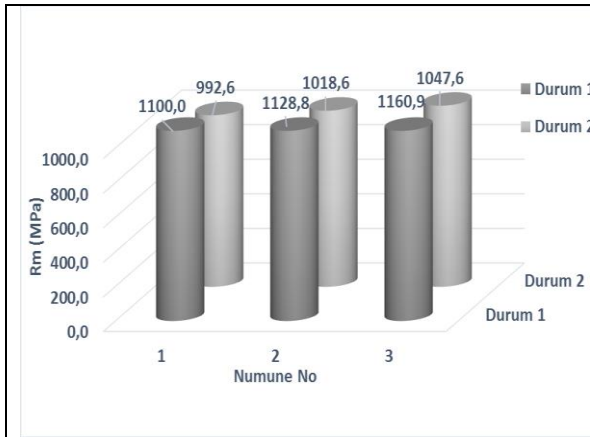
Tablo 1. Çekme mukavemeti ve yüzde uzama sonuçlarında farklılık oluşturan durumların açıklaması

Durum adı	Çekme Mukavemeti Hesabı	Yüzde Uzama Hesabı	Açıklama
Durum 1	 $R_m = F_m / (\pi \cdot d_1^2 / 4)$	 $A = (\Delta l / l_0) \cdot 100$	<p>Çıvatanın ilk kesit alanı hesabında dış dibi çap değeri kullanılmıştır (M10 için $d_1=8,16$ mm ve M8 için $d_1=6,466$ mm) ve R_m çekme mukavemeti değeri-nde farklılık görülmüştür.</p> <p>Yüzde uzama değerleri $A = (\Delta l / l_0) \cdot 100$ formülü yardımı ile belirlenmiş ve ilk ölçü uzunluğu l_0 değeri çeneler arası mesafe değerinden alınmıştır.</p>
Durum 2	 <p>ISO 898-1 madde 9.1.6.1 de tanımlanan: $R_m = F_m / ((\pi / 4) \cdot (d_2 + d_3) / 2)^2$ $d_3 = d_1 - (H / 6)$, H: adım yüksekliği</p>	 $A = (\Delta l / l_0) \cdot 100$	<p>Çıvatanın ilk kesit alanı hesabında, d_2 ve d_3 çapı değerlerinin ortalaması kullanılmıştır. (M10 için ISO 724 te tanımlanan $d_2=9,026$ mm + $d_3=8,160$ mm / 2 = 8,59 mm olarak hesaplanmış ve M8 için $d_2=7,188$ mm, $d_3=6,466$ mm / 2 = 6,827 mm olarak hesaplanmıştır) Bu durumda R_m çekme mukavemeti değerinde farklılık görülmüştür.</p> <p>Yüzde uzama değerleri $A = (\Delta l / l_0) \cdot 100$ formülü yardımı ile belirlenmiş ve ilk ölçü uzunluğu l_0 değeri çeneler arası mesafe değerinden alınmıştır.</p>

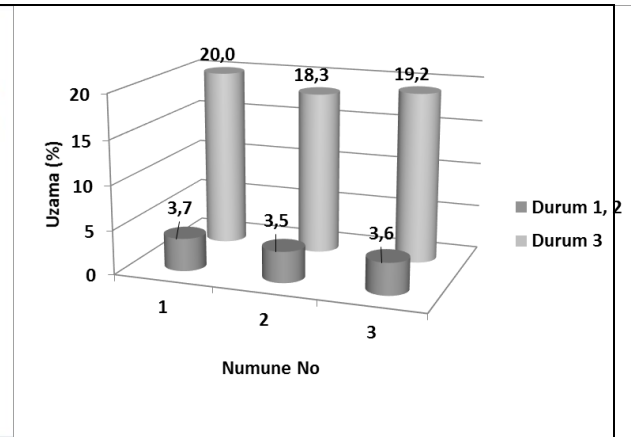
<p>Durum 3</p>	 <p>ISO 898-1 madde 9.1.6.1 de tanımlanan: $R_m = F_m / (\pi / 4) \cdot (d_2 + d_3/2)^2$ $d_3 = d_1 - (H / 6)$, H: adım yüksekliği</p>	 <p>ISO 898-1 madde 9.3.6.1 de tanımlanan: $A_f = ((\Delta L_p / (1,2 \cdot d)) \cdot 100$ d: nominal cıvata çapı</p>	<p>Cıvatanın ilk kesit alanı hesabında, d_2 ve d_3 çapı değerlerinin ortalaması kullanılmıştır (M10 için 8,59 mm olarak hesaplanmış ve M8 için 6,827 mm olarak hesaplanmıştır) ve R_m çekme mukavemeti değerinde farklılık görülmüştür. Yüzde uzama hesaplamasında ilk ölçü uzunluğu olarak ISO 898-1 standardında tanımlanan ve Şekil 4 te verilen L_{th} esas alınmıştır. Numunelerin yüzde uzama değerleri yine ISO 898-1 standardında tanımlanan ve Şekil 5 te verilen A_f formülüne göre cıvatanın plastik uzama değeri kullanılarak hesaplanmıştır. d olarak tanımlanan değer nominal cıvata çapı olup M10 için 10 mm ve M8 için 8 mm olarak alınmıştır.</p>
-----------------------	--	--	--

Tablo 2. Çekme deney sonuçları

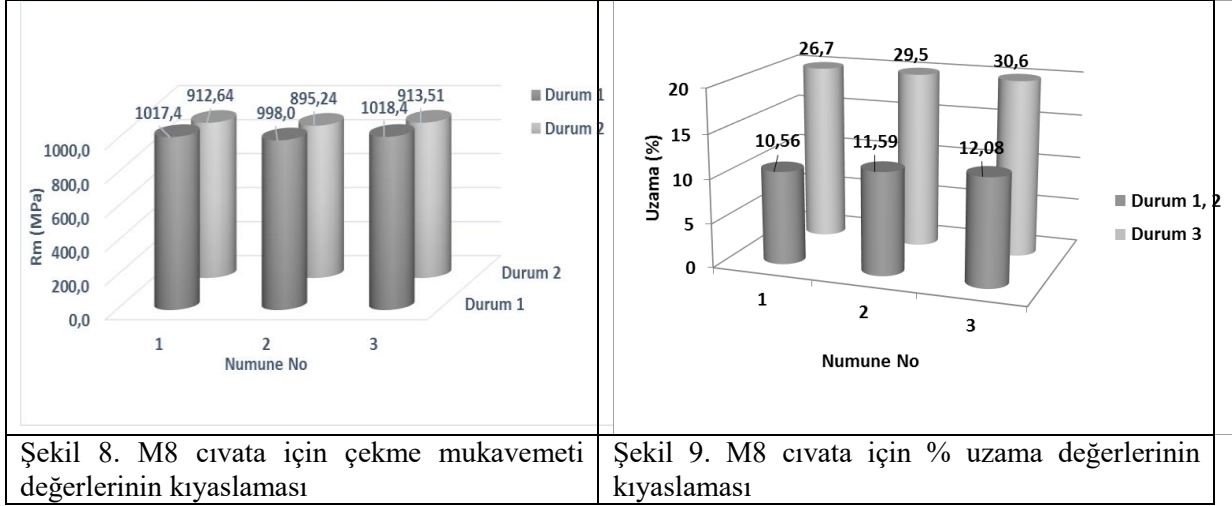
Tip	Durum	Numune no	d ₀	S ₀	L ₀ , L _{th}	F _m	R _m	A _t	A _f
-	-		mm	mm	mm	N	MPa	%	%
M10	Durum 1	1	8,16	52,30	64,5	57526,7	1100,0	4,5	3,7
		2	8,16	52,30	64,5	59032,9	1128,8	4,3	3,5
		3	8,16	52,30	64,5	60710,8	1160,9	4,4	3,6
	Durum 2	1	8,59	57,95	64,5	57526,7	992,6	4,5	3,7
		2	8,59	57,95	64,5	59032,9	1018,6	4,3	3,5
		3	8,59	57,95	64,5	60710,8	1047,6	4,4	3,6
	Durum 3	1	8,59	57,95	2,4	57526,7	992,6		20,0
		2	8,59	57,95	2,2	59032,9	1018,6		18,3
		3	8,59	57,95	2,3	60710,8	1047,6		19,2
M8	Durum 1	1	6,466	32,84	24,23	33407,8	1017,39	13,13	10,56
		2	6,466	32,84	24,43	32770,8	997,99	13,66	11,59
		3	6,466	32,84	24,32	33439,8	1018,36	14,38	12,08
	Durum 2	1	6,827	36,61	24,23	33407,8	912,64	13,15	10,55
		2	6,827	36,61	24,43	32770,8	895,24	13,62	11,59
		3	6,827	36,61	24,32	33439,8	913,51	14,34	12,08
	Durum 3	1	6,827	36,61	2,56	33407,8	912,64		26,67
		2	6,827	36,61	2,83	32770,8	895,24		29,48
		3	6,827	36,61	2,94	33439,8	913,51		30,63



Şekil 6. M10 cıvata için çekme mukavemeti değerlerinin kıyaslaması



Şekil 7. M10 cıvata için % uzama değerlerinin kıyaslaması



Tablo 2'deki sonuçları çekme mukavemetleri açısından değerlendirildiğinde, Durum 2 ve Durum 3 çekme mukavemetinin hesabında ($R_m = F_m / S_o$) aynı S_o değerlerini kullanmaları nedeni ile aynı mukavemet değerleri elde edilmiştir. Bu sebeple, kıyaslama Durum 1 ile Durum 2 arasında yapılmalıdır. M10 cıvatanın çekme mukavemet değerleri Durum 1 ve Durum 2 için Şekil 6'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Durum 1 için ortalama 1129,9 MPa ve Durum 2 için 1019,6 MPa elde edilmiştir. Farklı kesit alanı kullanımı çekme mukavemeti sonuçları arasında ortalama % 10,8 lik bir farka sebep olmuştur. M8 cıvatanın çekme mukavemet değerleri Durum 1 ve Durum 2 için Şekil 8'de grafiksel olarak gösterilmiştir. M8 cıvata sonuçları incelendiğinde ise çekme mukavemetleri arasındaki fark % 11,5 lik bir değere sahiptir.

Çekme deney sonuçları yüzde uzama değerleri açısından değerlendirildiğinde, Durum 1 ve Durum 2 yüzde uzama hesabında ($A = (\Delta l / l_o) \cdot 100$, $A_f = (\Delta l_p / (1,2 d)) \cdot 100$) aynı ilk numune boyu (l_o) değerlerini kullanmaları nedeni ile aynı uzama değerleri elde edilmiştir. Bu sebeple, kıyaslama Durum 1 ile Durum 3 arasında yapılmalıdır. Durum 3'te ISO 898-1 standardında tanımlanan Şekil 5'te verilen yüzde uzama formülü ($A_f = (\Delta l_p / (1,2 d)) \cdot 100$) kullanılarak değerler hesaplanmıştır. M10 cıvatanın yüzde uzama değerleri Durum 1 ve Durum 3 için Şekil 7'de ve M8 cıvata için ise Şekil 9'da grafiksel olarak gösterilmiştir. M10 cıvata için A değeri hesabında $l_o = 64,5$ mm değeri kullanılarak Durum 1 için % 3,6 ve Durum 3 için % 19,2 değerleri elde edilmiştir. Farklı ilk numune boyu hesaplarında kullanılması ile A değerleri arasında ortalama % 532'lik bir fark bulunmuştur. M8 cıvata için çekme deneyi sonucunda A değeri Durum 1 için % 11,4 ve Durum 3 için % 28,9 değerleri elde edilmiştir. Farklı ilk numune boyu hesaplarında kullanılması ile A değerleri arasında ortalama M8 cıvata sonuçlarında % 254'lük bir fark bulunmuştur.

4. SONUÇLAR

Metalik malzemeden imal edilmiş cıvataların çekme deneyi esnasında hesaplamalarda ilk kesit alanı S_o ve ilk numune boyunun l_o doğru olarak karar verilmesi oldukça önemlidir. Eğer S_o değerini cıvatanın en küçük kesit alanı olan dış dibi çapını esas alarak hesaplırsanız ISO 898-1 uygun işlem yapmamış olur ve çekme mukavemeti sonuçlarında ortalama % 11'lik bir değişim gözlemlenebilir. M8 ve M10 cıvataların çekme deney sonuçlarında bu değer elde edilmiştir.

Çekme deneyi sonucunda numunelerin yüzde uzama değerlerini hesaplarken l_o değeri ve yüzde uzama formülü cıvatalara uygun olacak şekilde ISO 898-1 standardında tanımlanan şekilde kullanılmalıdır. Eğer cihaz tarafından verilen ISO 6892-1 standardına uygun olan yüzde uzama ($A = (\Delta l / l_o) \cdot 100$) değeri A beyan edilirse çok büyük farklar ortaya çıkabilir. M8 ve M10 cıvataların yüzde uzama deney sonuçları arasında ortalama % 393 fark tespit edilmiştir.

Cıvataların çekme deneyi oldukça önemlidir. Cıvatanın kalitesinin belirlenmesinde ve kullanım yeri seçiminde önemli değerler sağlar. Çekme deneyini yapan operatörün de cıvata çekme deneyinde ISO 898-1 standardında verilen uygun parametreleri seçmesi ve uygun formülleri kullanarak doğru değerleri

test raporunda beyan etmesi gereklidir. Yukarıda özetlendiği şekilde eğer uygun seçimler yapılmaz ise çekme mukavemeti ve yüzde uzama değerlerinde farklılıklar karşınıza çıkacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Aydemir, B., Taşcan, H., Camyurdu, C., 2015, Çekme deneyinde farklı uzama ölçme yöntemlerinin etkilerinin incelenmesi, Metal Dünyası, Sayı 266, S.44-50, İstanbul
- [2] Aydemir, B., Taşcan, H., Camyurdu, C., Baran, O., Temiz, A., 2017, Metalik Malzemelerde Farklı Deney Hızlarının Sonuçlar Üzerine Etkilerinin Araştırılması, 2nd International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'17), October 11-13, 2017, Nevşehir, Turkey, S.155-160
- [3] Aydemir, B., 2010, Ekstansometre Cihazlarının Seçimi ve Kullanımı Hakkında Önemli Hususlar, 2010, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, (7) 73-82 pp.
- [4] Aydemir, B., 2008, Malzeme Test Makinası Ekstansometre Kalibrasyon Eğitim Dokümanı, TUBITAK UME
- [5] ISO 6892-1, 2019, Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature
- [6] ISO 527-1, 2019, Plastics - Determination of tensile properties - Part 1: General principles
- [7] Aydemir, B., 2017, The Changes in ISO 6892-1:2016 Metallic Materials Tensile Testing Standard, 3rd Iron and Steel Symposium (UDCS'17), 3-5 April 2017, Karabük-TURKEY, S.163-166
- [8] Aydemir, B., 2017, ISO 6892-1:2016 Metalik malzemeler çekme deneyi standardındaki değişiklikler ve etkileri, Metal Dünyası, Sayı 283, S.68-72, İstanbul
- [9] Aydemir, B., 2013, Metalik Malzemelerin Çekme Deney Standardı EN ISO 6892-1'in Getirdiği Değişiklikler, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 10, No: 3, 2013 (61-70)
- [10] ISO 898-1, 2013, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread
- [11] ISO 7500-1, 2018, Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system
- [12] ISO 9513, 2012, Metallic materials - Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing
- [13] ISO 724, 1993, ISO general-purpose metric screw threads - Basic dimensions

DÜŞÜK KARBONLU ÇELİKLERE UYGULANAN SERT DOLGU KAYNAĞINDA KAYNAK AKIMI OPTİMİZASYONU

Ali Özen

Lincoln Electric Türkiye-Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş.
aliozenn93@gmail.com Orcid ID: 0000-0001-5466-7554

Enbiya Türedi

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
enbiya.turedi@kocaeli.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, düşük karbonlu çeliklere tamir, onarım ve doldurma maksatlı uygulanan sert dolgu kaynağı ele alınmıştır. Farklı akım değerleri ile yapılan dolgu kaynakları sonrasında mikroyapı, sertlik ve aşınma dayanımları açısından karşılaştırılması, buna bağlı olarak optimum kaynak akımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sırasıyla 120, 160 ve 200 amper ile yapılan dolgu kaynağı sonrası yüzeydeki sertlik değişimlerinin mikroyapı ile ilişkilendirilerek yorumlanması, elde edilen sert yüzeyin, aşınma dayanımına sağladığı katkının, kaynak akımı parametresi değişimi ile olan ilişkisi irdelenmiştir. Uygulanan her bir akım değeri için elde edilen mikroyapı ve faz-karbür morfolojileri göz önüne alınarak yapılan sertlik, aşınma test sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Uygulanan kaynak akımı ile orantılı olarak meydana gelen kaynak dikişinin nüfuziyeti, görsel incelemeye ek olarak Image J programı kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen sertlik ve aşınma dayanımları verileri, Fe-C-Cr- sert dolgu kaynağı elektrodunun uygulama alanları üzerinden irdelenmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde ağır çalışma koşulları altında çalışan iş parçalarının mevcut servis ömürlerinin uzatılması amacıyla yapılan Fe-C-Cr sert dolgu kaynağı elektrodu için uygulanması gereken optimum kaynak akım değeri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, her üç amper değeri için çeşitli avantaj ve dezavantajlar tespit edilmiş olup, 160 ve 200 amper akım ile yapılan dolgu kaynağının ön plana çıktığı, kaynak akımı arttıkça nüfuziyetin arttığı, 160 ve 200 amperin birbirine yakın ve HRC sertlik değerlerinin en iyi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşınma Dayanımı, Elektrik Ark Kaynağı, Fe-C-Cr, Sert Dolgu Kaynağı

OPTIMIZATION OF WELDING CURRENT IN HARDFACING APPLIED TO LOW CARBON STEELS

Abstract

In this study, It was aimed to compare the microstructure, hardness and abrasion resistance after hardfacing with different current values, and accordingly to determine the optimum welding current. The interpretation of the hardness changes on the surface after hardfacing with 120, 160 and 200 amperes, respectively, by associating them with the microstructure, and the relation of the contribution of the obtained hard surface to the wear resistance with the change in the welding current parameter were examined. The hardness made by taking into account the microstructure and phase-carbide morphologies obtained for each current value applied was compared with the wear test results. The penetration of the weld seam, which occurs in proportion to the applied welding current, was calculated using the Image J program in addition to visual inspection. The hardness and abrasion resistance data obtained were examined over the application areas of the Fe-C-Cr hardfacing electrode. Within the framework of these results, the optimum welding current value to be applied for the Fe-C-Cr hardfacing electrode, which is made to extend the current service life of workpieces operating under severe operating conditions, has been determined. As a result, various advantages and disadvantages were determined for each of the three ampere values, it was determined that the hardfacing with 160 ampere and 200 ampere currents were prominent, dilutions of hardfacing are increased as welding current increases, and 160 and 200 amperes almost same and HRC hardness values were the best.

Keywords: Wear Resistance, Electric Arc Welding, Fe-C-Cr, Hardfacing

1.GİRİŞ

Endüstriyel uygulamalarda, ağır çalışma koşullarında kullanılan parçalar için yüksek sertlik, yüksek aşınma dayanımı gibi özelliklere gereksinim duyulmaktadır (Yavuz Y., 2018). Özellikle makine ekipmanlarında tonlarca malzeme aşınma sebebiyle kullanılamaz hale gelmektedir. Yüzeyle sertleştirme, nispeten yumuşak ve tok malzemelerin yüzeylerine aşınma direnci, sertlik kazandıran ve bir çok farklı proses ile uygulanabilen bir yöntemdir. Bu kombinasyon malzemenin uygulama alanına göre ve çok daha ucuz maliyet ile elde edilebilmesi sebebiyle tercih edilmektedir (Davis J., 2002, Cakmak H., 2008)

Bu malzemelerin ömrünün uzatılması için çeşitli yüzey kaplama yöntemleri kullanılabildiği gibi sert dolgu kaynağı ile yüzey kaplama işlemi de yapılabilmektedir. 'Hardface' olarak isimlendirilen bu uygulama düşük maliyetli bir çözüm önermesi sebebiyle ülkemizde de çimento üretim sanayide, endüstriyel iş makinelerinde, cam üretim tesislerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Oksi-asetilen kaynağı, elektrik ark kaynağı, plazma kaynağı sert dolgu kaplama uygulamaları için kullanılmaktadır (Jungfen J., 2016). Diğer yüzey kaplama işlemlerine nazır düşük maliyetli olması, lokal olarak uygulanabilirliği, metal yüzeylere bağlanabilme özelliği, erezyon ve korozyon özelliklerinde gösterdiği gelişim sert dolgu kaplama prosesine büyük avantaj getirmektedir (Yuksel N., Sahin S., 2014)

Sert dolgu kaynağından beklenen iş parçasının servis ömrünü uzatmasıdır. Bunu sağlarken, malzemenin çalışma şartlarına uygun olarak ihtiyaç duyulan mekanik özelliklerin, aşınma direncinin veya korozyon özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanır (Kökce Y., 2002). Sert dolgu kaplama prosesinde bir diğer önemli unsur, ana malzeme ile dolgu malzemesi arasındaki metalurjik uyumluluktur. Hangi kaynak yöntemi düşünülürse düşünülün esas alınan kaynak metalinin nihai mukavemeti olacaktır. Dolgu yöntemi belirlenirken avantajları ve dezavantajları göz önüne alınarak en akılcı yöntem seçilmelidir. Örneğin eğer bu yöntem kaynak ise, oksi-asetilen ve TIG kaynağı düşük oranda metal yığıma yüzdeleri sebebiyle tercih edilmez. Örtülü elektrot ise ucuz olması sebebiyle avantajlı sayılabilir. Özlü tel ise hızlı kaynak yapabilmek kabiliyetine sahiptir ancak her kaynak pozisyonuna uygun değildir (Kaptanoğlu M., Eroğlu M., 2017).

Sert dolgu kaynağına, bakım işlemlerini maliyetlerinin düşürülmesi, daha kısa sürede bakım işleminin yapılabilmesi penceresinden de bakılabilir. Malzemenin maruz kaldığı deformasyon türüne göre (aşınma, korozyon) seçilebilecek birçok sert dolgu malzemesi bulunmaktadır. Buradaki bir diğer önemli husus sert dolgu kaynağının yapılış amacıdır. Kimi sert dolgu kaynakları, malzemeyle ana boyutlarına döndürmek amacıyla yapılırken, kimi proseslerde sert bir yüzey elde etmek amacıyla yapılabilmektedir (Kökce Y., 2002). Yeni bir parça almak, aşınan parçayı sert dolgu kaplama uygulaması ile kaplamak ve eski ebatlarına döndürmekten daha pahalı olacaktır. Bu kapsamda sert dolgu kaynağı gerçekleştirilmesinin iki ana amacı vardır. Bunlardan ilki, çalışma koşulları gereği aşınma olasılığı yüksek bölümlerin kaplanarak çalışma ömürlerinin uzatılması amacıyla yapılır (Ghasemg O. R., 2012).

Traktör çark dişlilerinde, kasnaklarında, dozerlerin kesici-sökücü dişlilerinde, grayder bıçaklarında, asfalt döşeme makinelerinin pedallarında, maden kazı makinelerinin debriyaj kavrayıcılarında, maden arabalarının tekerleklerinde, kil ve tuğla üretiminde kullanılan değirmen mikserlerinde, besleyici bıçaklarında, yer altı maden arama araçlarının pompa pervanelerinde, demir çelik sanayide kok ocaklarının itici ayaklarında, kauçuk endüstrisi karıştırma makinelerinde, tren raylarının onarımında ve daha birçok uygulamada sert dolgu kaynağı tercih edilmektedir (The Lincoln Electric Company, 2014) Bu çalışmada, kaynak akımının sert dolgu kaynağı üzerinde durulmuş olup, kaynak akımı değişimine bağlı olarak sert dolgu yüzeyinde meydana gelen sertlik ve aşınma dayanımı irdelenmiştir.

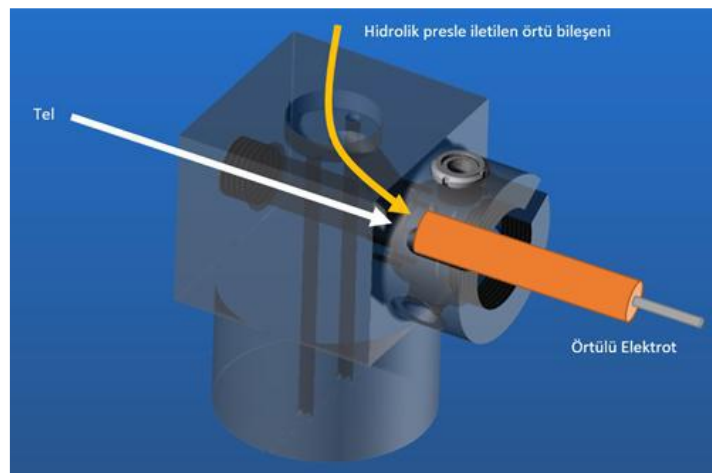
2.MATERYAL VE METOD

Elektrot örtüsünün altında çekirdek görevi gören tel, DIN 17145 kalite Ø 5,5 mm çaplı filmaşından soğuk haddeleme uygulanarak Ø 3,25 mm çapına indirilmiş ve 350 mm boyuna kesilerek üretimi tamamlanmıştır. Kroman Demir Çelik A.Ş'den tedarik edilen filmaşına ait kimyasal bileşim tablo 1.de verilmiştir.

Tablo 1. Elektrot çekirdek tel kompozisyonu

Malzeme	C	Si	Cu	Mn	P	S	Ni	Cr	Fe
DIN 17145 Filmaşın Tel (%, ağı.)	0,081	0,022	0,089	0,544	0,009	0,011	0,046	0,041	Kalan

Üretilen eletroda sert dolgu yapabilme kabiliyeti, karışımı hazırlanarak çekirdek tel üzerinde örtü görevi gören tozlar sayesinde elde edilmektedir. Bu tozların bir kısmı koruyucu atmosfer oluştururken bir kısmı sert dolgu oluşumu için gerekli alaşım kompozisyonu sağlamaktadır. Örneğin, Ferrokrom ve bor karbür tozları kaynak dikişinde güçlü karbürler oluşturmak için grafit tozu ile beraber ilave edilirken bazı tozlar da kaynak sırasında koruyucu atmosfer görevi görmesi için ilave edilmektedir. Ardından silikat bağlayıcılar ile toz karışımı yaş bir pasta haline getirilerek çekirdek telin üzerine kaplanmaya hazır hale gelmektedir. Hidrolik presler vasıtasıyla pasta ve çekirdek tel bir araya getirilerek elektrot üretimi gerçekleştirilir (Şekil 1).


Şekil 1. Örtülü Elektrot Üretimi

Nihai kurutma işlemlerinin ardından sert dolgu elektrodu kullanılabilir hale gelmektedir. Çalışmada AISI 1020 çeliği üzerine mikroyapı incelemeleri için sırasıyla 120,160 ve 200 amper tek paso kaynak uygulanmıştır (tablo 2). Mikroyapı analizi yapmak üzere altlık malzeme kaynak dikişine 90 ° olmak üzere kesilerek, ışık mikroskobu analizleri (IM, Olympus BX41M-LED), elektron mikroskobu analizleri (JEOL SM-6060), sertlik ölçümleri, nüfuziyet ölçümleri (Image J) incelenmiştir.

Tablo 2. Kaynak Parametreleri

Parametreler	Özellikler
Elektrot Dış Çapı (mm)	6,8
Çekirdek Tel Çapı (mm)	3,25
Kaynak Makinesi	Lincoln Electric-Ideal Arc R3R 500-I
Akım (A)	120-160-200
Elektrot Kaynak Açısı	90°
Kaynak Kutbu	Eksi (-)
Altlık Malzeme	AISI 1020
Altlık Malzeme Boyutları (mm)	10x50x300
Kaynak Operatörü	Arif Cem Kara (YB013/11UY0010-3/02/11646)

Aşınma analizleri için uygun numune hazırlayabilmek için, AISI 1020 çeliği üzerine çalışmaya konu olan Fe-C-Cr esaslı sert dolgu elektrodu ile çift kat dolgu kaynağı yapılmış ardından yüzeyi taşlanarak düz aşınma yüzeyleri elde edilmiştir. ASTM G 65 standartları doğrultusunda 'dry sand/rubber wheel' aşınma düzeneği ile ağırlık kaybı üzerinden dolguların aşınma dayanımları incelenmiştir (Şekil 2).

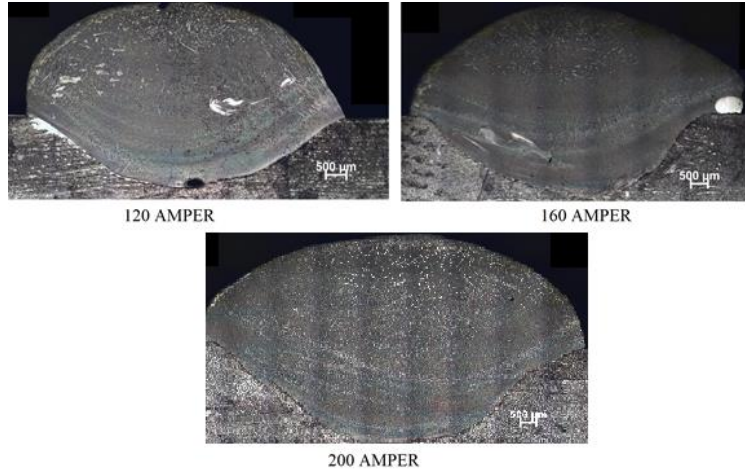


Şekil 2. Aşınma testi düzeneği

3. SONUÇLAR

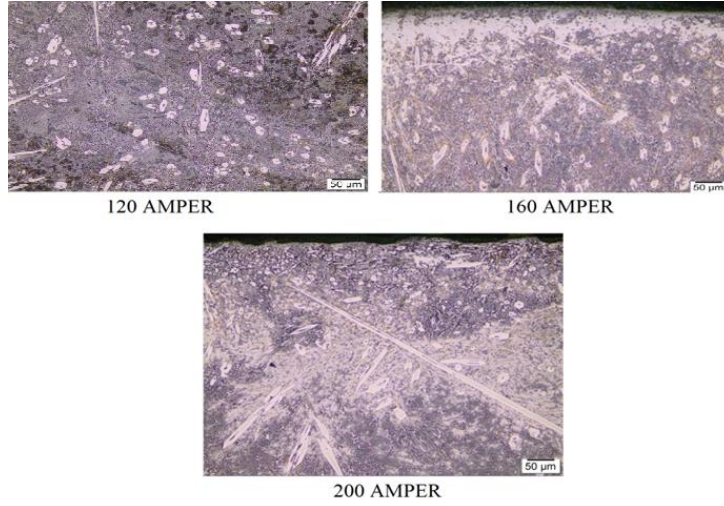
Şekil 3.'de yapılan sert dolgu kaynaklarının kesit makroyapıları verilmiştir. Ana metale olan nüfuziyetin ısı girdisi ile orantılı olarak en yüksek 200 amperde meydana geldiği görülmüştür. Sert dolgu kaynağında aşırı nüfuziyet istenen bir durum değildir. Isı girdisinin artmasıyla, ana metale karbon ve krom nüfuziyeti artacağı için yüzeyde sertlik ve aşınma dayanımı olumsuz etkilenecektir. Image J programı ile yapılan nüfuziyet ölçümlerine göre 120 amperde %30, 160 amperde %37, 200 amperde %42 oranında kaynak dolgusunun ana metale nüfuz ettiği görülmüştür.

Makroyapılarda bir diğer göze çarpan konu 120 amperde meydana gelen makro boyuttaki gözeneklerdir. Bu boyuttaki gözenekler dolguda çatlak oluşumuna sebep olacak, buna bağlı olarak aşınma dayanımını uzun vadede olumsuz etkileyecektir. Şekil 4. de dolgu yüzeylerine ait mikroyapılar verilmiştir. Gözle de görüldüğü gibi yüzeydeki krom karbür yoğunluğu 160 amper ve 200 amperde daha yoğun olarak meydana gelmiştir.



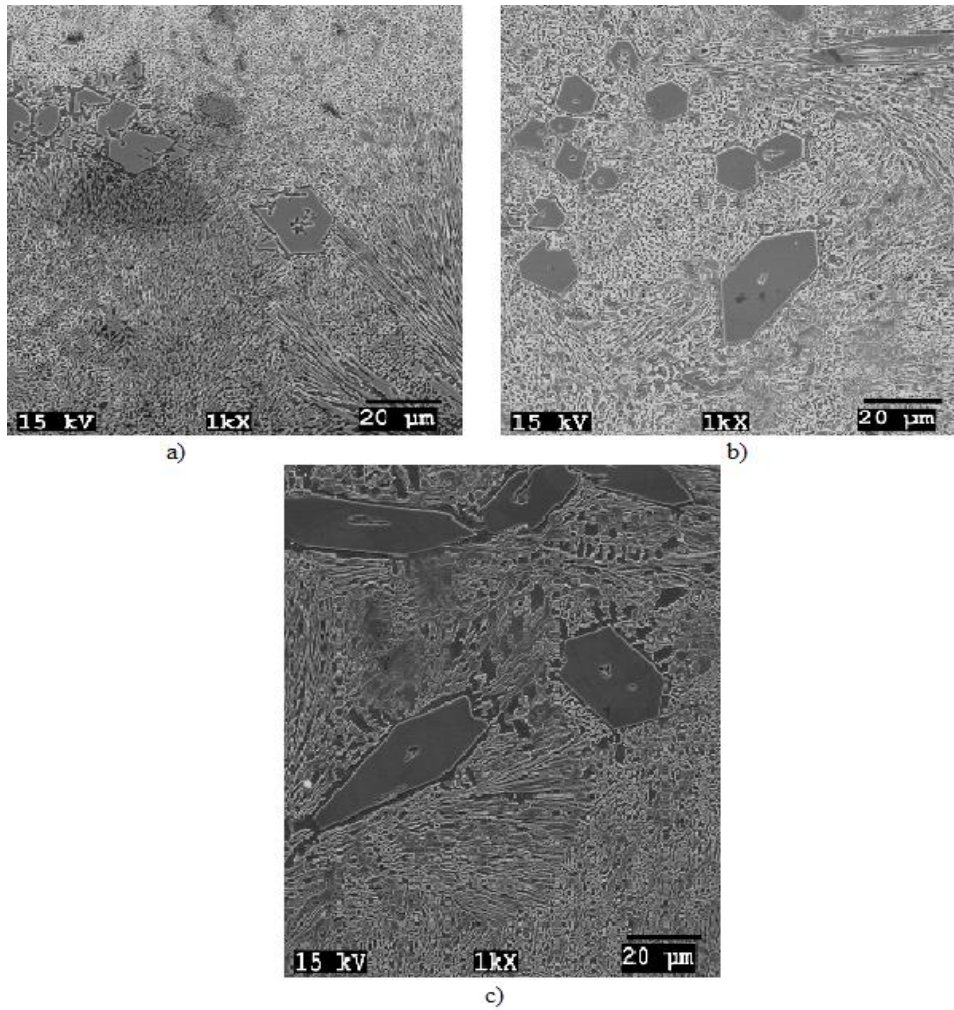
Şekil 3. Sert Dolgu kaynağı ışık mikroskobu makroyapıları

Şekil 4.de verilen mikroyapılara göre 120 amper ile 160-200 amper arasındaki bu fark sertlik ve aşınma direnci olarak karşımıza çıkmakta olup sert dolgu uygulaması yapılan malzemenin çalışma süresini de yakından etkilemektedir.



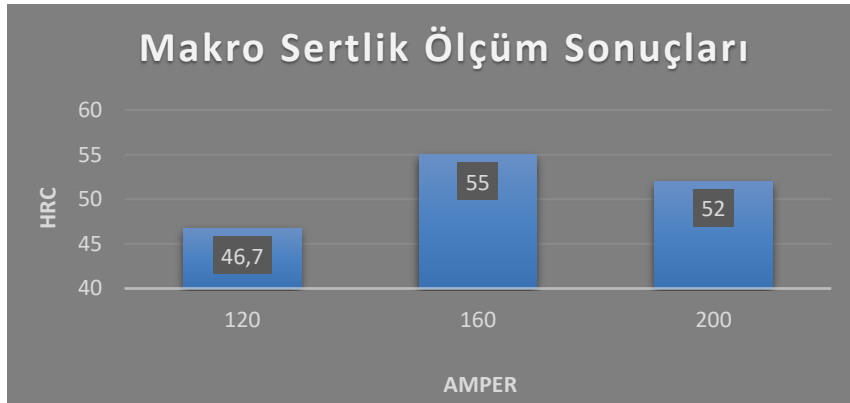
Şekil 4. Sert dolgu kaynaklarının ışık mikroskobu yüzey mikroyapıları

Dolgu yüzeylerinin incelemesi için yapılan SEM analizlerinde üç numune için de katılaştıran primer krom karbürler ve ardından ötektik denge katılaşması görülmüştür. Aşınma dayanımı ve dolgu sertliğinin belirlenmesinde öncelikli olarak yüzeydeki primer karbürlerin ve ötektik karbürlerin etkili olduğu görülmüştür (Şekil 5).



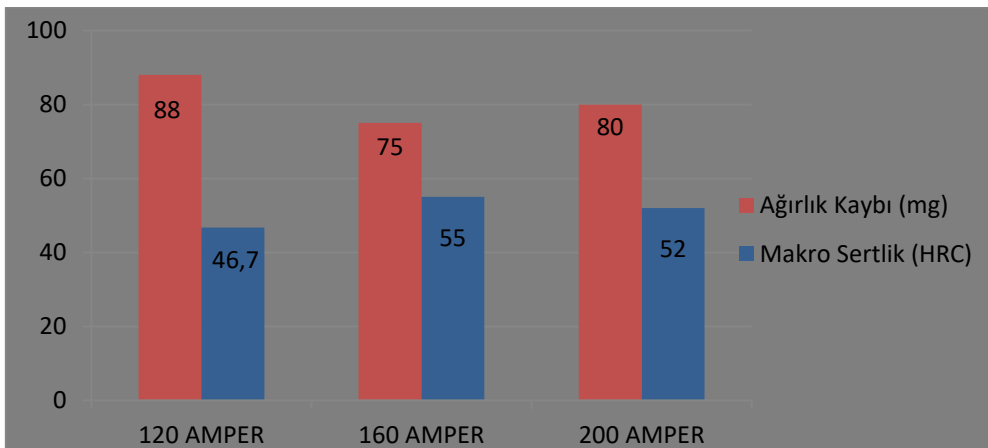
Şekil 5. Sert dolgu kaynaklarının elektron mikroskobu görüntüleri a)120 amper b)160 amper c)200 amper

Elde edilen SEM görüntülerinin literatür ile karşılaştırılması sonucunda Durmuş ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada benzer morfolojideki yapılar $(Cr,Fe)_7C_3$ olarak tanımlandığı görülmüştür. Bu çalışmaya ek olarak Gou ve arkadaşları tarafından Fe-C-Cr-B esaslı sert dolgu elektrotları üzerine yapılan çalışmada, bu çalışmaya benzer hegzagonal M_7C_3 karbürler ve ötektik katılaşmaya rastlanmıştır. Liu ve arkadaşları tarafından Fe-C-Cr esaslı çalışmada da aynı tipteki karbürlerin M_7C_3 tipi olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da SEM analizleri sırasında yapılan EDS analizleri de esas alındığında kaba hegzagonal yapıların Cr_7C_3 olarak karşımıza çıktığı yorumu yapılabilmektedir. Bu bildiriye konu olan çalışmada kaynak metali kompozisyonunda %0,33 oranında bor elementi tespit edilmesine karşın Yüksel N., ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmadan %1 üzerinde bor içeren alaşımlarda $Fe_{23}(C,B)_6$ gibi yapılara rastlandığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da XRD analizlerinde borür yapılarına rastlanmamıştır. Aynı çalışmada, Cr_7C_3 karbürlerinin SiO_2 aşındırıcı partikülleri ile yakın sertlikte olduğu için Fe-C-Cr esaslı sert dolgu kaplamalarda aşınmanın daha yumuşak olan ana matriste daha sık meydana geldiği kanısına varılmış olup bu çalışmada da ortaya konan kanılara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 6.'te sert dolguların aşınma riskine en çok maruz kalması beklenen sırt bölgelerinden alınan makro sertlik sonuçları paylaşılmıştır. Sertlik sonuçlarının dolgunun tamamını temsil etmesi amacıyla dolguların sırt bölgeleri taşlanarak düz yüzey elde edilmiş ve her bir numune için 10'ar adet sertlik ölçümü yapılarak bunların aritmetik ortalaması hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda 160 amper ve 200 amper kaynak akımlarında birbirine yakın ve en yüksek sertlik değerlerine rastlanmıştır. 200 amperde nüfuziyetin aşırı artışı sebebiyle sertliğinin azalma eğiliminde olduğu görülmüştür.



Şekil 6.Sertlik Sonuçları

Şekil 7.'da yüzey sertliği ile aşınma testi sonrası meydana gelen ağırlık kaybının ilişkilendirildiği grafik verilmiştir. Sert dolgu kaynağı sonrası yüzeyde meydana gelen sert krom karbür esaslı yapılar sayesinde üç dolgu kaynağında da altlık malzemeye kıyasla aşınma dayanımı artmıştır. Aşınma dayanımı ağırlık kaybı üzerinden hesaplanarak 160 amper ve 200 amperde yakın sonuçlar elde edilirken 120 amperde en düşük aşınma dayanımı tespit edilmiştir.



Şekil 7.Aşınma-Sertlik karşılaştırması

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Fe-C-Cr esaslı sert dolgu elektrodu ile düşük karbonlu alaşımsız çelik üzerine uygulanan sert dolgu kaynağında, akım parametresinin etkisi araştırılmıştır. 3 farklı akımda dolgu kaynağı yapılarak sonuçlar karbür dağılımları, mikroyapılar, karbür boyutları, makro sertlik ve aşınma dayanımları üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan testler sonucunda;

(i) Üç farklı akım değerinde de sert dolgu kaynağı işlemi tamamlanabilmiştir. Kaynak akımı yükseldikçe ısı girdisinin yükseldiği, buna bağlı olarak kaynak dolgu nüfuziyetinin arttığı tespit edilmiştir. Bu artışın özellikle 200 amperde sertlik ve aşınma dayanımlarının azalması ile daha belirgin hale geldiği belirlenmiştir.

(ii) 120 amperin optimum kaynak parametresi olmadığı, dolguda meydana gelen yoğun gözenekler sayesinde tespit edilebilmiştir. Bun bağlı olarak yüzey sertliği ve aşınma dayanımında düşüş meydana gelmiştir. Yeterli kaynak akımı olmaması sebebiyle koruyucu gazların atmosfere atılmadığı ve yapı içerisinde kaldığı düşünülmektedir.

(iii) Aşınma dayanımları, sertlik ölçümleri ve yüzeydeki karbür oranı göz önüne alındığında 160 ve 200 amper ile yapılan sert dolgu kaynağının uygun parametreler olduğu görülmüştür. Ancak 200 amperde dolgu elektrodunun yüksek akım sebebiyle aşırı ısındığı ve kaynağın son bölümlerinde örtü dökülmesi görüldüğü tespit edilmiştir. 200 amper ile elde edilen sonuçlar ile 160 amper arasında çok büyük farklar bulunmamasına karşın endüstride bu kaynak akımı ile çalışmak elektrodun uygulanabilirliği açısından 200 amper kaynak akımı dezavantajlı görünmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Lincoln Electric-Türkiye Askaynak firmasına teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Çakmak H., Bulk Amorphous Steel as a Coating Material: Hardfacing Application, The Degree of Master of Science, Middle East Technical University, The Graduate school of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Ankara, 2018,515009
- Davis J., Surface Hardening of Steels, ASM International, DOI: 10.1361/shos2002p001
- Durmuş H., Comez N., Canser G., Yurdaşkal M.,Yurddaşkal M., Wear Performance of Fe-Cr-C-B Hardfacing Coatings: Dry sand/rubber Wheel Test and Ball-on-disc Test, *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials*, DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2018.07.006
- Ghasemg Owsalou Reza., Aşınmaya Maruz Parçaların Aşınma Dayanımlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2012, 330543
- Gou J., Wang Y., Sun J., Li X., Bending Strength and Wear Behavior of Fe-Cr-C-B Hardfacing Alloys With and Without Rare Earth Oxide Nanoparticles, *Surface & Coatings Technology*, DOI: 10.1016/j.surfcoat.2016.12.104
- Junfeng G., Pengpeng L., You W., Saiyue L., Zhiwei Z., Effect of Nano-additives on Microstructure, Mechanical Properties and Wear Behaviour of Fe-Cr-B Hardfacing Alloy, *Applied Surface Science*, DOI: 10.1016/j.apsusc.2015.11.076
- Kaptanoğlu M., Eroğlu M., Ferroniyobyum ve Ferrobor İçeren Tozaltı Kaynak Tozları ile Elde Edilen Kaplamaların Mikroyapı ve Aşınma Özellikleri, *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, 2017, 20(1), 64-75
- Kökçe Y., Demiryolu Taşıt ve Raylarının Üretim ve Tamir Bakımında Uygulanan Kaynak Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002, 126691
- Liu S., Shi Z., Xing X., Ren X., Yang Q., Effect of Nb Additive on Wear Resistance and Tensile Properties of the Hypereutectic Fe-Cr-C Hardfacing Alloy, *Materials Today Communications*, DOI: 10.1016/j.mtcomm.2020.101232
- The Lincoln Electric Company, Hardfacing Product and Procedure Selection, United States of America
- Yavuz Y., Fe-Cr-W-B-C Esaslı Sert Dolgu Örtülü Elektrot Üretimi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2018, 507089
- Yüksel N., Sahin S., Wear Behavior Hardness Microstructure Relation of Fe-Cr-C and Fe-Cr-C-B Based Hardfacing Alloys, *Materials and Design*, DOI: 10.1016/j.matdes.2014.02.03

KAYMA KIPLİ KONTROL VE PI KONTROL YÖNTEMLERİ İLE TEK FAZLI TAM KÖPRÜ EVİRİCİNİN AKIM KONTROLÜ

Fatih Köse

Kocaeli Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü
fatihkose86@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0264-8073

Hüseyin Metin Ertunç

Kocaeli Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü
hmertunc@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1874-3104

Özet

Bu çalışmada, kayma kipli kontrol ve PI kontrol yöntemlerinden faydalanılarak tek fazlı tam köprü bir eviricinin çıkış akımının kontrolü yapılmıştır. Yapılan çalışmada sistem girişine sabit bir referans sinyal uygulanmış ve sistem çıkışının (akım) her iki kontrol metodunda da referans sinyali takip etmesi amaçlanmıştır. İlk olarak kontrol edilecek sistemin ve uygulanacak kontrolörlerin matematiksel modelleri elde edilmiştir. Sonrasında Matlab-Simulink üzerinde kontrol metodlarına ait algoritmalar ve tek fazlı tam köprü eviriciye ait benzetim modeli oluşturulmuştur. Anahtarlama sinyalleri için ise darbe genişlik modülasyon tekniği kullanılmıştır. Oluşturulan modeller üzerinde yapılan simülasyon çalışmalarından elde edilen sonuçlar her iki kontrol yöntemi için karşılaştırmalı olarak sunulmuş ve performans kriterleri bakımından da sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, kayma kipli kontrol yönteminin PI kontrolör yöntemine göre daha iyi bir performans sergilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kayma Kipli Kontrol, PID, Evirici, Güç Elektroniği, Akım Kontrolü

CURRENT CONTROL OF SINGLE PHASE FULL BRIDGE INVERTER WITH SLIDING MODE CONTROL AND PI CONTROL METHODS

Abstract

In this study, the control of output current of a single-phase full bridge inverter was achieved by using sliding mode control and PI control methods. A constant reference signal is applied to the system input and the system output (current) is aimed to follow the reference value in both control methods. First, mathematical models of system to be controlled and the controllers to be applied were obtained. Then simulated model of single-phase full bridge inverter and algorithms for control methods were implemented on Matlab-Simulink. Pulse width modulation (PWM) technique was used for switching signals. The results obtained from the simulation studies on the created models were presented comparatively for both of control methods and the results were evaluated in terms of performance criteria. The result of this study, it was observed that sliding mode control method performed better than PI controller method.

Keywords: Sliding Mode Control, PID, Inverter, Power Electronics, Current Control

1. GİRİŞ

Güç elektroniğinin önemli konularından biri olan eviriciler, girişlerine uygulanan DC (doğru akım) sinyali, çıkışlarında istenilen genlik ve frekanstaki AC (alternatif akım) sinyale dönüştüren devreler olarak tanımlanmaktadır. Eviriciler, tek fazlı ve çok fazlı (iki, üç) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Evirici topolojileri incelendiğinde bir fazlı eviricilerin genellikle düşük güç ve gerilimlerde, üç fazlı eviricilerin ise daha çok orta ve yüksek güç/gerilim gerektiren uygulamalarda tercih edildiği görülmektedir. Çok seviyeli eviriciler de ise düşük elektromanyetik girişim (EMI) ve düşük frekanslardaki etkinliklerinin yüksek olması sebebiyle kullanım alanları geniştir [1,2,3,4]. Eviriciler, otomotiv endüstrisi, fotovoltaik sistemler, kesintisiz güç kaynakları ve savunma sanayi gibi bir çok alanda kullanılmaktadır.

Eviriciler temel olarak bir denetim devresi ve güç devresinden oluşmaktadır. Güç devresinde anahtarlama elemanları ve filtreleme elemanları bulunurken denetim devresinde ise kontrolör bulunmaktadır.

Kayma kipli kontrol 1977 yılında Vadim Utkin'in makalesi ile dünyaya duyurulmuştur. Kayma kipli kontrol tekniği sistemdeki parametre değişimlerine, bozucu etkilere ve sistem belirsizliklerine karşı duyarsız olabilme özelliğine sahip olmasından dolayı sistemden beklenen dinamik davranışı sağlayabilen gürbüz bir kontrol tekniğidir [5]. Bu nedenle literatürde çokça yer bulmakta ve farklı uygulama alanlarında kullanılabilir [6]. Güç elektroniği dönüştürücüleri, nükleer güç reaktörleri, otonom araçlar, robotik sistemler ve rüzgar enerji santralleri gibi uygulama alanlarına sahiptir [7].

Kayma kipli kontrol tekniğinde, sınırlı frekansta anahtarlama sinyali oluşturularak sistem durumlarının kayma yüzeyine ulaşması amaçlanmaktadır. Kayma yüzeyinin dışına çıkan sistem durumları olduğunda ise kontrolör ani bir çıkış sinyali üretmekle sistem durumlarını kayma yüzeyinde tutmaya çalışır [6].

Geleneksel kontrol yöntemlerinden biri olan PID kontrol tekniği, sistem hatasının mevcut durumunun yanında, önceki ve sonraki durumlarını da dikkate almaktadır. Bunu yapabilmek için ise hata sinyali, oransal-integral-türevsel(PID) işlemlerden geçirilerek kontrol sinyali elde edilmektedir.

PID kontrol tekniğinin yapısının basit olması ve uygulama kolaylığının yanında dinamik sistem kontrolünde yeterli gürbüzlüğü sağlayabilmesi sebebiyle pek çok endüstriyel kontrol uygulamalarında tercih edilmesini sağlamaktadır. Basit ve kararlı oluşu bu kontrol tekniğinin önemli avantajlarından fakat; doğrusal olmayan sistemlerin kontrolünde başarılı bir teknik değildir.

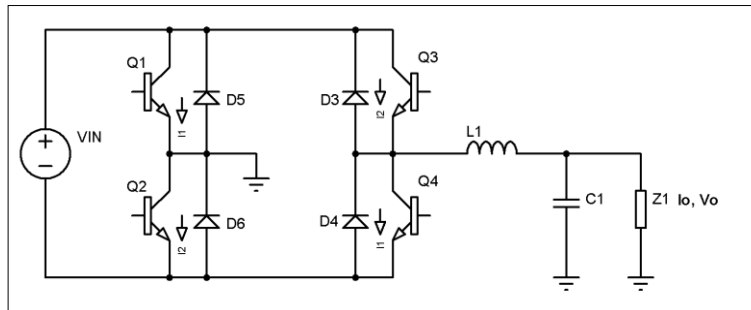
Bu çalışmada tek fazlı tam köprü bir eviricinin çıkış akımının kontrolü yapılmıştır. Kontrol algoritmaları olarak PI kontrol ve kayma kipli kontrol teknikleri kullanılmıştır. Kontrol edilecek evirici devresinin matematiksel modeli çıkarılmış ve sonrasında Matlab-Simulink üzerinde eviriciye ve kontrolörlere ait benzetim modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan benzetim modellerinin girişine referans sinyali uygulanarak elde edilen her iki sistemin çıkışı (akım), performans kriterleri bakımından karşılaştırılmıştır.

2. SİSTEMİN MATEMATİKSEL MODELİ

Matematiksel modelin çıkarılması için Şekil 1'de basitleştirilmiş olarak sunulan evirici devresi benzetim modelinden yararlanılmıştır. Burada V_{in} sistemin giriş gerilimini (Volt), L bobin indüktansını (Henry), C kapasitör değerini (Farad), Z yük empedansını (Ohm), V_o çıkış gerilimini (Volt) ve I_o ise çıkış akımını (Amper) ifade etmektedir.

Kirchhoff gerilim yasasından yararlanarak Denklem (1) yazılabilir. Burada $Q1, Q2, Q3, Q4$ anahtarlama elemanları ideal kabul edilmiş ve üzerlerindeki gerilim düşümleri ihmal edilmiştir.

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{LCs^2 + \frac{L}{Z}s + 1} \quad (1)$$



Şekil 1. Basitleştirilmiş evirici benzetim modeli

Denklem (1) deki ifade, I_o çıkış akımı için düzenlendiğinde Denklem (2) elde edilir. I_o sistem çıkışı ve V_{in} sistem girişi olarak seçilirse sistemin transfer fonksiyonu Denklem (3)'teki gibi elde edilir. Matematiksel modelde kullanılan parametrelere ait değerler Tablo 1'de sunulmuştur.

$$\frac{V_{out}}{Z} = \frac{\frac{1}{Z}}{LCs^2 + \frac{L}{Z}s + 1} \quad (2)$$

$$\frac{I_{out}}{V_{in}} = \frac{\frac{1}{Z}}{LCs^2 + \frac{L}{Z}s + 1} \quad (3)$$

Tablo 1. Matematiksel model parametreleri

Sembol	Değer	Birim
C	9900e-6	F
L	200e-6	H
Z	1	Ohm
V_{in}	30	Volt

3. KONTROLÖR TASARIMI

Bu çalışmada PI kontrolör ve kayma kipli kontrolör olmak üzere iki tip kontrolör tasarlanmıştır. Matlab-Simulink programı üzerinde kontrolör ve sistem benzetim modelleri oluşturulmuştur.

3.1. PI Kontrolör

Kullanılacak PI denetleyiciye ait matematiksel modeli denklem (4) ve (5)'de sunulmuştur.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt \quad (4)$$

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (5)$$

Burada K_p ve K_i değerleri PI parametreleridir. Denklemden görüldüğü gibi referans $r(t)$ ve çıkış değeri $y(t)$ arasındaki fark $e(t)$, PI kontrolör denkleminde bir dizi işlemden geçirilip $u(t)$ sinyali elde edilmektedir. PI parametrelerin her birinin sistem performansına etkisi farklı olmaktadır. Kontrol işleminde istenilen kontrol çıkışına göre parametreler belirlenmektedir. Bu çalışmada deneme-yanılma yöntemiyle sistem performansı izlenerek PI parametreleri belirlenmiştir.

3.2. Kayma Kipli Kontrol

Dış bozucu etkiler, sistem modelleme belirsizlikleri ve parametre değişiklikleri sistem başarımını negatif yönde etkileyen etmenlerdir. Dinamik bir sistemde bu belirsizliklere ve aynı zamanda dış bozucu etkilere ait istatistiksel verilere ulaşamıyor fakat; bu büyüklüklerin sınır değerlerine ulaşılabilir ise bu sistemler için uygun olabilecek doğrusal olmayan kontrol çözümü, değişken yapıli sistemlerden yararlanılmasıdır. Böylece kararsız sistem durumları kararlı hale getirilmeye çalışılır. Değişken yapıli sistemler kuramının alt sınıfı olarak kayma kipli kontrol ortaya çıkmıştır. Kayma kipli kontrol algoritması “erişme” ve “kayma” evresi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Erişme evresi için tanımlı kurallar Denklem (6), (7) ve (8)'de verilmiştir.

$$\text{Sabit değişimli erişim kuralı: } \dot{s} = -p \cdot \text{sign}(s) \quad (6)$$

$$\text{Sabit-oransal değişimli erişim kuralı: } \dot{s} = -p \cdot \text{sign}(s) - Ks \quad (7)$$

$$\text{Üstel değişimli erişim kuralı: } \dot{s} = -p \cdot |s|^a \cdot \text{sign}(s) \quad (8)$$

Bu çalışmada Denklem (6)'daki sabit değişimli erişim kuralı kullanılarak tasarım yapılmıştır. Kayma yüzeyine ait denklemler Denklem (9) ve (10)'daki gibidir. Burada s kayma yüzeyini, e hata sinyalini ve λ ise sabit bir pozitif çarpanı ifade etmektedir.

$$s = \dot{e} + \lambda e \quad (9)$$

$$\dot{s} = \ddot{e} + \lambda \dot{e} \quad (10)$$

Hata sinyaline ait Denklem (11)'de, $r(t)$ evirici referans akımı ve $y(t)$ evirici çıkış akımı yani yük akımı olarak düzenlenirse; Denklem (12) elde edilir. Elde edilen denklemin birinci ve ikinci türevi alınırsa sırasıyla Denklem (13) ve (14) oluşturulur.

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (11)$$

$$e = I_r - I_o \quad (12)$$

$$\dot{e} = \dot{I}_r - \dot{I}_o \quad (13)$$

$$\ddot{e} = \ddot{I}_r - \ddot{I}_o \quad (14)$$

Sistem durum değişkenleri aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$x_1 = I_o(t) \quad (15)$$

$$x_2 = \dot{x}_1 = \dot{I}_o(t) \quad (16)$$

$$\dot{x}_2 = \ddot{I}_o(t) \quad (17)$$

$$y = x_1 \quad (18)$$

$$u = V(t) \quad (19)$$

Denklem (3) durum değişkenleri kullanılarak düzenlenir ve \dot{x}_2 için tekrar yazılırsa Denklem (20) elde edilir.

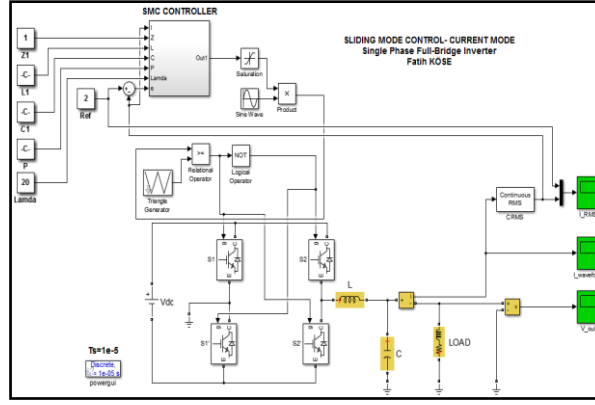
$$\dot{x}_2 = \ddot{I}_o(t) = \frac{u(t) - L\dot{x}_1 - Zx_1}{ZLC} \quad (20)$$

Denklem (6)'daki sabit değişimli erişim kuralı uygulanır ve $u(t)$ için çözülürse Denklem (21) elde edilir. Oluşturulan bu denklem kontrolörümüzün çıkışını, kontrol edilecek sistemin ise girişini oluşturmaktadır.

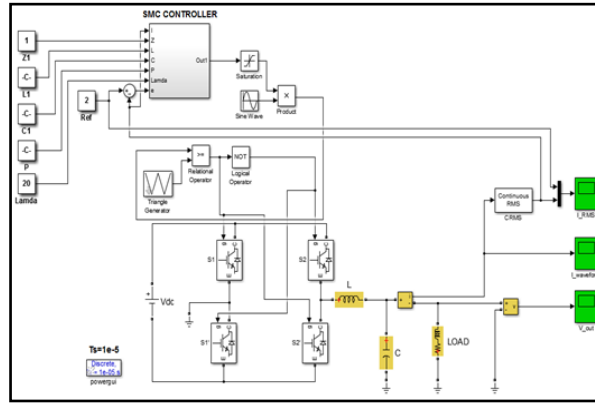
$$u(t) = (L + ZLC\lambda)\dot{I}_o(t) + ZI_o(t) + ZLCp.sign(s) \quad (21)$$

4. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARI

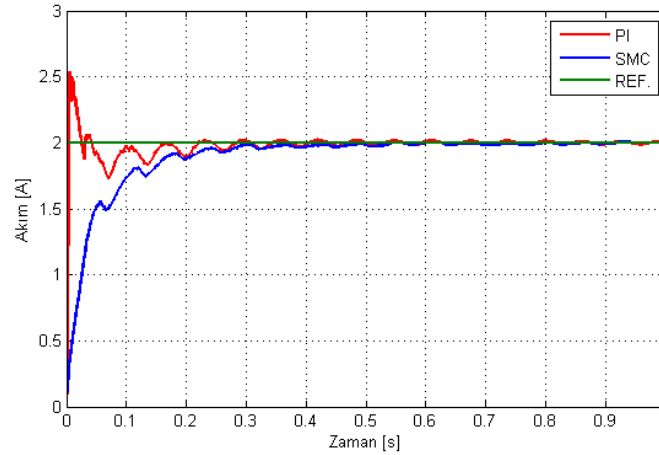
Bu bölümde evirici benzetim modelinin çıkış akım kontrolü PI ve kayma kipli kontrol algoritmaları Matlab-Simulink programı üzerinde uygulanmış ve sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Şekil 2'de evirici benzetim modeline uygulanan PI kontrolöre ait Matlab-Simulink tasarımı, Şekil 3'te ise kayma kipli kontrol tasarımı görülmektedir. Referans giriş sinyali sabit 2 Amper [A] olarak her iki kontrol algoritması için sistem girişine uygulanmış ve çıkış sinyal grafikleri Şekil 4'te sunulmuştur. Kontrolör parametreleri deneme yanılma metodu ile sistem çıkış performansları gözlemlenerek seçilmiştir. Örnekleme zamanı (t_s) bu uygulama için 10 μ s olarak seçilmiştir.



Şekil 2. PI Kontrol Benzetim Modeli



Şekil 3. Kayma Kipli Kontrol Benzetim Modeli



Şekil 4. Sabit 2A referans girişi

Şekil 4'te sunulan grafikte görüldüğü gibi PI kontroldeki aşırı aşım miktarı kayma kipli kontrole göre daha yüksek değerdedir. Kayma kipli kontrolde ise aşırı aşım oluşmamıştır. Yükselme zamanı kriterine bakıldığında, kayma kipli kontrolün PI kontrole göre daha yavaş olduğu görülmektedir. Her iki kontrolörün oturma zamanları yakın değerlerde çıkmıştır. Kalıcı durum hatalarına bakıldığında ise kayma kipli kontrolörün daha iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Her iki kontrol algoritmasına ait performans kriterleri Tablo 2'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 2. Sabit Referans Girişi için Karşılaştırma Tablosu

	Kayma Kipli Kontrol (SMC)	PI Kontrol
Aşırı Aşım	Oluşmamıştır	%26
Yükselme Zamanı	141 ms	5 ms
Oturma Zamanı	350 ms	400 ms
Kalıcı Durum Hatası	<0.0006 A	<0.01 A

5. SONUÇ

Bu çalışmada PI ve kayma kipli kontrol yöntemleri tek fazlı tam köprü bir eviricinin çıkış akımı kontrolünü sağlamak amacıyla uygulanmıştır. Elde edilen benzetim sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Tablo 2'ye göre yükselme zamanı PI kontrolör için daha düşük değerdedir, fakat; aşırı aşım, oturma zamanı ve kalıcı durum hatası kriterleri açısından ise kayma kipli kontrolörde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü Sensör Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Çalışmalarımız esnasında her türlü altyapı desteği sağlayan Sensör Laboratuvar çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Şirincan M., Erfidan T. 2012. Eviricilerde Harmoniklerin Yok Edilmesi. Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, ELECO'2012, Bursa, Türkiye, pp. 480-483.
- [2] Çolak İ., Kabalcı E. 2008. Evirici Topolojileri ve Gelişimleri Üzerine Bir İnceleme. Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, ELECO'2008, Türkiye, pp.291-295.
- [3] Karthik K., Suresh M. 2015. Voltage Source Inverter Fed Hybrid Electric Vehicle. International Journal of Advanced Scientific Technologies in Engineering and Management Sciences, IJASTEMS, Vol 1., No. 1, pp. 11-16.
- [4] Ramesh R., Dhanaseely A.J., Malar R. 2014. Design of Single Phase Inverter Using PID Controller For Nonlinear Load Application. International Journal of Innovative Research in Technology & Science, IJIRTS, Vol 2. No. 5., pp. 55-60.
- [5] Kalaycı M. B., Yiğit İ. 2015. Pratikte Kullanılan Bazı Kayan Kipli Kontrol Tekniklerinin Teorik ve Deneysel İncelenmesi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi Univesity, Vol 30, No. 1, pp. 131-142.
- [6] Tokat S., Aydın S. 2008. Başlangıç Koşullarına Göre Parametreleri Ayarlanan Açısız Bilgiye Dayalı Kayma Kipli Bulanık Kontrolör Tasarımı. Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, TOK2008, İstanbul, Türkiye, pp. 309-314.
- [7] Köse F., Kızır S., Ertunç H. M. 2020. PID ve Kayma Kipli Kontrol Yöntemleri ile Gerçek Zamanda DC Motor Hız Kontrolü. International Marmara Sciences Congress, IMASCON 2020-Autumn, Kocaeli, Türkiye, pp. 451-457.

MOBİL KONTROLLÜ VE HELİKS DİZİLİMLİ DÖNEL TİP FOTOTERAPİ CİHAZI TASARIMI

Mehmet Koray ATEŞ

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
mehmetkorayates@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1639-9530

Emine DOĞRU BOLAT

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
ebolat@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8290-6812

Özet

Kandaki bilirubin molekülü yoğunluğunun sınır değerinin üstüne çıkması sonucu gelişen sarılık hastalığının tedavisi altında yatan nedene göre farklılıklar göstermektedir. Bir tedavi yöntemi olarak yeni doğan sarılığı tedavisinde kandaki yoğunluğu artan bilirubin molekülünün parçalanarak vücuttan uzaklaştırılması gösterilebilir. Bunu sağlayan cihaza ise fototerapi cihazı denilmektedir. Yeni doğan sarılığının tedavisinde kullanılan fototerapi cihazları genellikle iki çeşitten oluşmaktadır. Bunlar kuvöz tipi ve tünel tipi olarak ayrılmaktadır. Bu çalışmada, mevcut tiplere ek olarak yeni bir fototerapi üzerinde çalışma yürütülmüş ve bir prototip oluşturulmuştur. Yenilik olarak ışık kaynağı dönel bir tüpün iç yüzeyine heliks şeklinde dizilmiştir. Bu tasarımda dönel tüp hastanın etrafında 360° dönmektedir. Sistemin kontrolü ve takibi mobil cihaz ile Bluetooth bağlantısı kurularak sağlanmaktadır. Motor hız ve yön kontrolü, ışık parlaklık ayarı, sıcaklık ve nem değerleri takibi, ışık ölçümü ve havalandırma sistemi gibi özellikler ile sistemin daha kullanışlı olması sağlanmıştır. Mobil uygulamaya ek olarak sistem parametreleri cihaza yerleştirilmiş bir ekrandan anlık olarak takip edilmektedir. Fototerapi cihazının bazı olumsuz etkilerinin başında göz sağlığını etkilemesi gelmektedir. Bu durumun önlenmesi için sensör destekli göz bandı da sistemin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Göz bandının takılı olmadığı durumlarda sesli uyarı veren sistem çalışmasını da durdurmaktadır. Ayrıca sensör desteği sayesinde doğru bir şekilde takılması ve tam koruma sağlaması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fototerapi, Dönen Tip Fototerapi, Mobil Kontrol, Sarılık

ROTARY TYPE PHOTOTHERAPY DEVICE DESIGN WITH MOBILE CONTROLLED AND HELIX ARRANGEMENT

Abstract

The treatment of jaundice, which develops as a result of the concentration of bilirubin molecules in the blood exceeding the limit value, varies according to the underlying cause. As a treatment method, in the treatment of neonatal jaundice, it can be shown that the bilirubin molecule whose density increases in the blood is broken down and removed from the body. The device that provides this is called phototherapy device. Phototherapy devices used in the treatment of neonatal jaundice generally consist of two types. These are divided into incubator type and tunnel type. In this study, in addition to the existing types, a new phototherapy study was carried out and a prototype was created. As an innovation, the light source is arranged in the form of a helix on the inner surface of a rotating tube. In this design, the rotating tube rotates 360° around the patient. Control and monitoring of the system is provided by establishing a Bluetooth connection with the mobile device. The system has been made more useful with features such as motor speed and direction control, light brightness adjustment, temperature and humidity values tracking, light measurement, and ventilation system. In addition to the mobile application, system parameters are monitored instantly from a screen placed on the device. One of the most negative effects of the phototherapy device is its effect on eye health. In order to prevent this situation, sensor-assisted eye patch is also an important part of the system. When the eye patch is not worn, the system that gives an audible warning also stops its operation. In addition, thanks to the sensor support, it is aimed to be installed correctly and to provide full protection.

Keywords: Phototherapy, Helix Rotating Type Phototherapy, Mobile Control, Jaundice

1. GİRİŞ

Sarılık, yeni doğan servislerinde oldukça sık rastlanan bir durumdur (Üstün, 2019). Gelişen dünyada yeni doğan bebeklerin çoğunda bu durumun öngörülebilir olamamasından dolayı, yeni doğan sarılığı önemli bir sorun olarak yerini korumaktadır (Çayönü ve ark., 2011). Öyle ki zamanında doğan bebeklerde bile görülme sıklığı %60 seviyelerindeyken bu oran, prematüre bebeklerde %80 seviyelerinde seyretmektedir. Ortaya çıkış nedeni değişiklik gösterse de uygun tedavilerle kısa süre içerisinde iyileşmektedir (Maisels ve Kring, 1998; Madam ve ark., 2005). Her ne kadar tedavi süreci zorlayıcı olmasa da göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Önemsizmediği durumlarda risk sınırının çok üstüne çıkan bilirubin seviyesi, kernikterus olarak bilinen kalıcı beyin hasarına sebep olabilmektedir. Ülkemizde de yadsınamayacak bir düzeyde olan kernikterus, dünya genelinde kernikterus bildiren ülkeler arasında Amerika ve Singapur'dan sonra %16'lık bir oranla üçüncü olarak listenin başlarında yer almaktadır (Ip ve ark., 2004). Bu nedenle yeni doğan sarılığının olumsuz etkileri, erken teşhis, uygun tedavi ve özenli takiple ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır.

Yeni doğan sarılığının derecesine ve çeşidine göre farklı tedaviler uygulanmaktadır. Bunlar kan değişimi, farmakolojik ajanlar ve fototerapidir (Açık ve ark., 2010). Bu tedavilerin amacı artan bilirubin seviyesini düşürerek sinir sisteminde oluşabilecek olumsuzlukları önlemektir (Slusher ve ark, 1995). Özellikle yeni doğan sarılığının tedavisinde aşırı bilirubinün parçalanarak vücuttan atılması amacıyla fototerapi cihazları kullanılmaktadır (Canbulat ve Demirgöz, 2009). Böylece parçalanan bilirubin molekülü boşaltım sisteminden idrar yoluyla vücuttan atılmaktadır. Anne sütü ise fototerapide bazı olumlu etkiler oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar anne sütü ile beslenen bebeklerde fototerapi uygulama zamanında anlamlı bir düşüş olduğunu göstermektedir (Bülbul ve ark., 2005). Fototerapi tedavisi bebek yarı çıplakken yani sadece üzerinde bezi varken uygulanmaktadır. Bunun nedeni ise bebeğin vücuduna etki eden ışık alanını arttırmak ve tedaviden maksimum verim alabilmektir (Tan, 1982). Bazı önemli parametreleri optimum düzeyde tutarak fototerapiden maksimum verim alınması tedavi sürecinde oldukça önemli yer tutmaktadır (Aslan, 2015). Bu parametrelerden bazıları, fototerapiye başlama zamanı, kullanılan ışık kaynağının çeşidi ve dalga boyu, bebek ile ışık kaynağı arasındaki mesafedir. Ayrıca fototerapi cihazının, bebeğin sadece tek yönüne ışık verilmesi bebek vücudunun sadece %30'luk kısmının yeterli ışığı almasını sağlamaktadır (Demirsoy, 2008). Bundan dolayı bebek belirli aralıklarla çevrilmeli ya da uygun cihaz tasarımı yapılmalıdır. Bebeğin yattığı yere ışığı yansıtıcı beyaz renkte örtü serilmesi (Halomek ve ark., 1997), cihazın etrafını beyaz bir örtüyle kaplamak (Djkomuljanto ve ark., 2006) ve çeşitli fiber optik örtüler kullanmak (Dağoğlu, 2000) denenmiş bazı çalışmalardır. Bu çalışmada ise bebeğin 360° ışık alabilmesini sağlamak amacıyla bir tüpün içi heliks şeklinde LED'lerle kaplanmış ve bebeğin etrafında dönmesi sağlanarak bebeğin vücudunun maksimum düzeyde ışık alması sağlanmıştır.

2. FOTOTERAPİ

Fototerapi yani ışık tedavisinin vücuttaki yüksek miktardaki bilirubin üzerine etkisi ilk olarak 1956 yılında prematüre servisinde çalışan bir hemşire tarafından gözlemlenmiştir. Bu gözlemlerde, yeni doğan bebeklerin ışık gören ciltlerinde var olan sarılığın azaldığı fark edilmiştir. Bu gözlemin üzerinden 2 yıl sonra takvimler 1958 yılını gösterdiğinde sarılık tedavisinde ışığın etkisi ilk defa tıbbi bir yayında yer bulmuştur (Cremer ve ark., 1958). Bu yayında sarılık olmuş bir hastadan alınan kan örneğinin güneş ışığı gören bir ortamda bilirubin düzeyinin azaldığının fark edilmesi neticesinde ilk kez fototerapinin cihaz olarak kullanılmasından bahsedilmiştir. Fototerapi cihazının yaygınlaşması ise ancak 10 yıl sonra yani 1968 yılında yayınlanan fototerapinin etkinliği ve güvenilirliği konulu yayından sonra olmuştur (Lucey ve ark., 1968).

Fototerapi etki gösterirken vücutta fazla miktarda birikmiş bilirubinlerde çeşitli kimyasal değişimlere neden olarak mutant bilirubin izomerleri oluşumunu sağlamaktadır. Bu farklılaşmış izomerler daha polar yapıya sahiptirler ve safra ve idrar ile vücuttan uzaklaştırılmaya uygundur (Demirsoy, 2008). Mevcut fototerapi cihazları genellikle Şekil 1-a'da görüldüğü gibi kuvöz tipi ve Şekil 1-b'de görüldüğü gibi tünel tipi olarak ikiye ayrılmaktadır. Kuvöz tipi fototerapi cihazı adından da anlaşıldığı üzere kuvözde yatan bebek hastaların kullanımı için özelleştirilmiştir. Kuvözün üst kısmına konumlandırılan cihaz tek yönlü ışık sağlamaktadır. Kuvözde olmayan bebekler mümkün merteye tünel tip fototerapi cihazında tedavi görmektedir. Bu cihazda ise yeni doğan vücudu birden fazla yönden ışık almaktadır.

Bebegi tünel benzeri kısma yatırarak bebeğin vücudunun alt ve üst kısımlardan ışık görmesi sağlanmaktadır.



Şekil 1. a) Kuvöz Tipi Fototerapi [8] b) Tünel Tipi Fototerapi [9]

3. MATERYAL ve METOT

Uygun malzemeler ve bilgisayar programları kullanılarak bir prototip oluşturulmuştur. Dikdörtgen şeklindeki bir kutu, gövde kabul edilerek içerisine şeffaf bir bidonun yerleştirilmesi ve çeşitli özelliklerin ve malzemelerin sisteme eklenmesi ile prototip genel görüntüsüne kavuşmuştur.

Orta dairesel kısım hastanın içeriye saydam bir yatak ile gireceği kısımdır. İçeride ise heliks şeklinde dizilen şerit LED'ler aynı bir bilgisayarlı tomografi ya da manyetik rezonans görüntüleme cihazı gibi hastayı taramakta ve fazla bilirubinin parçalanmasını sağlamaktadır.

Dairesel kısmın sol tarafında koruyucu gözlük için USB yuvası bulunmaktadır. Dairesel kısmın solunda ise OLED ekran ve potansiyometre yer almaktadır. Sistemin havalandırılması için kullanılan fan ise kutunun sağ yanında bulunmaktadır. Sistemin kontrol ünitesi ise arka kısımda bir arada bulunmaktadır. Gerekli bağlantılar kutu içerisinden klemenslere oradan da kontrol ünitesine aktarılmaktadır. Sistemin kontrolünü sağlayan motor sürücüler, Arduino kartı, Bluetooth modülü vb. elemanlar ve kablo bağlantıları prototipin arkasında bulunan kontrol ünitesinde yer almaktadır.

4. TASARLANAN FOTOTERAPİ CİHAZI

Bu çalışmada, Şekil 2'de görüldüğü gibi mevcut fototerapi cihazlarına bazı yenilikler eklenerek daha etkili ve kullanışlı bir cihaz tasarımı yapılmıştır. Bu yenilikler de baz alınarak yeni tip fototerapi cihazının özelliklerinden bazıları şunlardır:

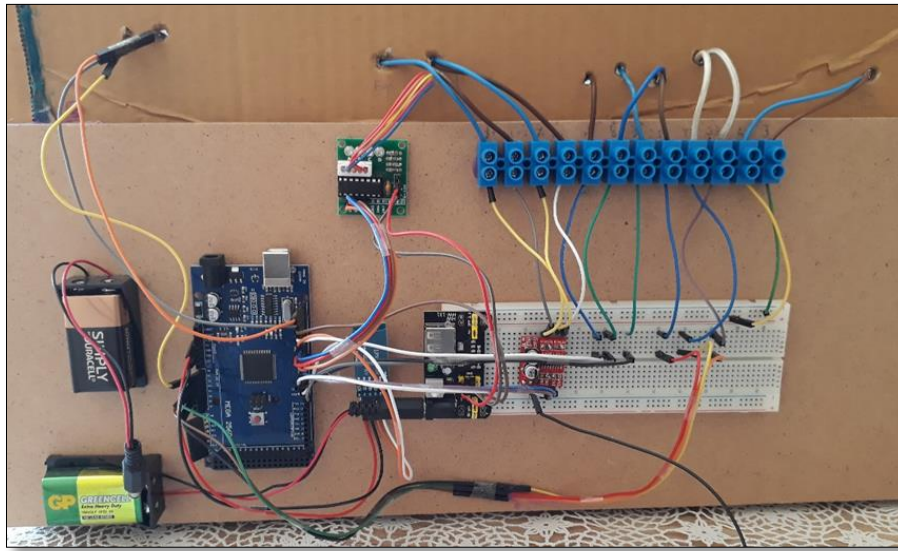
- Heliks dizilmiş dönen ışık tüpü
- Mobil kontrol ve izleme
- Havalandırma sistemi
- Parlaklık kontrolü
- Motor hız ve yön kontrolü
- Sensör destekli koruyucu gözlük
- OLED gösterge ekranı
- Ortam sıcaklık ve nem ölçümü
- Sesli uyarı sistemi.

Aktarılan yenilikler mevcut fototerapi cihazlarına eklenerek daha etkili bir kullanım sağlanabilmektedir. Ayrıca yeni tip dönen heliks dizilmiş ışık tüpü özelliğiyle de mevcut tiplere bir yenisi daha eklenmiş olmaktadır.



Şekil 2. Fototerapi Prototipi

Fiziksel olarak tanımlamak gerekirse iç kısımda heliks şeklinde dizilen şerit LED'ler aynı bir bilgisayarlı tomografi ya da manyetik rezonans görüntüleme gibi hastayı taramakta ve fazla bilirubinin parçalanmasını sağlamaktadır. Dairesel kısmın sol tarafında koruyucu gözlük için USB yuvası bulunmaktadır. Dairesel kısmın solunda ise OLED ekran ve potansiyometre yer almaktadır. Sistemin havalandırılması için kullanılan fan ise kutunun sağ yanında bulunmaktadır. Sistemin kontrol ünitesi ise Şekil 3'te görüldüğü gibi arka kısımda bir arada bulunmaktadır. Gerekli bağlantılar kutu içerisinden klemenslere oradan da kontrol ünitesine aktarılmaktadır.



Şekil 3. Kontrol Ünitesi

Ayrıca geliştirilmiş mobil uygulama ile cihazın kontrol ve takibini yapabilmek mümkün olmaktadır. RemoteXY ortamı kullanılarak tasarlanmış olan uygulama mobil cihazlara ek program yüklemeye gerek duymadan uygun bluetooth bağlantısı sağlanarak kullanıma imkan tanımaktadır (Çakır, 2018). Şekil 4-a'da koruyucu gözlüğün içerisindeki elektronik aksamı ve USB kablosu görülmektedir. Şekil 4-b'de ise USB kablosunun cihaza takılacağı yuva görülmektedir. Bu yuvanın üst kısmında bulunan mikro switch ise koruyucu gözlüğün USB kablosunun takılı olup olmadığı bilgisini sisteme aktarmakla görevlidir.



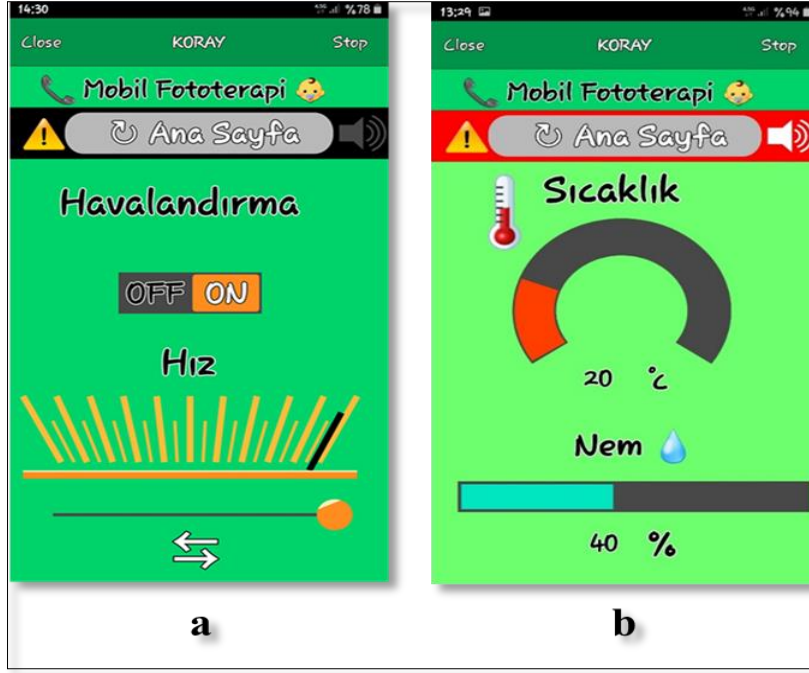
Şekil 4. a) Koruyucu Gözlük İç Yapısı b) USB Yuvası

Şekil 5-a'da mobil uygulamaya ait ana sayfa görülmektedir. Işık ve motor kısa yol anahtarları bulunan bu sayfada ayrıntılı ayar yapabilmeyi sağlayan çeşitli menüler ve mesaj kutusu da mevcuttur. Şekil 5-b'de görülen sayfada ışık ayarı sayfası Şekil 5-c'de görülen sayfada ise motor ayarı yapılan sayfa mevcuttur. Ayarlanan ışık değeri ayrıca bir ışık sensöründen gelen verilerle karşılaştırılarak maksimum doğrulukta ayar yapılması sağlanmıştır. Motor ayarlarında ise yön ve hız ayarı yapmak mümkündür.



Şekil 5. a) Mobil Uygulama Ana Sayfası b) Işık Ayarları Sayfası c) Motor Ayarları Sayfası

Şekil 6-a'da görülen sayfada havalandırma ayarı yapılmaktadır. Şekil 6-b'de görülen sayfada ise DHT11 sensöründen gelen sıcaklık ve nem değerleri gösterilmektedir. Kısmen kapalı bir ortam olması ve aydınlatma sonucu ortamın ısınması gibi nedenlerden dolayı havalandırma ve sıcaklık takibi bu çalışmada oldukça önemli yer tutmaktadır.



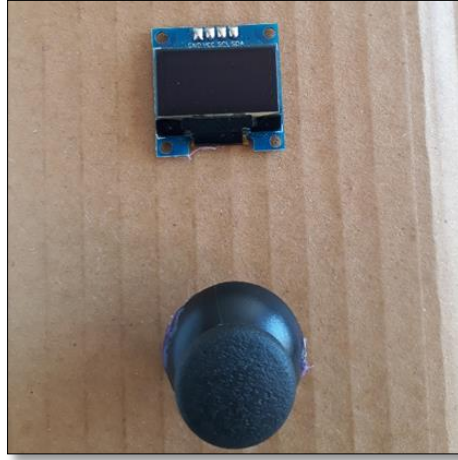
Şekil 6. a) Havalandırma Sayfası b) Sıcaklık Sayfası

Koruyucu gözlüğün durumuyla ilgili bilgiler de mobil uygulama üzerinden izlenmektedir. Şekil 7-a'da koruyucu gözlük sayfası görülmektedir. Burada koruyucu gözlük kablosunun takılı olduğu ve her iki göze gelen ışık seviyelerini gösteren göstergeler bulunmaktadır. Bu göstergeler olabildiğince sıfıra yakın konumda bulunmalıdır. Göze gelen ışık için sınır değer yazılımsal olarak ayarlanmaktadır. Ayrıca görüldüğü üzere sınır değeri aşıldığı için sesli ve ışıklı uyarı verilmektedir. Ana sayfa kısayol tuşunun arkası kırmızı olması sınır değeri aşıldığı ve koruyucu gözlüğün kontrol edilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Şekil 7-b'de ise koruyucu gözlük kablosunun takılı olmadığı görülmektedir.



Şekil 7. a) Koruyucu Gözlük Takılı b) Koruyucu Gözlük Takılı Değil

OLED ekran sayfa geçişleri ise Şekil 8’de görüldüğü gibi potansiyometre ile sağlanmıştır. Bu sayfalar Şekil 9’da görüldüğü gibi proje giriş sayfası, ışık ayar sayfası, motor ayar sayfası, havalandırma sayfası, sıcaklık sayfası ve gözlük kontrol sayfasıdır. Eğer gözlük takılı değilse öncelikli sayfa gözlük kontrol sayfası olmakta ve başka sayfaların gösterilmesine izin vermemektedir.



Şekil 8. OLED Ekran ve Potansiyometre



Şekil 9. OLED Ekran Sayfaları

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Yapılan prototip sonucunda mavi şerit LED’ler heliks şeklinde dizilerek bir ışık tüpü oluşturulmuş ve bu tüpün dönmesi sağlanmıştır. Bu mantıkla oluşturulan ışık tüpü yeni nesil bir fototerapi cihazının temelini oluşturmuştur. Mobil cihazlar üzerinden kontrol edilmesi ve izlenebilir olması da kullanım kolaylığı açısından önemli avantajlara sahiptir. Sensör destekli koruyucu gözlük tasarımı ise olası yan etkileri önlemede önemli bir yer tutmaktadır. Sonuç olarak mevcut özellikler ve bazı yeni özelliklerle donatılan mobil kontrollü heliks dizilime sahip dönel tip bir fototerapi cihazı tasarlanarak üretilecek olan yeni nesil cihazlara örnek teşkil etmesi yönüyle öncü olabilecek bir tasarım önerilmiştir.

Yapılan prototip gerçek kullanıcıların rahatlıkla kullanabileceği ölçülerde tasarlanarak yeni doğan servislerinde kullanıma sunulabilecektir. Bu tasarımın bir prototip olduğu göz önüne alındığında gerçek

hastaların kullanacağı şekle gelmesi oldukça önemli bir süreçtir. Özellikle insan unsurunun ön planda olduğu bu gibi çalışmalarda oluşabilecek bir olumsuzluk telafisi zor durumlara sebep olabilmektedir. Bundan dolayı sistemin her bir adımı en ince detaylarıyla analiz edilmeli ve gerekli standartlar sağlanarak son kullanıcıya güvenle ulaşması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Açık, Y., Deveci, S.E., Ulutaşdemir, N., İpekçi, N. (2010), Yenidoğan Sarılığ ve Aile Eğitimi, *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 5(13), 61-77.
- Aslan, N. (2015), Darbeli Mod Fototerapi ile Bilirubin Konsantrasyonunun Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Bülbül, A., Okan, F., Uslu, S., İşçi, E., Nuhoglu, A. (2005), Term Bebeklerde Hiperbilirubineminin Klinik Özellikleri ve Risk Etmenlerinin Araştırılması, *Türk Pediatri Arşivi*, 40, 204-210.
- Canbulat, N., Demirgöz, M. (2009), Yenidoğanın Işık Tedavisi: Fototerapi, *Zeynep Kamil Bülteni*, 40, 37-41.
- Cremer, R.J., Perryman, P.W., Richards, D.H. (1958), Işığın Bebeklerin Hiperbilirubinemisine Etkisi, *Lancet*, 1, 1094.
- Çakır, M. (1970), *RemoteXY ile Mobil Programlama*, İstanbul: Kodlab.
- Çayönü, N., Bülbül, A., Uslu, S., Bolat, F., Güran, Ö., Nuhoglu, A. (2011), Yenidoğan Bebeklerde Son On Yılda İndirekt Hiperbilirubinemi Değişimi, *Şişli Etfal Hastanesi Tıp Bülteni*, 45(3), 85-93.
- Dağoğlu, T., Ovalı, F. (2000), *İndirekt Hiperbilirubinemi*, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Demirsoy, U. (2008), İndirekt Hiperbilirubinemi Nedeniyle Fototerapi Alan Term Yenidoğanlarda İntravenöz Sıvı Desteğinin Bilirubin Seviyesi Üzerine Etkisi, Uzmanlık Tezi, *T.C. Sağlık Bakanlığı Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi*, İstanbul.
- Djokomuljanto, S., Quah, B.S., Surini, Y., Noraida, R., Ismail, N.Z.N., Hansen, T.W.R., Van Rostenberghe, H. (2006), Efficacy of Phototherapy for Neonatal Jaundice is Increased by the Use of Lowcost White Reflecting Curtains, *Arch Dis Child Fetal Neonatal*, 91, 439-442.
- Halomek, L.P., Stevenson, D.K. (1997), *Neonatal Jaundice and Liver Disease*, USA: Mosby.
- Ip, S., Chung, M., Kulig, J. (2004), Subcommittee on Hyperbilirubinemia An Evidence -Based Review of Important Issues Concerning Neonatal Hyperbilirubinemia, *Pediatrics*, 168-169.
- Kuvöz Tipi Fototerapi Cihazı Fotoğrafi*, 04.05.2021 tarihinde medikalblog: https://www.medikalblog.net/wp-content/uploads/2013/04/bebek_kuvezi.jpg adresinden alındı.
- Lucey, J., Feridir, M., Hit, J. (1968), Prematüre Hiperbilirubinemisinin Fototerapi ile Önlenmesi, *Pediatrics*, 41, 1047.
- Madam, A., MacMahon, J.R., Stevenson, D.K. (2005), *Avery's Diseases of Newborn*, Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Maisels, M.J., Kring, E.A. (1998), Length of Stay Jaundice and Hospital Readmission, *Pediatrics*, 101, 995-999.
- Slusher, T.M., Vreman, H.J., Melaren, D.W., Lewison, L.J., Brown, A.K., Stevenson, D.K. (1995), Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Deficiency and Carboxyhemoglobin Concentrations Associated with Bilirubin-Related Morbidity and Death in Nigerian Infants, *J Pediatr*, 126, 102-108.
- Tan, K. (1982), The Pattern of Bilirubin Response to Phototherapy for Neonatal Hyperbilirubinaemia, *Pediatr*, 16, 670-674.
- Tünel Tipi Fototerapi Cihazı Fotoğrafi*, 04.05.2021 tarihinde diyalogo: http://www.diyalogo.com/uploads/gallery/1000000000/7/2/100000000072547_1.png adresinden alındı.
- Üstün, N. (2019), Yenidoğan Sarılığ Neonatal Jaundice, *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 11(4), 213-218.

İZNİK GÖLÜ (BURSA)'NÜN DÜNÜ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ İLE İLGİLİ BAZI ÖNGÖRÜLER

İshak TUNG

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı
ishaktung@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7708-604X

Hamdi AYDIN

Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü
aydin@kocaeli.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3854-6047

Özet

Bu çalışmada Marmara Bölgesi'nde yer alan İznik Gölü'nün su özellikleri, kirlilik kaynakları ve balıkçılık durumu yıllara bağlı olarak incelenmiş, tespit edilen olumsuzluklara karşı alınması gereken önlemler ortaya konulmaya çalışılmıştır. İznik Gölünde yapılan bilimsel çalışmalar ve hazırlanan raporlar incelendiğinde göl suyunun kirlenmekte, iklim ve beşeri faktörlerden kaynaklı su bütçesinin azalmakta olduğu görülmüştür. Özellikle eski yıllarda balıkçıların en önemli gelir kaynağı olan kerevit (*Astacus leptodactylus*) avcılığının son yıllarda ticari olarak yapılmadığı ve yerini gümüş balığı (*Atherina boyeri*)'na bırakmıştır. İstilacı bir tür olan gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*)'nun gölde aşırı bir şekilde çoğalarak göldeki diğer balık türleri üzerinde olumsuz etkiye neden olduğu tespit edilmiştir. İstilacı balık türlerinin sayısının azaltılması ve kirliliğe sebep olan kaynakların önlenmesi İznik Gölü'nün geleceği açısından önemli faktörler olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İznik Gölü, gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*), gümüş balığı (*Atherina boyeri*), kirlilik.

SOME PREDICTIONS ABOUT THE YESTERDAY, TODAY AND FUTURE OF LAKE İZNIK (BURSA)

Abstract

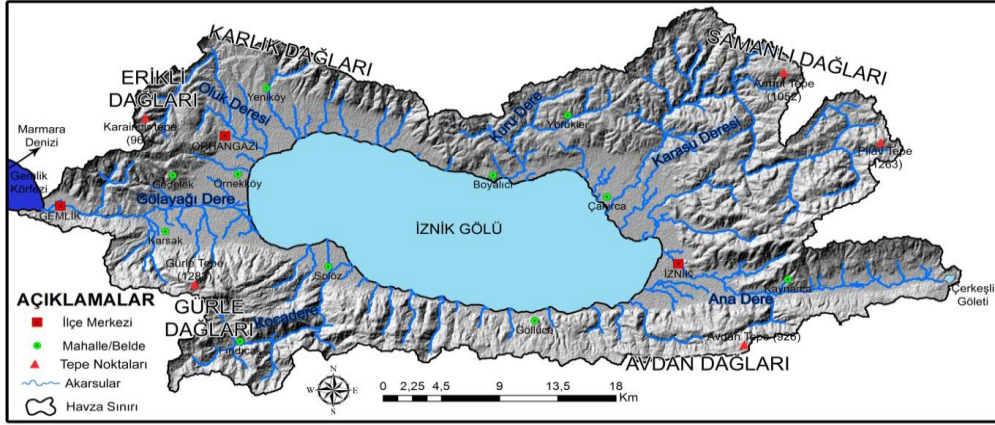
In this study, have been examined the water features, pollution sources and fisheries status of Lake Iznik over the years, and the measures to be taken against the detected negativities have been tried to be put forward. When the scientific studies and reports prepared in Iznik Lake are examined, it is seen that the lake water gets polluted every year and the water budget is decreasing due to climate and human factors. Especially crayfish (*Astacus leptodactylus*) fishing, which was the most important source of income for fishermen in the past, has not been commercially carried out in recent years and it was replaced by silverfish (*Atherina boyeri*). It has been determined that silvery crucian fish (*Carassius gibelio*), which is an invasive species, multiplies excessively in the lake and causes a negative effect on other fish species in the lake. It has been observed that reducing the number of invasive fish species and preventing sources that cause pollution are the most important factors for the future of Lake Iznik.

Keywords: Iznik Lake, silvery crucian fish (*Carassius gibelio*), silverfish (*Atherina boyeri*), pollution.

1. GİRİŞ

İznik Gölü, Marmara Deniz'inin güneydoğu bölgesinde ve Bursa İli sınırları içerisinde yer almaktadır. Türkiye'nin en büyük 5. ve Marmara bölgesinin ise en büyük tatlı su gölü özelliğın taşımaktadır. İznik Gölü Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) orta kolu üzerinde doğu batı doğrultusunda oluşan bu tektonik gölün derinliğı kuzeyden güneye doğru artmaktadır (Meriç ve ark., 2009). 304,18 km²'lik yüzölçümüne sahip olan gölün çevresi 92 km uzunluğundadır. Gölün Kuzey-Güney yönünde en geniş yeri 11,8 km iken, Batı-Doğu yönünde en geniş yeri 32,35 km'dir. Gölün yüzeyi deniz seviyesinden 80 m daha yüksekte olup gölün derinliğı -70 m. seviyesine kadar inmektedir. Tektonik oluşumlu olan gölün güney bölümü fay hattına tekabül ettiğı için en derin alanı gölün güney kesiminde yer almaktadır (Garipoğlu ve Uzun, 2019). 1963 yılında göl sularını ve taşkınları kontrol edebilmek için gölün batısına set inşa edilmiştir. İnşa edilen seddin gerisindeki 416 hektarlık sulak alan kurutulmuş ve bu bölgede kavaklıklar oluşturulmuştur (Meşeli, 2010).

İznik Gölünün içinde bulunduğu havzada Şekil 1’de görüldüğü gibi birçok irili ufaklı akarsu yer almakta olup akarsuların çoğunun boyları oldukça kısa ve mevsimlik akarsu özelliğini taşımaktadır. Havzanın jeomorfolojik yapısından kaynaklı gölün kuzey ve güney kısımlardaki akarsuların boyları çoğunlukla kısa olup K-G doğrultusunda akmakta iken gölün doğu ve batısındaki akarsular ise daha uzun boylu olup D-B doğrultusunda akmaktadırlar. Sölöz (Kocadere), Karasu (Karadere yada Çakırca Dere), Kuru, Göldere (Gölayağı yada Karsak suyu), Ana ve Oluk Dereleri (Kavaklıdere) havzanın başlıca önemli akarsularındandır (Garipoğlu ve Uzun, 2019).



Şekil 1. İznik Gölü Havzası Hidrografi Haritası (Garipoğlu ve Uzun 2019).

Karasu, Göldere ve Sölöz Dere diğer dereler göre daha uzun ve yüksek debiye sahiptirler ve göle girdiği noktalarda küçük deltalar ve geniş sazlıklar oluşmuştur. Gölderesi, gölün batı kısmından D-B yönünde bir akış göstererek gölün fazla olan suyunu bir regülatör aracılığı ile Gemlik Körfezi aracılığı ile Marmara Denizi'ne boşaltmaktadır. Karasu deresi, 38,5 km uzunluğu ile İznik Gölü çevresindeki en uzun akarsu özelliğine sahip olmakla beraber Mart ayında ($4.88 \text{ m}^3/\text{sn}$) en yüksek ve Ağustos ayında ($0.150 \text{ m}^3/\text{sn}$) en düşük aylık ortalama akım debisine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sölöz deresi, 17,3 km uzunluğa sahipken Mart ayında ($2.344 \text{ m}^3/\text{sn}$) en yüksek ve Ağustos ayında ($0.018 \text{ m}^3/\text{sn}$) en düşük aylık ortalama akım debisine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Gölderesi, 5 km uzunluğa sahipken Ocak ayında ($1.673 \text{ m}^3/\text{sn}$) en yüksek ve Eylül ayında ($0.105 \text{ m}^3/\text{sn}$) en düşük aylık ortalama akım debisine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Meşeli, 2010, Anonim, 2021, Anonim, 2019a).

2.1. İznik Gölü Suyunun Özellikleri ve Kirlilik

Gölün bulunduğu havzanın yıllık ortalama sıcaklığı 14°C – 16°C arasında yer almakta ve kışları ılık yazları ise fazla sıcak olmayan bir geçiş iklimine sahiptir. Göl çevresinden dağlık bölgelere doğru çıkıldığında sıcaklık değeri azalmaktadır. En yüksek sıcaklık Temmuz ve Ağustos aylarında (ortalama sıcaklık 25°C) görülmekte iken, en düşük sıcaklık Ocak ayında (ortalama sıcaklık 5°C) görülmektedir. Gölü besleyen önemli kaynaklardan biri olan yağışlar, havzaya en fazla ilkbahar ve kış aylarında çoğunlukla yağmur şeklinde düşerken, dağlık bölgelere çıkıldıkça yağış miktarı artmakta ve kar şeklinde düşmektedir. Göl çevresine yıllık ortalama 500 mm–800 mm arasında yağış düşerken gölün doğusunda yer alan İznik bölgesinde bu miktar 528 mm civarındayken, gölün batısına doğru giderek artmakta ve gölün batısında yer alan Orhangazi bölgesinde 775 mm'ye ulaşmaktadır. Devlet Su İşleri tarafından yaptırılan analizlere göre; İznik Gölü suyunun ortalama 8.5 pH değerine sahip olduğu, Fosfat ve Azot bakımından zengin ve Kalsiyum Karbonat değeri ise oldukça yüksektir (Meşeli, 2010).

İznik Gölünün 1969-2015 yıllarında DSİ'ye ait AGİ/Rasat veri istasyonlarının aracılığı ile ölçülen göl kotuna bakıldığında en düşük su seviyesi 84 m ile 1996 yılında, en yüksek su seviyesi 85 m ile 2015 yılında ölçülmüştür (Anonim, 2021). Demir ve ark. 2017, tarafından gölün su bütçesini oluşturan bileşenler üzerinde yapılan çalışma sonucunda göldeki su kaybının temel nedenlerinin, gölü besleyen derelerin debilerdeki düzensizlikler, sızmalar, iklim ve coğrafi özelliklerden kaynaklanan aşırı buharlaşmalar, düzensiz yağışlar ve yanlış sulama politikaları olduğu belirlenerek göl kotu seviyesinin azalan bir eğilime sahip olduğu bildirilmiştir.

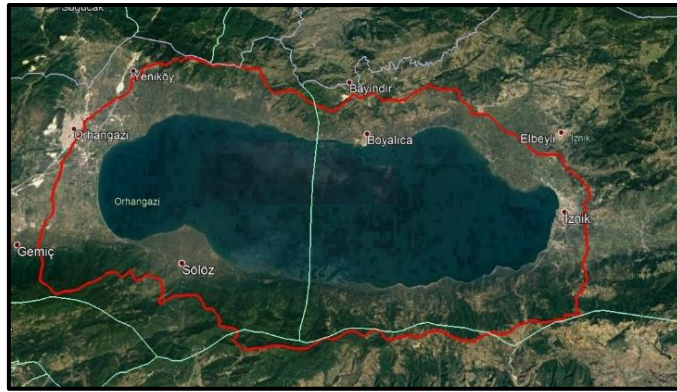
Su, canlılar için en gerekli temel unsurlar kapsamındadır. İznik Gölünün çevresinde yer alan yerleşim bölgelerindeki insanlar için suyun önemi tarım, balıkçılık ve sanayi faaliyetleri kapsamında daha fazla bir öneme sahiptir. 2020 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine (ADNKS) göre İznik'in nüfusu 44.102, Orhangazi'nin nüfusu 80.118 kişidir (ADNKS, 2020).

Gölün doğusunda yer alan İznik ilçesinin büyük bir alanının sit alanı kapsamında yer aldığından inşaata açık olmaması ve sit alanı dışında kalan alanlarında tarım arazisi olması nedeniyle sanayi alanı mevcut değildir. Gölün batısında yer alan Orhangazi yerleşim alanındaki insanların geçimlerini sağladığı temel ekonomik faaliyetler sanayi, hayvancılık, balıkçılık, tekstil, iplik sanayisi, depolama hizmetleri, madencilik (taş ocakları) ve tarım oluştururken İznik'te genel olarak sebze-meyva üretimi, zeytincilik ve diğer sulu tarım ürünleri üretilmektedir (Garipoğlu ve Uzun 2019). İznik ilçesinde tarımda kullanılmaya uygun 13.100 hektar ve Orhangazi ilçesinde 6.454 hektar olmak üzere toplamda 19.554 hektar sulanabilir tarım arazisi mevcuttur (Anonim, 2021). Göl kıyısındaki ve gölü besleyen derelerin çevresindeki tarım alanlarının sulanması için çiftçilerin neredeyse tamamı tarafından pompalar aracılığı ile su çekilmektedir.

Gölün çevresinde yaşayan insanlar sebze, meyva, zeytincilik ve sulu tarım üretimi yapabilmek için gölden ve gölü besleyen akarsulardan su çekmektedirler. Tarımda kullanılan zirai ilaç ve gübre kullanımı ise oldukça yaygındır. Yaygın olarak kullanılan zirai ilaç ve gübreler, yağışlardan kaynaklanan yüzeysel yıkanmalarla havzanın tabanını oluşturan İznik Gölüne sürekli dökülerek kirlilik yaratmaktadır. Yüzeysel yıkanmaya ek olarak tarımda kullanılan alet ve ekipmanlar üreticiler tarafından göl ve gölü besleyen akarsular ile yıkanıp tekrar kaynağına akıtılması ve gölün batısında yer alan Orhangazi bölgesindeki sanayi tesislerinin katı atıkları da göle deşarj edildiğinden kirliliğin diğer bir nedeni olmaktadır. Göl ve gölü besleyen derelerdeki bir başka kirlilik kaynağı ise ambalaj atıkları oluşturmaktadır. Gölün çevresinde zaman geçiren ziyaretçilerden sonra kıyı çizgisinde ciddi bir ambalaj atığı yığını kalmakta ve çiftçiler tarafından tarımda kullanılan zirai ilaç ve gübre ambalajları ise herhangi bir özen gösterilmeden geliş güzel çevreye veya su kaynaklarına atılmaktadır (Garipoğlu ve Uzun, 2019, Meşeli, 2010, Anonim, 2021).

2.2. İznik Gölünde Canlı Yaşam

1990 yılında sit alanı ilan edilen İznik Gölü 04.04.2014 tarih ve 28962 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği kapsamında 13.08.2018 tarihinde "Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan" olarak tescil ve ilan edilmiştir (Anonim, 2021). İznik Gölü Sulak Alanı, çok sayıda habitat tiplerine ev sahipliği yaparak flora ve fauna bakımından zengin bir bölge özelliğini taşımaktadır (Anonim, 2019a). Şekil 3'te kırmızı çizgi ile çevrili alan İznik Gölü Sulak Alanının tescil sınırını oluşturmaktadır ve 61.606 hektarlık alana tekabül etmektedir. Tescil sınırları içerisinde yer alan alanlardan 35.417 hektarı (%57,48) şahıs arazisi, 24.245 hektarı (%39,35) orman arazisi, 1.846 hektarı (%2,99) hazine arazisi ve 96 hektarı (%0,18) mera alanından oluşmaktadır (Anonim, 2021).



Şekil 2. İznik Gölü Sulak Alan Tescil Sınırı Uydu Görüntüsü (Anonim, 2019a).

Orman ve Su İşleri Bakanlığı II. Bölge Müdürlüğüne 2012-2013 yıllarında gerçekleştirilen "İznik Gölü Sulak Alan Yönetim Planı Projesi İznik Gölü Sulak Alan Alt Havzası Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Alt

Projesi” kapsamında, İznik Gölü Sulak Alanı ve çevresinde toplam (balıklar hariç) 76 familyaya ait 241 omurgalı tür belirlenmiştir. Arazi çalışmalarından elde edilen bulgular sonucunda 50 tanesi su kuşu ve 122 tanesi de karasal kuşlar kategorisinde olmak üzere 44 familyaya ait toplam 172 kuş türünün olduğu belirlenmiştir. İznik Gölü Sulak Alanında bulunan 241 Omurgalı ve 172 kuş türü ile tüm Türkiye’deki omurgalı ve kuş türlerinin yaklaşık 1/3’üne rastlanmaktadır (Anonim, 2019a). İznik Gölünde kerevit (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) dışında, Tablo 1’de yer alan toplam 19 balık türünün bulunduğu bildirilmektedir.

Tablo 1. İznik Gölündeki Balık Türleri (Özuluğ ve ark., 2005).

Balık İsimleri	Türler (Species)	Balık İsimleri	Türler (Species)	Balık İsimleri	Türler (Species)
İnci balığı	<i>Alburnus alburnus</i>	Tatlısu Kefali	<i>Leuciscus cephalus</i>	Eğrez	<i>Vimba vimba</i>
Tatlısu kolyozu	<i>Alburnus chalcoides</i>	Levkit veya Ak Balık	<i>Rutilus frisii</i>	Kadife	<i>Tinca tinca</i>
Gümüş	<i>Atherina boyeri</i>	Kızılöz	<i>Rutilus rutilus</i>	Kum Yiyen	<i>Cobitis vardarensis</i>
Siraz	<i>Capoeta tinca</i>	Eğrez	<i>Vimba vimba</i>	Çöpçü Balığı	<i>Nemacheilus angorae</i>
Gümüşü havuz balığı	<i>Carassius gibelio</i>	Kadife	<i>Tinca tinca</i>	Yayın	<i>Silurus glanis</i>
Sazan	<i>Cyprinus carpio</i>	Dikence	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Sivrisinek balığı	<i>Gambusia holbrooki</i>
Tatlısu Kefali	<i>Leuciscus cephalus</i>	Horozbina	<i>Salarias fluviatilis</i>		
Bıyıklı balık	<i>Barbus tauricus escherichi</i>	Tatlısu kaya balığı	<i>Proterorhinus marmoratus</i>		

2.3. İznik Gölünde Balıkçılık

İznik Gölü ülkemizde bulunan birçok göle nazaran balık türü çeşidi bakımından oldukça zengin olmasına rağmen bu türlerin birçoğu popülasyon içinde daha az ekonomik değere sahiptir. 1984 yılında ülkemizde görülen kerevit vebasından (*Aphanomyces astaci*) önce yoğun bir şekilde gölde kerevit (*Astacus leptodactylus*.) avcılığı yapılmaktayken, hastalıktan sonra en önemli ekonomik değere sahip olan kerevit avcılığı yerini sazan (*Cyprinus carpio*) ve yayın (*Silurus glanis*) avcılığına bırakmıştır. Sazan ve yayın üzerinde artan avcılık baskısı ile göldeki bu balıkların stoklarında azalmalar başlamış, azalan popülasyonların doğal yapıları değişmiş, yaş ve boy olarak daha küçük bireylerin sayısının popülasyon içinde oranı artmıştır (Doğan, 2009).

Kerevit vebasından kaynaklanan hastalığı izleyen ve daha sonra yayın ve sazan üzerinde artan av baskısı ve popülasyondaki bozulmalardan sonra İznik Gölünde ticari avcılık yapan balıkçılar son yıllarda popülaritesi artan gümüş balığı (*Atherina boyeri*) avcılığına başlamışlardır. Göldeki gümüş balıklarının üreme periyodu Nisan ayında başlayarak Ağustos ayında bitmektedir (Gaygusuz ve ark., 2006). Gümüş balığının göldeki avcılığı ise Nisan ayında başlayıp Kasım ayına kadar devam etmektedir. İç pazarda fazla tüketimi olmayan taze ve donmuş olarak yurt dışına ihraç edilmeye başlanan gümüş balığının 1989 yılında 60 ton ile başlayan avcılık üretimi artarak 2001’de 500 tona, 2006’da 1302 tona, 2007’de 1550 tona ulaşmıştır (Doğan, 2009).

Türkiye’deki varlığı ilk defa Trakya bölgesinde görülen istilacı gümüşü havuz balığının (*Carassius gibelio*) İznik gölüne ne zaman aşılandığı bilinmemekle beraber göldeki ilk varlığı 2003 yılında tespit edilmiştir. Türün yüksek üreme potansiyeli, bulunduğu ortama hızlı şekilde yayılım göstermesi, ekolojik toleransının geniş olması ve ginogenetik üreme kabiliyeti ile kısa zaman içinde baskın tür haline gelmesine neden olmaktadır (Uysal ve ark. 2015). Omnivor beslenme özelliğine sahip olan türün 40 cm

ulaşabilen bireylere rastlanılmasına karşın genellikle 15-20 cm boy uzunluğuna sahip olduğu, cinsel olgunluğa 2 ila 4 yaşında ulaşabildiği, bazı popülasyonlardaki dişi/erkek oranı eşit olmasına karşın genellikle popülasyonlarda dişinin baskın olduğu, ülkemizde ilkbahar ve yaz aylarında ürettiği, üreme döneminde bir dişininin 160.000 – 380.000 arasında yumurta verebildiği, yumurtadan çıkan yavruların cinsel olgunluğa ulaşana kadar hızlı büyüyüp ve hayatta kalma şanslarının çok yüksek olduğu bildirilmiştir (Ölçek, 2019). Gümüş balığının (*Atherina boyeri*) İznik Gölündeki ilk varlığı 1991 yılında belirtilmiştir (Sevinç, 2014). Akdeniz kökenli olan bu tür çözünmüş oksijen miktarındaki değişimlere ve tatlı sudan ‰ 110'a kadarki farklı tuzluluk derecelerine karşı oldukça dayanıklıdır. Dişi ve erkek bireylerinde ikincil eşeyssel karakterler (seksüel dimorfizm) görülmekte ve I. yaşında ilk üreme yaşına erişerek yumurtalarını partiler halinde bitkiler ve algler üzerine bırakmaktadırlar. Yumurtadan çıktıktan sonra hızlı bir büyüme özelliği gösterirken I. yaştan sonra oransal olarak büyümede bir yavaşlama olmaktadır. Karnivor özelliğe sahip olan türün ana besin kaynağının zooplanktonla olduğu bilinmekle beraber böcek, böcek larvaları, balık ve balık yumurtaları ile beslenebilmektedir (Çetinkaya ve ark., 2010). Zor şartlara uyum sağlayabilmesine rağmen ortam sıcaklığının 8°C'nin altına düşmesiyle beslenmeleri durma noktasına geldiği, 4°C'nin altına düştüğü zaman ise tür için hayati bir öneme sahip olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle kış aylarında gölün daha sıcak olan derin bölgelerinde toplanırlar (Işıklıkaya, 2017).

01.06.2011 tarihli Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yatırımlarında İhtiyaç Duyulan Su ve Su Alanları ile Deniz ve İç Sulardaki Su Ürünleri İstihsal Hakkının Kiraya Verilmesi Hakkında Yönetmelik kapsamında İznik Gölü Şekil 4' re görüldüğü gibi 4 avlak sahasına Tarım ve Orman Bakanlığı adına Bursa İl Tarım Orman Müdürlüğüne bölünmüş ve ticari olarak avlanma hakkı su ürünleri kooperatiflerine kiralanmıştır. 1 ve 2 nolu avlak sahaları İznik ilçesi sınırlarında 3 ve 4 nolu avlak sahaları Orhangazi ilçe sınırları arasında yer almaktadır (Şekil 3). 113,7 km² alan sahip 1. Nolu Avlak Sahasında 2010'da kurulan Göllüce ve 1997'de kurulan İznik Merkez Su Ürünleri Kooperatifleri müştereken ve müteselsilen sorumlu olarak, 47,4 km² alan sahip 2. Nolu Avlak Sahasında 1968'de kurulan Çakırca Su Ürünleri Kooperatifine, 88,5 km² alan sahip 3. Nolu Avlak Sahasında 1994'te kurulan Orhangazi Su Ürünleri Kooperatifine ve 48,2 km² alan sahip 4. Nolu Avlak Sahasında 2001'de kurulan Narlıca Su Ürünleri Kooperatifine ticari olarak avcılık yapılması için kiralanmıştır.



Şekil 3. İznik Gölü Avlak Sahaları (Doğan, 2009).

Avlak sahalarında faaliyette bulunan 5 kooperatifin toplam 192 üyesi bulunmakta ve ekonomik değere sahip olan **Sazan balığı** (*Cyprinus carpio*), **gümüşü havuz balığı** (*Carassius gibelio*), **tatlısu kefali** (*Leuciscus cephalus*), **gümüş** (*Atherina boyeri*), **yayın** (*Siluris glanis*) ve **kerevit** (*Astacus leptodactylus*) türlerini kiralama sözleşmelerinde yer alan miktarlar kadar yıl boyunca avlayabilmektedirler. Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Balıkçılık ve Su Ürünleri Şube Müdürlüğünden göle ait 4 avlak sahasının kiralanmasına ait bilgiler temin edilmiştir. Temin edilen bilgiler doğrultusunda gölün 4 avlak sahası Tablo 2'de yer alan tür ve miktarlar doğrultusunda ticari avcılık yapılması için 3'şer yıllığına (05.19.2018- 04.09.2021 tarihleri arasında) Çakırca, Orhangazi ve Narlıca kooperatiflerine ve 5 yıllığına (03.10.2020- 02.10.2025 tarihleri arasında) Göllüce ve İznik

Merkez kooperatiflerine kiralanmıştır. Kooperatiflerin her yıl avlanabilecekleri miktarlar kiralama sözleşmesi kapsamında sıfırlanarak yenilenmektedir (Anonim, 2019b).

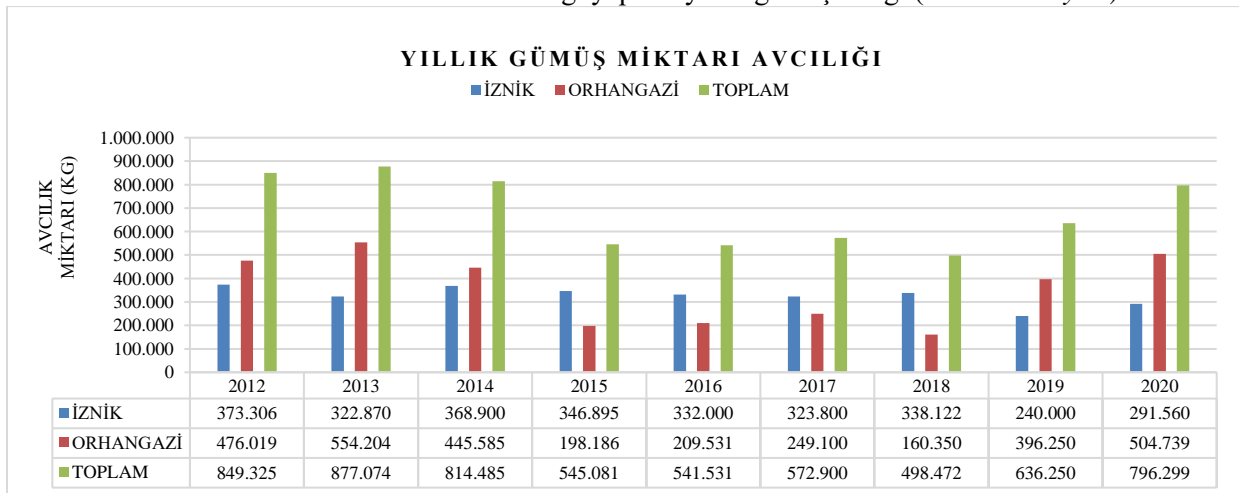
Tablo 2. İznik Gölündeki avlak sahalarından 1 yıl süresince avlanabilinecek tür miktarları

AVLAK SAHASI	YILLIK AVLANABİLİR TÜR VE MİKTARLAR (KG/YIL)						TOPLAM
	Gümüş Balığı	Gümüşü Havuz Balığı	Sazan	Tatlısu Kefali	Yayın	Kerevit	
1. Nolu	270.000	90.000	4.500	8.000	1.375	10000	374.875
2. Nolu	150.000	60.000	6.000	2.500	1.000	1.000	220.500
3. Nolu	150.000	60.000	5.000	2.500	1.000	1.000	219.500
4. Nolu	250.000	75.000	6.000	4.500	1.500	1.000	338.000

Gölde bulunan ve ekonomik olarak ticari avcılığı kooperatif üyelerince yapılan sazan, yayın, gümüşü havuz balığının ve tatlısu kefalinin avcılığı sade ve fanyalı uzatma misina ağlarıyla, kerevit avcılığı pinterler ve gümüş balığı ise sürtme (ıgırıp) ağları ile yapılmaktadır. Avcılık için kullanılan teknelerin büyük çoğunluğu fiberglastan yapıma, düşük beygir gücündeki motorlu veya motorsuz teknelerdir. Gölün güneyi, KAFZ'nun orta kolu üzerinde olduğundan derinlik gölün kuzeyine göre daha fazladır. Sığ ve sazlıkların daha fazla olduğu kuzey bölgelerde avcılık yapmak daha az meşakkatli ve avcılık verimi daha fazladır. Gölde balıkçılık faaliyetlerinin yürütülebilmesi için bir balıkçı barınağı mevcut olmadığından karaya sabit bir çıkış noktası bulunmamaktadır. Balıkçılar üyesi oldukları kooperatif avlak sahasının herhangi bir noktasından göle girerek av malzemeleri göle serip en kısa mesafeden tekrar karaya çıkmaktadırlar. Gümüş balığı hariç avlamış oldukları diğer su ürünlerinin büyük çoğunluğunu kooperatif aracılığı olmadan günlük olarak iç piyasadaki restoranlara veya yöre insanlarına satmaktadırlar. Gümüş balığı iç piyasada tüketiminin çok az olması ve avcılığı yapılan Gümüş balığı yurt dışına ihraç edildiğinden İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinden kooperatiflerin menşei belgeleri almaları gerekmektedir. Bu nedenle göldeki gümüş balığı avcılığı dışında avcılık miktarları hakkında kesin ve sağlıklı veriler alınmamaktadır.

İznik Gölü'nden 2012-2020 yılları arasında avlanan gümüş balığı (*Atherina boyeri*) ile ilgili veriler Orhangazi ve İznik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinden alınmıştır. İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinden alınan menşe belgelerine göre gümüş balığı avcılığının yıl içerisinde Nisan, Mayıs ve Ağustos aylarında en yüksek seviyelerde ve Kasım, Aralık ve Haziran aylarında ise en düşük seviyede olduğu görülmüştür. Tablo-3'te görüldüğü üzere 2012, 2013 ve 2014 yıllarında yıllık avlanan gümüş balığı miktarları 800 tonun üzerinde iken, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında 500 tonlar düzeyine inmiş ve 2019 yılında 636 tona ve 2020 yılında da 796 tona yükselmiştir. Doğan (2009) tarafından yapılan çalışmada İznik Gölünden avlanan gümüş balığı miktarlarını 2006'da 1.302 ton ve 2007'de 1.550 ton olarak bildirmiştir. Bu verilere göre gölden avlanan gümüş balığı miktarında önemli azalmalar görülmektedir.

Tablo 3. 2012-2020 arası İznik Gölünde avcılığı yapılan yıllık gümüş balığı (*Atherina boyeri*) miktarı



3. Tartışma ve Sonuç

Tüm dünyamızda hissedilip son yıllarda artan küresel ısınma ve iklim değişiklikleri ülkemizi de etkilemektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin yanı sıra gölün su bütçesi üzerinde yanlış sulama politikalarının etkisi de önemli bir paya sahiptir. Sulama politikalarında doğru yollar izlenerek (damlama sulama sisteminin yaygınlaştırılması, gereksiz ve bilinçsiz sulamaların önüne geçilmesi, sulamada tasarruf edilmesi gibi) ve üreticilerin daha fazla bilinçlendirilmesi ile gölün su bütçesi üzerindeki beşeri faktörleri en aza indirilmelidir. Böylece göl ve gölün kıyısındaki habitatlara daha uygun bir ortam sağlanmasına katkıda bulunabilir.

Gölün kirliliği ile ilgili kapsamlı ve detaylı bir çalışma yapılmadığı için kirliliğin hangi boyutlarda olduğu, flora ve faunalar üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemekle birlikte gölünün etrafında tarım, sanayi, günübirlik ziyaretçilerden kaynaklı bir kirlilik meydana gelmektedir. Oluşan kirliliği minimize edebilmek için öncelikle kamu ve sivil toplum kuruluşlarınca bir durum tespiti yapılarak günümüz ve gelecekte kirliliğin artmaması için plan ve programlar hazırlanmalıdır. Kirlenici kaynaklarının göle ulaşmaması için uygun ortam koşullarının sağlanması, gölün çevresindeki sazlıkların korunması, gerekli önlemlerin katı bir şekilde uygulanması ve kirlilik ile ilgili toplumsal bilincin artırılması gerekmektedir. Aksi takdirde çok sayıda habitat tiplerine ev sahipliği yaparak flora ve fauna bakımından zengin olan İznik Gölü bu özelliği azalmaya başlayabilir.

İznik Gölündeki ticari su ürünleri avcılığında 1984 yılına kadar kerevit (*Astacus leptodactylus*) ön planda iken, yaşanan kerevit vebası hastalığı ile yerini 2000'li yılların başına kadar yayın (*Silurus glanis*) ve sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarına bırakmıştır. Yayın ve sazan balıkları üzerinde artan av baskısı ile popülasyonlarda azalmalar meydana gelmiş ve avcılıkta ön plana gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*) ve gümüş balığı (*Atherina boyeri*) çıkmıştır. Gümüşü havuz balığının istilacı bir tür olması nedeniyle sazan balığı popülasyonuna olumsuz tesir ederek baskın tür olma yolunda ilerlemekte ve gelecekte sazan popülasyonlarının iyice azalmasına ve hatta yok olmasına neden olabilir. Her ne kadar günümüze doğru avcılık miktarlarında azalış eğilimi gösterse de, günümüzde ticari avcılık gümüş balığı üzerine yoğunlaşmış ve ekonomik değeri yüksek diğer türlerinde avcılığı yapılmaktadır. Kooperatif yönetimlerinin üyeleri üzerindeki tesir edebilme etkisinin az olması, göle ait bir balıkçı barınağının veya sabit karaya çıkış noktasının olmamasından kaynaklı gölde ticari avcılık yapan balıkçıların gümüş balığı dışındaki türleri ne kadar avladıkları tam olarak bilinmemektedir. Gümüş balığındaki gibi sağlıklı avcılık verilerinin toplanamaması, diğer türlerin stok tespitlerinin yapılmamasından dolayı göldeki yoğunluğunun tam olarak bilinmemesi gelecek yıllardaki avcılık faaliyetleri konusunda nasıl hareket edilebileceğini belirsiz kılmaktadır. Bugüne kadar 19 balık türünün varlığı tespit edilen İznik Gölünde son 40 yıllık zaman dilimine bir bütün olarak bakıldığı zaman, önceleri ağırlıklı olarak kerevit avcılığının yapıldığı, kerevit hastalığından sonra ise yayın ve sazan avcılığının önem kazandığı, son yıllarda ise istilacı gümüşü havuz balığı ve gümüş balığına yöndeldiği görülmektedir. Göldeki ticari avcılığın gelecekte kontrol altına tutulabilmesi ve sadece istilacı türlerin gölde hakimiyet göstermemesi için istilacı türlerin avcılığının artırılarak diğer türlerin üzerindeki baskının azaltılması ve avcılık ile ilgili verilerin tam olarak toplanabilmesi için kooperatiflerin yapısı güçlendirilip balıkçı barınağı veya karaya sabit çıkış noktalarının belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ADNKS, 2020, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, Erişim tarihi:05.05.2021).
- Anonim (2019a), Bursa İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. Türkiye Cumhuriyeti Bursa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- Anonim. (2019b) Bursa İli 2019 Yılı Brifing Dosyası. Türkiye Cumhuriyeti Bursa Valiliği Tarım ve Orman İl Müdürlüğü.
- Anonim (2021), İznik Gölü Sulak Alan Yönetim Planı (2021-2025). Tarım ve Orman Bakanlığı 2. Bölge Müdürlüğü.
- ÇETINKAYA S., BOLAT Y., BILGIN Ş., 2010. Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'nın Biyolojisi. *e-Journal of New World Sciences Academy Ecological Life Sciences*, 5A0024, 5, (2), 50-61.
- DEMİR F., SÖNMEZ O., DOĞAN E., KÜÇÜK P., 2017. İznik Gölü Su Seviyesindeki Değişimin Meteorolojik Verilerle İncelenmesi. *Published in 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science*, 1091-1099.

- DOĞAN K., 2009. İznik Gölü (Bursa) Gümüş Balığı Avcılığı Yapan Tekne Sahibi Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Analizi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 58-67.
- GARİPOĞLU N., UZUN M., 2019. İznik Gölü Havzası'nda Doğal Ortam Koşulları, Değişimler ve Muhtemel Risklerin Havza Yönetimi ve Planlamasına Etkisi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 1-15.
- GAYGUSUZ Ö., TEMEL M., ÜNSAL N., 2006. İznik Gölünde Yaşayan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso)'nın Üreme ve Büyüme Biyolojisi. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul, Türkiye
- IŞIKLIKAYA H.E., 2017. İznik Gölünde Yaşayan *Atherina boyeri* (Gümüş Balığı) Popülasyonunun Genetik İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, Türkiye
- MERİÇ E., NAZIK A., AVŞAR N., ALPAR B., ÜNLÜ S., GÖKŞAN E., 2009. Kuvaterner'de olası Marmara Denizi İznik Gölü Başlantısının delilleri: İznik Gölü (Bursa-KB Türkiye) güncel sedimanlarındaki Ostrakod ve Foraminiferlerin değerlendirilmesi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 1-19.
- MEŞELİ A., 2010. İznik Gölü Havzasında Çevre Sorunları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi*, 14 (2010), 134-148
- ÖLÇEK Z.S., 2019. Demirköprü Baraj Gölü'ndeki Gümüşü Havuz Balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)'nin Biyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, Türkiye
- ÖZULUĞ M., ALTUN Ö., MERİÇ N., 2005. On the Fish Fauna of Lake İznik. *Turkish Journal of Zoology*, 371-375.
- SEVİNÇ N., 2014. İznik Gölü (Bursa-Türkiye) Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)'nın Bazı Biyolojik Özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, Türkiye
- UYSAL R., ALP A., YEĞEN V., APAYDIN YAĞCI M., ÇETINKAYA S., YAĞCI A., BOSTAN H., CESUR M., KÜÇÜKKARA R., 2015. İznik Gölü (Bursa/Türkiye)'ndeki Gümüşü Havuz Balığının (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Büyüme Özellikleri. *LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1(1): 19-27

ARAMA MOTORLARI İÇİN YENİ BİR WEB SAYFASI SIRALAMA ALGORİTMA YAKLAŞIMI

Emine Şeyma ALTINTAŞ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Kocaeli
emineseymakoc@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8451-5049

Halil YİĞİT

Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Kocaeli
halilyigit@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0932-6966

Abdurrahman ALTINTAŞ

Ankara Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Ankara
altintasmil@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4251-1637

Özet

Arama motorları bilgi bulmak ve bilgiye en hızlı ve en kolay şekilde ulaşmak için kullanılan en önemli internet hizmetlerinden biridir. Arama motorları tarama, indeksleme ve sıralama fonksiyonları üzerinde çalışır. Bilginin aranması sırasında sıralama önem kazanmaktadır. İnternet'te Web sayfalarını sıralamak için bağlantı temelli algoritmalar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, arama motorunun işleyişi ve sıralama teknikleri ele alınmıştır. Bu kapsamda, prototip bir arama motoru uygulaması hazırlanmıştır. Prototip uygulama ile yaklaşık dokuz yüz bin "edu.tr" alan adına sahip web sayfası indirilmiştir. İndirilen "edu.tr" web sayfalarında yaklaşık üç milyon benzersiz kelime tespit edilmiştir. Yapılan arama sonuçlarının sıralanması Google tarafından da kullanılan bağlantı temelli sıralama algoritmalarından Pagerank ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yeni bir sıralama algoritması önerilmiş olup, sonuçlar karşılaştırılmıştır. Önerilen yaklaşımın, Pagerank algoritmasına kıyasla sayfa önem derecesi birikmesi problemini önemli ölçüde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arama motoru; Web; Bilgi arama; Sıralama

A NEW WEB PAGE RANKING ALGORITHM APPROACH FOR SEARCH ENGINES

Abstract

Search engines are one of the most important internet services used to find information and to Access information in the fastest and easiest way. Search engines work on crawling, indexing and ranking functions. Ranking becomes important when searching for information. Link-based algorithms are used to rank web pages on the Internet. In this study, the functioning of the search engine and ranking techniques are discussed. A prototype search engine application has been created in this context. With the prototype application, approximately nine hundred thousand web pages with the "edu.tr" domain name were downloaded. Approximately three million unique words have been identified on the downloaded "edu.tr" web pages. The ranking of the search results was made with Pagerank, which is one of the link-based ranking algorithms also used by Google. A new ranking algorithm was proposed in the study and the results were compared. It is concluded that the proposed approach significantly reduces the page rank accumulation problem compared to the Pagerank algorithm.

Keywords: Search Engine; Web; Search for information; Ranking

1. GİRİŞ

Günümüzde internet kullanımının artması ile birlikte bilgiye ulaşma hızı da artmıştır. Bilgiye en hızlı ve kolay ulaşma yöntemi ise arama motorları olmaktadır (Yalçın ve Köse, 2010). Her internet kullanıcısının günde en az bir defa dahi olsa arama motorunu kullandığı göz önüne alınırsa bilgi kirliliğinin oldukça yüksek olduğu veri ortamında, aranan bilgiye doğru ve hızlı şekilde ulaşması önemli hale gelmiştir. Dünyada en yaygın kullanılan arama motoru olan Google, Web'i verimli bir şekilde taramak ve dizine eklemek ve mevcut sistemlerden çok daha tatmin edici arama sonuçları üretmek için tasarlanmıştır. Google, geniş veri yığınının depolanması ve işlenmesi için birbirine entegre bir yapı

üzerine oluşturulmuştur (Brin ve Page, 1998). Bu yapı birçok arama motoruna örnek teşkil etmiştir. 2020 yılında Google dünya arama motoru pazarının yaklaşık % 90'ına sahip olmuştur (Clement, 2020). Ülkemizde aktif hizmet veren yerli bir arama motorunun olmamasından dolayı bazı verilerin değerlendirilmesi noktasında dışa bağımlı hale gelinmiştir. Bu nedenden dolayı, yerel bir arama motoru geliştirilmesi ve yaygın olarak kullanılması ülkemiz adına önemlidir.

Arama motoru, dünyada büyük verilerin toparlandığı, işlendiği, sonuçlar üretildiği birçok alanda farklı çıktıkları olan ve sınırlı sayıda örneği bulunan ticari veya akademik sistemlerdir. Arama motorunu bir yazılımdan farklı kılan büyük anonim verinin toplanması, indekslenmesi ve arama işlevi esnasında ulaşılmasının sağlanmasıdır. Verinin toplanması, indekslenmesi ve arama işlevlerinin tamamı klasik anlamda bir yazılımın tek başına yapabileceği bir iş olmasından ziyade birçok yazılımın eşzamanlı çalıştırılması ile mümkün olabilecek geniş kapsamlı bir süreçtir (Mavridis ve Symeonidis, 2015).

Arama işlevi yalnız verinin getirilmesi için değil, doğru verinin getirilmesi işlevidir. Bu nedenle arama sırasında sıralama önem kazanmaktadır (Killoran, 2013). Sıralama algoritmaları konusunda birçok çalışma olmasının yanı sıra büyük arama motorları bağlantı (link) tabanlı sıralama ölçütlerini kullanmaktadır (Sharma ve ark., 2019). Google içerisinde web sayfalarının link modeline dayalı bir puan ve sıralama algoritması olan PageRank kullanılmaktadır (Page ve ark., 1998).

Bu çalışmada, edu.tr alan adları için prototip bir arama motoru geliştirilerek; çalışma mantığı anlatılmıştır. Yaklaşık dokuz yüz bin sayfa kayıt altına alınmıştır. Web içeriğinin derlenmesi saklanması konusu öncelikli olarak çalışılarak; dağıtık olarak kullanılan sunucu kaynakları ile web içeriğinin saklanması incelenmiştir. Daha sonra saklanan veriler incelenerek, bu verilerin nasıl sınıflandırıldığı ve indeksleme işlemi anlatılmıştır. Depolanan ve düzenlenen verilere nasıl erişileceği, hangi öncelik ve yoğunlukta sonuçların derleneceği incelenerek, Google tarafından geliştirilen Pagerank algoritmasının gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Uygulamada yeni bir sıralama algoritması (Site Önem Derecesi – SÖD) önerilmiş olup Pagerank formülü ile karşılaştırma yapılmıştır.

2. VERİLERİN DERLENMESİ ve DEPOLANMASI

Web içeriği birçok türden meydana gelen devasa bir kütüphanedir. Aranılan bir veriye ulaşmak için verilerin belirli bir düzende kaydedilmesi ve bulunabilmesi gereklidir. Veri kütüphanesini düzenlemek ve verileri saklamak için öncelikle verilerin Web'den indirilerek depolanması gerekmektedir. Bu çalışmada verilerin indirilmesi ve depolama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Verilerin indirilmesi işlemi bir indirme kuyruğunun tarayıcı uygulaması tarafından her web sitesinin ziyaret edilerek yerel diske kaydedilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kuyruk FIFO yöntemi ile çalışır. Birim zamanda yapılan bir indirme işlemi doğrusal olarak artan veri hacmi sağlar. İnternetteki verinin büyüklüğü yani web sitelerinin sayısı dikkate alındığında birim zamanda çok fazla indirme işlemi gereklidir. Bu yüzden, eşzamanlı olarak çalışan tarayıcılar ile veri depolama işlemi yapılmalıdır. Örnek veri kümesi “edu.tr” adresli web sayfaları ile sınırlı olduğundan az sayıda tarayıcı çalıştırılarak indirme işlemi yapılmıştır. Tarayıcılar indirme işlemini depolama sunucularına yaparlar. Tarama işlemi neticesinde web sitesine bir kimlik numarası (ID) atanır ve HTML kodlarını içeriğinde dokunulmadan kaydedilir. Tablo 1 indirilen Web sayfalarının veri tabanına kayıt formatını göstermektedir.

Tablo 1. Web sayfası veri tabanı

Veri Adı	Veri Tipi	Açıklama
ID	Integer	Kayıt no'su
URL	String	Kayıt edilen web sayfası adresi
Durum	Byte	Durum bilgisi (Ayrıştırma İşlemi Bekliyor/Ayrıştırıldı)
ZiyaretTarihi	DateTime	Web sayfasının içeriğinin kaydedildiği/güncellendiği tarih

İndirilen her Web içeriği indeksleme işlemi için durum alanı ile işaretlenir. Tarayıcı olarak hazır bir bilgi sistemi kullanılmamış olup web istemcisi şeklinde bir uygulama hazırlanmıştır.

Depolama sunucuları dağıtık yapıda çalışmaktadır. Depolama sunucularında yapılan kayıt işlemini tutan bir adet katalog sunucusu da depolama bilgi sisteminde bulunmaktadır. Katalog sunucusu her bir dosyanın hangi sunucuda depolandığını tutar. Depolama sunucusunda hazır bir SQL yada NoSQL bilgi sistemi kullanılmamış olup, veriler dosya şeklinde yerel diskte saklanmıştır. Dosyaların katalog bilgisi de servis olarak hazırlanan bir uygulama tarafından sağlanmaktadır.

3. VERİLERİN AYRIŞTIRILMASI ve İNDEKSLENMESİ

Ayrıştırma işlemi HTML kodları ile birlikte bulunan metnin alınması işlemidir. Temizlenen HTML kodları neticesinde salt metin ifadeler derlenir. Her kelime için sözlük kontrol edilir, yoksa eklenir ve bir kelime kimliği (ID) oluşturulur. Metin ifadesinde geçen kelimeler konum indisleri (kelimenin metin içerisinde geçtiği yer) ile birlikte her biri farklı sunucularda bulunan veri klasörlerine kaydedilir. Tablo 2 veri klasörü yapılanmasını göstermektedir.

Tablo 2. Klasör Yapılanması

Kelime ID Aralığı (Kelime Adedi / 254)	Klasör No	Sunucu No	Veri Dosyası	Boyutu
	0-254	0-2	Data[0-n].dat	100KB

Bu çalışmada 254 adet klasör ve 3 farklı sunucu üzerine kayıt işlemi gerçekleştirilmiştir. Klasörlerin ve farklı sunucuların olması ayrıştırma ve indeksleme işlemlerinin eşzamanlı yapılması açısından veri kaynağını bölmemize olanak vermektedir. Her bir Data.dat dosyası 100KB'dan oluşur ve kayıt yapıldığında boyutu 100KB'a ulaştığında yeni dosya açılarak işleme devam edilir. Küçük veri dosyaları kullanmamızın nedeni hata oluşması durumunda hatanın tespitini kolaylaştırmak ve olası veri kaybını azaltmaktır.

Ayrıştırma işlemi sonucunda veri sabit bir kodlama ile kaydedilir. Bu kodlama veri tekrarını olabildiğince azaltmak üzere tasarlanmıştır. Veri kodlaması Data[0-n].dat dosyasında her bir URL için tekrarlanır. Kelime türleri bir HTML sayfasında geçebilecek olan farklı türleri ifade etmektedir. Bunlar; alan adı, URL adresi, başlık (title), link (anchor), düz metin şeklinde olabilir. Ayrıştırma işlemi eşzamanlı olarak çalışan uygulamamız tarafından yapılmaktadır. Veri derlenmesi ve işlenmesi süreçleri verinin büyüklüğü dikkate alındığında olabildiğince yatay mimari üzerinde olmalıdır. Uygulamalar geliştirilirken bu prensip üzerinde durulmuştur.

İndeksleme işlemi depolama sunucularına kaydedilen her biri farklı klasörde bulunan kelime gruplarının işlenmesi ve her kelime için bir URL listesi oluşturulması esasına göre çalışmaktadır. Uygulama eşzamanlı olarak tüm sunucularda ve klasör bazlı olarak işlemlerini gerçekleştirir. Yapılan işlem neticesinde her kelime için oluşturulan URL listesi sabit bir kodlama ile kaydedilir. Bu kodlama daha sonra arama işlemi sırasında okunacaktır.

Veri ayrıştırma işleminde yapılan kayıt toplu bir şekilde iken indeksleme işlemi sonucunda her bir kelime için bir adet indeks dosyası oluşturulur.

4. ARAMA ve SIRALAMA

Son kullanıcı arama ara yüzünden girilen kelime veya kelimelerin indeks verisi üzerinden sonuç sağlanır. Arama başlatıldığında öncelikle girilen kelime veya kelimeler sözlükten bulunur. Her kelimenin bir indeksi bulunmaktadır. Bu indeks kelimenin geçtiği tüm Web site listesi (URL listesi) şeklindedir.

Aranan kelimenin geçtiği her web sitesi için kelimenin yerleşim yerine göre önem derecesi farklıdır. Bu yüzden, her site için bir alaka düzeyi derecesi hesaplanır. IR skoru olarak anılan "Alaka düzeyi"nin hesaplanmasında aranan kelimenin yeri ve önem derecesi kullanılmaktadır.(Brin ve Page, 1998) Tablo 3 önerilen kelime-önem derecesi değerlerini göstermektedir.

Tablo 3. Kelime-Önem Derecesi tablosu

Kelimenin Yeri – Tipi	Önem Derecesi (1-Az , 5-Çok)
Alan Adı	5
Url Adresi	4
Başlık (Title)	3
Link (Anchor)	2
Metin	1

Birden fazla kelime arama durumunda ise aranan kelimelerin yerleşimi ile birlikte mesafe faktörü de önem kazanmaktadır. Kelime indeksinden alınan site listesi karşılaştırılır, aranan kelimelerin aynı anda geçtiği siteler bulunur. Aranan kelimeler geçen herhangi bir sayfada kelimeler arası mesafe arttıkça önem dereceleri azalmalıdır. Yan yana kelimeler sonuçlarda daha önemli olmalıdır. Bu yüzden her site için kelime-mesafe-ağırlık faktörleri üzerinden alaka düzeyi hesaplaması yapılır. Arama sonucunda hesaplanan alaka düzeyi derecesi sonuç listesindeki her site için atanır. Tablo 4 önerdiğimiz kelime arası mesafe ve önem derecesi değerlerini göstermektedir.

Tablo 4. Mesafe-Önem Derecesi Tablosu

İki Kelime Arası Mesafe	Önem Derecesi (1-Az , 5-Çok)
1	5
2-3	4
4-5	3
6-9	2
10 ve fazlası	1

Arama işleminden bağımsız olarak sitelerin indekslenmesi sonrasında siteye ait bir önem derecesi hesaplaması yapılır. Bu önem derecesini hesaplamak için birçok teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojiler internetin doğası gereği bağlantı temelli algoritmaya sahiptirler ve Web sitesine bağlantı veren diğer Web sitelerinin önem dereceleri üzerinden hesaplamayı konu edinir. Başlıca site önem derecesi algoritması (1) eşitliğinde verilen ve Google kurucuları tarafından 1998 yılında duyurulan Pagerank algoritmasıdır (Brin ve Page, 1998).

$$PR(A) = (1 - d) + d\left(\frac{PR(B)}{L(B)} + \frac{PR(C)}{L(C)} + \frac{PR(D)}{L(D)} + \dots\right) \quad (1)$$

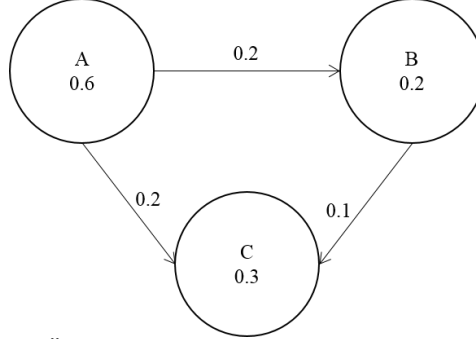
$PR(A)$ A sitesinin önem derecesi, d parametresi 0 ile 1 arasında değişen sönümleme faktörü, $PR(B)$ B sitesinin önem derecesi, $L(B)$ B sitesinin bağlantı çıkışı sayısını ifade etmektedir. $PR(C)$, $PR(D)$, $L(C)$ ve $L(D)$ ifadeleri de aynı şekilde önem derecesi ve bağlantı çıkış sayılarını vermektedir. Sönümleme faktörü 0.85 değerine ayarlanmıştır. Basit yinelemeli bir algoritma ile hesaplanabilen Pagerank değerlerinin toplamı 1'e eşit olur (Page ve ark., 1998). Google 2016'da Araç Çubuğu Pagerank desteğini kaldırmış olmasına rağmen Google tarafından geliştirildiği ve şu anda çok farklı bir sürümün kullandığı tahmin edilmektedir.

(2) eşitliği önerilen bağlantı temelli bir site önem derecesi algoritmasını göstermektedir.

$$SÖD(A) = \frac{1}{N} + \left(\frac{SÖD(B)}{BÇS(B)+1} + \frac{SÖD(C)}{BÇS(C)+1} + \frac{SÖD(D)}{BÇS(D)+1} + \dots\right) \quad (2)$$

$SÖD(A)$ A sitesinin önem derecesi, N toplam site sayısı, $SÖD(B)$ B sitesinin önem derecesi, $BÇS(B)$ B sitesinin bağlantı çıkış sayısını ifade etmektedir. $SÖD(C)$, $SÖD(D)$, $BÇS(C)$ ve $BÇS(D)$ ifadeleri de aynı şekilde site önem derecesi ve bağlantı çıkış sayılarını ifade etmektedir. (2) eşitliğinde site önem dereceleri yinelemeli olarak hesaplanmaktadır. Her bir site için bu siteye link veren sitelerin önem dereceleri ile bağlantı çıkış sayıları bir arttırılarak bölünür.

Bağlantı çıkış sayısının bir artırılmasının nedeni, önem derecesi atanmış bir sitenin sadece bir bağlantı çıkışı olduğunda önem derecesi kendisinden diğerine tam katsayıyla aktarmasının bazı sitelerde önem derecesi birikimine yol açmasını engellemektir. Değerli bir sitenin bağlantı paylaşımı yoluyla önem derecesinin tamamını transfer etmesi yerine bağlantı çıkışına göre bir katının kendisine kalması daha gerçekçi olmaktadır.



Şekil 1. Örnek bağlantı şeması (site önem derecesi)

Şekil 1’de verilen bağlantı şemasında A sitesinin önem derecesi 0.6 iken B ve C sitesine bağlantı verdiğinde $0.6/2=0.3$ yerine önerilen yaklaşımla $0.6/3=0.2$ puan aktarım gerçekleşmektedir. Aynı şekilde B sitesi de C sitesine bağlantı sağlamaktadır. B sitesinin verdiği bağlantı neticesinde önem derecesinin tamamı yerine $0.2/2=0.1$ puan aktarım gerçekleşmektedir.

Arama motorlarının site önem derecesi hesaplamalarında alan adının kayıt tarihine göre yaşı, sitenin tasarımındaki kodlama hataları, sitenin kullanıcıya yüklenme hızı, sitenin bulunduğu sunucunun spam (sahte) site barındırıp barındırmadığı ve daha birçok ölçüt kullanılmaktadır.

Sıralama işleminde arama sonuçlarında her site için hesaplanmış önem derecelerinin en yüksekten en küçüğe doğru sıralanır. Burada önemli nokta hesaplanan önem derecelerinin nasıl kombine edileceğidir. Kelime-ağırlık veya kelime-mesafe-ağırlık şeklinde arama ifadesine (aranan kelimelere) özgü alaka düzeyi derecesi ile sitenin önem derecesinin birleştirilmesi gerekmektedir. Toplam atanan önem derecesine göre son bir sıralama yapılarak sunuma geçilir.

Sunum işlemi sıralanmış arama sonuçları üzerinden her site için site başlığı ve URL adresi gibi bilgilerinin sonuçlara eklenmesi, toplam sonuç sayısı, toplam arama süresi ve genel ekran tasarımını ifade etmektedir. Burada çeşitli görsel ve fonksiyonel iyileştirmeler yapılabilir. Örneğin sonuç özetleri, aynı alan adındaki sonuçların birlikte gösterilmesi vb. gibi ek özellikler sağlanabilir.

5. UYGULAMA

Veri kümesi “edu.tr” Web sitelerini kapsamaktadır. Bu çalışmada 873998 Web sayfası indirme, ayrıştırma ve indeksleme işlemine tabi tutulmuştur. Arama motorunun çalışmaya devam etmesi durumunda bu sayı artacaktır. Tablo 5, Google tarafından kullanılan PageRank ve önerilen Site Önem Derecesi algoritmalarının karşılaştırması vermektedir.

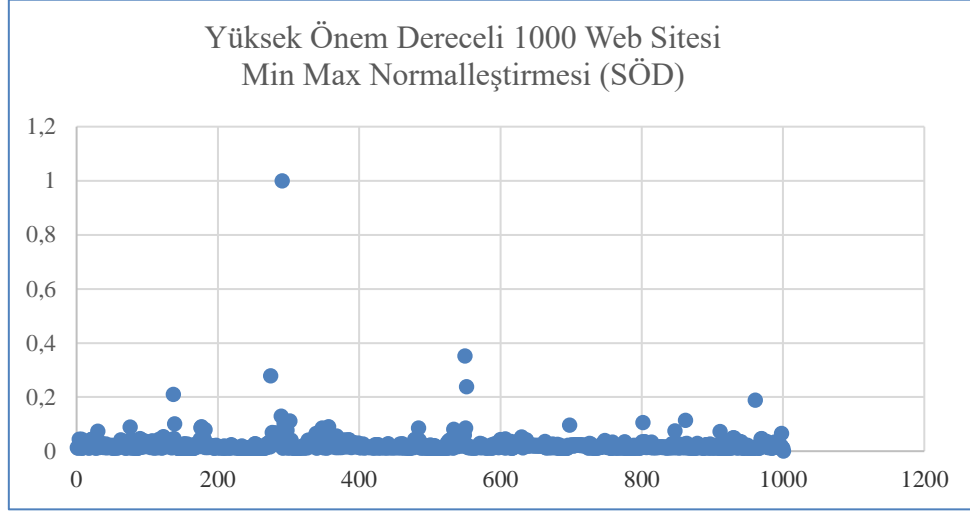
Tablo 5. PageRank ve Site Önem Derecesi algoritmaları karşılaştırması

	SÖD yaklaşımı	PageRank
Hesaplama Süresi	40 dakika	40 dakika
Toplam Değer	3.9579	386379.6394
Link Sayısı	29575025	29575025
En Yüksek Değer	0.027877763	3033.39993
En Düşük Değer	0.0000011442	0.15

Tablo 5’te verilen Hesaplama Süresi 29575025 link ve 873998 sayfa için Pagerank ve SÖD algoritmalarının çalışma süresini, Toplam Değer 873998 sayfaya ait önem derecelerinin toplamını, Link

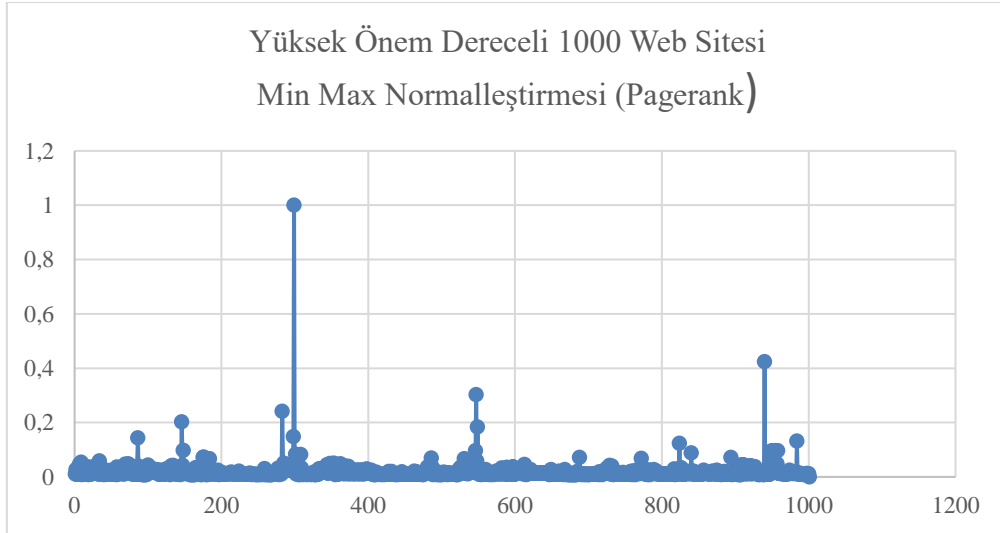
Sayısı 873998 sayfanın birbirine sağlamış oldukları bağlantı sayısını, En Yüksek Değer 873998 sayfanın önem derecelerinden en yüksek önem derecesini, En Düşük Değer 873998 sayfanın önem derecelerinden en düşük önem derecesini ifade etmektedir.

Şekil 2 önerilen SÖD eşitliği ile gerçekleştirilen uygulama sonuçlarını göstermektedir. Yüksek önem derecesi alan 1000 Web sitesinin önem derecelerinin min max normalleşmesi ile dağılımı incelenmiştir. En yüksek normalleşme değerleri sırasıyla 1 ve 0.35 olarak elde edilmiştir. Büyük çoğunlukla normalleşme değerleri 0.2 değerinin altında gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Site Önem Derecesi Min-Max Normalleşmesi (SÖD)

Şekil 3 Pagerank algoritması sonuçlarını göstermektedir. En yüksek normalleşme değerleri sırasıyla 1 ve 0.42 olarak elde edilmiştir. Büyük çoğunlukla normalleşme değerleri 0.2'nin altında gerçekleşmiştir. Önerilen SÖD yaklaşımında 2. sıradaki Web sayfasının değeri 0.35 iken Pagerank algoritmasında 0.42'dir.



Şekil 3. Site Önem Derecesi Min-Max Normalleşmesi (PageRank)

Şekil 4 ve 5 sırasıyla PageRank ve önerilen SÖD için “Kocaeli bilişim sistemleri mühendisliği” arama sonuçlarını göstermektedir.

alhost:44346/Home/Ara?query=kocaeli+bilişim+sistemleri+mühendisliği&ara=

Arama Motoru

144 sonuç bulundu. (7,370 saniye)

[Bilişim Sistemleri Mühendisliği](#)

<http://bilisim.kocaeli.edu.tr/>

(Rank: 0,0272 SiteRank: 0,0000012 Ziyaret: 11.10.2020 Kelime: 6) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Türkiye Tanıtım, İrtibat ve Kayıt Büroları | Doğu Akdeniz Üniversitesi \(DAÜ\), Kıbrıs](#)

<https://www.emu.edu.tr/tr/iletisim/turkiye-tanitim-irtibat-ve-kayit-burolari/684>

(Rank: 0,0262 SiteRank: 0,0000195 Ziyaret: 11.10.2020 Kelime: 49) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[T.C. Kocaeli Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü](#)

<http://fbe.kocaeli.edu.tr/iletisim.php>

(Rank: 0,0171 SiteRank: 0,0000027 Ziyaret: 11.10.2020 Kelime: 38) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Fıkhi Açıdan Vadeli İşlemler](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4395-fikhi-acidan-vadeli-islemler.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 0,0000123 Ziyaret: 5.12.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[V. Ortadoğu'da Siyaset ve Toplum Kongresi](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4398-v-ortadogu-da-siyaset-ve-toplum-kongresi.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 0,0000123 Ziyaret: 5.12.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Korona Virüs Döneminde Avrupa'da Eğitim](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4396-korona-virus-doneminde-avrupa-da-egitim.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 0,0000123 Ziyaret: 5.12.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[6. Uluslararası Kısa Film Festivali Açılışı](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4394-6-uluslararasi-kisa-film-festival-acilisi.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 0,0000136 Ziyaret: 22.10.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Gençlik ve Diploma](#)

Şekil 4. Kocaeli bilişim sistemleri mühendisliği arama sonuçları (PageRank)

host:44346/Home/Ara?query=kocaeli+bilişim+sistemleri+mühendisliği&ara=

Arama Motoru

144 sonuç bulundu. (6,631 saniye)

[Bilişim Sistemleri Mühendisliği](#)

<http://bilisim.kocaeli.edu.tr/>

(Rank: 0,0272 SiteRank: 0,1605047 Ziyaret: 11.10.2020 Kelime: 6) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Türkiye Tanıtım, İrtibat ve Kayıt Büroları | Doğu Akdeniz Üniversitesi \(DAÜ\), Kıbrıs](#)

<https://www.emu.edu.tr/tr/iletisim/turkiye-tanitim-irtibat-ve-kayit-burolari/684>

(Rank: 0,0262 SiteRank: 3,6244589 Ziyaret: 11.10.2020 Kelime: 49) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[T.C. Kocaeli Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü](#)

<http://fbe.kocaeli.edu.tr/iletisim.php>

(Rank: 0,0171 SiteRank: 0,3039886 Ziyaret: 11.10.2020 Kelime: 38) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Fıkhi Açıdan Vadeli İşlemler](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4395-fikhi-acidan-vadeli-islemler.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 1,4603965 Ziyaret: 5.12.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[V. Ortadoğu'da Siyaset ve Toplum Kongresi](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4398-v-ortadogu-da-siyaset-ve-toplum-kongresi.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 1,4603937 Ziyaret: 5.12.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Korona Virüs Döneminde Avrupa'da Eğitim](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4396-korona-virus-doneminde-avrupa-da-egitim.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 1,4603937 Ziyaret: 5.12.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[6. Uluslararası Kısa Film Festivali Açılışı](#)

<https://www.etkinlik.sakarya.edu.tr/etkinlik-4394-6-uluslararasi-kisa-film-festival-acilisi.html>

(Rank: 0,0152 SiteRank: 1,4371479 Ziyaret: 22.10.2020 Kelime: 22) (Önbellek) (Link Verenler) (Index İçeriği)

[Gençlik ve Diploma](#)

Şekil 5. Kocaeli bilişim sistemleri mühendisliği arama sonuçları (SÖD)

Uygulamaların çalıştırılması sırasında arama motoru işlevleri geliştirilirken birçok zorluk ile karşılaşmıştır. Başlıca zorluk işlemlerin çalışma sürelerinin uzunluğudur. Çalışma süresinin kısaltılması için eş zamanlı çalışabilecek işlevler ayrıştırılmıştır. Bu durum planlama ve kodlama zamanının artmasına neden olmuştur. Bir diğer zorluk ise disk yazma/okuma işlemlerinin zaman almasıdır. Bu problemlere en iyi çözüm olarak işlemleri ve veri depolarını fiziki olarak birbirinden ayırıp yatay bir mimari kurmak olmuştur. Ayrıca “edu.tr” adresli web sayfalarının indirme işlemleri sırasında internet servis sağlayıcıların güvenlik engellemeleri ile karşılaşıldığından indirme işlemlerinin yavaşladığı görülmüştür.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, prototip bir arama motoru uygulaması hazırlanmıştır. Google tarafından patentli olan PageRank algoritması ve önerilen Site Önem Derecesi (SÖD) algoritmasının arama sonuçlarına etkisi incelenmiştir. Yapılan uygulama sonuçlarından elde edilen verilerden bağlantı temelli algoritmalar kullanımının arama sonuçlarının sıralanmasında etkin olduğu gözlemlenmiştir. SÖD algoritması bağlantı sayısı az bulunan sitelerin önem derecesi aktarımını genel dağılım açısından daha adil hale getirip sıralamaya olumlu katkı sağlamaktadır. Önerilen yaklaşım, Pagerank algoritmasına kıyasla sayfa önem derecesi birikmesi problemini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu şekilde, aranan kelime ile ilgili alaka düzeyi yüksek sonuçların gösterilmesi sağlanmış olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Brin, S. ve Page L., 1998. The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine, *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1-7), 107-117.
- Clement, J., 2020. Search engine market share worldwide, 17.05.2021 tarihinde <https://www.statista.com/statistics/216573/worldwide-market-share-of-search-engines/> adresinden alındı.
- Killoran, J. B., 2013. How to use search engine optimization techniques to increase website visibility, *IEEE Transactions on Professional Communication*, 56(1), 50–66.
- Mavridis, T. ve Symeonidis, A. L., 2015. Identifying valid search engine ranking factors in a Web 2.0 and Web 3.0 context for building efficient SEO mechanisms, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 41, 75-91.
- Page, L., Brin, S., Motwani R. ve Winograd, T., 1998. The pagerank citation ranking: Bringing order to the Web, Technical report, Stanford Digital Libraries.
- Sharma, D., Shukla, R., Giri, A. K. ve Kumar, S., 2019. A Brief Review on Search Engine Optimization, 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering, 687-692.
- Yalçın, N. ve Köse, U., 2010. What is search engine optimization: SEO?, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 487–493.

YENİLEBİLİR BİTKİ ŞEVKETİ BOSTAN (*Scolymus Hispanicus* L.): BESLEYİCİ, SAĞLIK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Dilek Dülger Altiner

Kocaeli Üniversitesi / Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü / Kocaeli
dilek.dulger@kocaeli.edu.tr , ORCID: 0000-0002-7043-2883

Yasemin Şahan

Bursa Uludağ Üniversitesi/ Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü /Bursa
yasemins@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3457-251X

Özet

Yetersiz beslenme, nüfus artışı, şehirleşme, salgın hastalıkların artışı ile birlikte ortaya çıkan beslenme sorunları karşısında, sebze olarak tüketilen yenilebilir yabancı bitkilerin önemi giderek artmıştır. Gıda sanayinde ve tıp alanında kullanımı yaygın olan yenilebilir bitkiler, dengeli beslenmede mikro ve makro besin öğelerinin vücuda yeterli alınmasında önemli bir kaynak teşkil ederek, içerdikleri zengin fitokimyasal içerikleri ile toplum sağlığına destek olmaktadır. *Asteraceae* familyasına bağlı *Scolymus hispanicus* L.'nin (Şevketi Bostan) vatanı Güney Avrupa ve Batı Asya'dır. Türkiye'de Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerindeki tarla kenarı, bahçe ve kırlarda yabancı olarak yetişmektedir. Günümüzde farklı sanayi dallarında hammadde olarak kullanılan, *Scolymus hispanicus* L. özellikle Ege bölgesinde sebze olarak tüketilmektedir. Bitkinin yaprakları, çiçekleri, sapları ve özellikle kökleri geleneksel olarak lezzeti ve sindirimi arttıran bir kuvvetlendirici, kanseri önleyici bitkisel bir çare olarak kullanılmakla birlikte literatürde bu konu ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Son yıllarda değişen yaşam şartları, insanları sağlıklı gıdaları tüketmeye yönlendirmiştir. Türkiye çok zengin bir floraya sahip, farklı endemik bitkileri içeren bir gen merkezi konumundadır. Ülkemizde yetişen bitkilere gereken önemim verilmesi, az bilinen gıda ve ilaç sanayi hammaddelerinden olan yabancı bitkilerin ıslah çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda, şevketi bostan (*Scolymus hispanicus* L.) da ıslah çalışmalarının yapılmaya başlandığı bir bitkidir. Bu nedenle çalışmamızın amacı, biyolojik çeşitlilik açısından zengin olan ülkemizde, Ege bölgesinde daha sık kullanılan yenilebilir şevketi bostan bitkisini tanıtmak, besleyici özellikleri, kimyasal bileşimi ve sağlık üzerine etkileri hakkında bilgi vererek günlük diyetle kullanımını teşvik etmektir.

Anahtar Kelimeler: *S. hispanicus* L., beslenme, yenilebilir bitki

EDIBLE PLANT ŞEVKETİ BOSTAN (*Scolymus hispanicus* L.): NUTRITIONAL AND HEALTH PROPERTIES AND FIELDS OF USAGE

Abstract

The significance of edible wild plants consumed as vegetables has gradually increased in the face of nutritional problems arising with malnutrition, population growth, urbanization and epidemic diseases. Edible plants, which are widely used in the food industry and medicine, constitute an important source of adequate intake of micro and macronutrients in terms of balanced nutrition, and support public health with their rich phytochemical content. The homeland of *Scolymus hispanicus* L. (şevketi bostan), which is a member of the *Asteraceae* family, is Southern Europe and Western Asia. It grows wild in the fields, gardens and countryside in the Marmara, Aegean and Mediterranean regions of Turkey. *Scolymus hispanicus* L., which is used as a raw material in different industrial sectors today, is consumed as a vegetable, especially in the Aegean region. Although the leaves, flowers, stems and especially the roots of the plant have traditionally been used as a potentiating and cancer-preventing herbal remedy which enhances taste and digestion, a limited number of studies are found in the literature on this subject. Changing living conditions in recent years have led people to consume healthy foods. Turkey is a gene center which includes different endemic plants and therefore has a very rich flora. It is consequently necessary to give due importance to the plants grown in our country, and to breed wild plants, which are one of the less known food and pharmaceutical industry raw materials. In this context, şevketi bostan (*Scolymus hispanicus* L.) is a plant which has started to be bred. The objective of our study is, thus, to introduce the edible şevketi bostan plant that is more commonly consumed in the Aegean region in our

country, which is rich in biodiversity, and to encourage its use in daily diet by providing information about its nutritional properties, chemical composition and health effects.

Keywords: *S. hispanicus* L., nutrition, edible plant

1. GİRİŞ

Bitkiler topraktan kökleri ile su ve yaprakları aracılığıyla oksijen alarak fotosentez sonucunda kendi metabolizmalarında besin öğelerini oluşturmaktadır. Yenilebilir yabani bitkiler, beslenme sorunlarının önlenmesinde ve sağlıklı bir nüfusun yetişmesinde gerekli olan elzem besin öğelerini içerdiklerinden ilk çağlardan itibaren kullanım alanı bulmuştur (Nohutçu ve ark., 2019).

Diyetlerde kullanılan yabani bitkilerin toprak üstü kısımları, yaprak, çiçek gövde, meyve tohumu, öz suyu, tomurcuğu, tüm bitki kısımları değerlendirilmektedir. Bunlardan bazıları mide, bağırsak, böbrek ve mide rahatsızlarının tedavisinde alternatif tıpta kullanılmakta, bazıları ise yemeklerde lezzet ve aroma bileşeni olarak, ilaç sanayinde hammadde olarak kullanılmaktadır (Bulut 2006)

Fonksiyonel özelliklere sahip, besleyici değeri yüksek yenilebilir bitkileri araştırmaya yönelik çalışmalar gün geçtikçe büyük önem kazanmaktadır. *Asteraceae* familyasına bağlı *Scolymus hispanicus* L.'nin (Şevketi Bostan) vatanı Güney Avrupa ve Batı Asya olup, Türkiye'de Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerindeki tarla kenarı, bahçe ve kırlarda yabani olarak yetişmektedir. Bu derleme çalışmasında, ülkemizde yetişmesi son derece kolay ve yaygın olan, ancak değerlendirilme olanakları kısıtlı bir yenilebilen bir bitki olan *Scolymus hispanicus*'un (Şevketi bostan) besleyici, sağlık özellikleri ve kullanım alanlarına yönelik bilgiler paylaşılacaktır.

2. YENİLEBİLİR BİTKİLER

Türkiye coğrafi özellikleri, iklim çeşitliliği, toprak ve jeolojik yapısı nedeniyle önemli bir bitki örtüsü çeşitliliğine sahiptir. Türkiye'nin bitki ekolojisinde meydana gelen farklılıklar nedeniyle pek çok tıbbi ve aromatik bitki gelişmiş, sert-ılıman-tropik bölgelere ait farklı türler oluşmuştur (Yaşar ve ark., 2009). Ülkemizdeki bitki sayısı (takson) yaklaşık 11.400, endemik bitki sayısı ise 3700 olarak bildirilmiştir (Anonim, 2021). Bu sayı gün geçtikçe artış göstermektedir.

Türkiye'nin, üç fitocoğrafik bölgenin kesiştiği bölgede bulunması, Asya ve Avrupa kıtaları arasında köprü olması, tür endemizminin yüksek oluşu bu bitki çeşitliliğini artırmıştır. Ülkemizde bu kadar çok bitki yetişmesine rağmen hala özellikleri bilinmeyen kullanılmayan bitkiler mevcuttur. Türkiye florasının %30'u içinde aromatik bitkilerin yoğunlukta olduğu endemik bitkilerden oluşmaktadır (Yaşar ve ark., 2009).

Bu kadar geniş bir floraya sahip olan ülkemizde, araştırmacılar yabani ve tıbbi bitkilerin araştırılması ve incelenmesi için çalışmalara önem vermiştir (Baydar, 2005). Türkiye'de yenilebilen bitkilerin yemeği, salatası, zeytinyağlı mezesi, çayı yapılarak kök, yaprak, tohum, sap vb. kısımları lezzet ve aroma bileşeni, fonksiyonel bir katkı olarak değerlendirilmektedir. Bunun dışında bazı bitkiler turşu yapımında, konserve üretiminde, hazır gıdalarda katkı bileşeni ve boyar madde, ilcalarda hammadde olarak değerlendirilmektedir. Bu bitkiler coğrafi bölgelere özgü olarak farklı çeşitlerde yöresel kullanım alanları bulmuştur (Özgül ve ark., 1987). Beslenmede bu bitkiler mikrobeyin ögesi, lif kaynağı olarak, içerdikleri fenolik bileşikler nedeniyle gösterdikleri antioksidatif özellikleri ile ön plana çıkmaktadır.

Son yıllarda, pestisit ve yapay gübre kullanımının artması, güvenli gıda bulmadaki zorluklar nedeniyle insanlar daha doğal ve organik ürünlere yönelim göstermiştir. Yenilebilir bitkilerin sağlık üzerine olumlu etkilerinin ortaya konması ve beslenmede yer etmesinin teşvik edilmesi büyük önem arz etmektedir (Demir, 2006). Bu bitkiler, eskiye oranla pazarlarda, manavlarda ve marketlerde daha fazla satılmaya başlanmıştır (Kaya ve ark., 2004). Gelecek nesillerin beslenme ihtiyaçlarının karşılanması ve sürdürülebilir beslenme kapsamında bitki türlerinin araştırılması oldukça önemlidir (Koç ve ark., 2019).

Tübitak Ulakbim çatısı altında yer alan DergiPark üzerinden yayınlanan çalışmalar incelendiğinde ülkemizde araştırmacıların tıbbi, yabani, yenilebilir bitkiler ile ilgili çalışmalara önem verdiği görülmüştür. Bu çalışmalarda seçilen bir il, bölge veya bölgelere özgü yöresel mutfakta kullanılan bitkilerin kimyasal, besleyici, sağlık özellikleri ve kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir. Bundan sonraki çalışmaların da artarak devam etmesi ve alan yazına katkı sağlaması tavsiye edilmiştir. Bu çalışmalarda biyoçeşitlilik kavramının öneminde bahsedilmiş ve yenilebilir yabani bitkilerin biyoçeşitliliğin bir parçası olduğu anlatılmıştır. Ayrıca bu bitkilerin ekonomiye katkılarından, beslenme sorunlarına karşı bir çözüm olduğundan bahsedilmiştir. Yenilebilir yabani bitkilerin antioksidan, fonksiyonel ve besleyici özellikleri de bu araştırmalarda seçilen konulardan bazılarıdır.

3. *Scolymus hispanicus* L. BİTKİSİ VE ÖZELLİKLERİ

3.1. Etimolojisi ve Botanik Özellikleri

Türkiye'nin en zengin familyalarından biri 447 tür ile Asteraceae familyasıdır. Dünya genelinde bakıldığında 1100 cins ve 2500 civarında türü temsil eden bir familya olup, genelde uçucu bileşikler, yağ içerikleri, inülin gibi maddeleri ile dikkat çekmektedirler. Bu bileşikler dışında bitkide farklı fitokimyasallar, fenolik bileşikler, terpenoidler de mevcuttur. Hem gıda maddesi olan hem de sanayide kullanılan bitkilere içeren Asteraceae büyük bir bitki topluluğudur. (Baytop 1991; Simpson 2006; Akyıldırım 2006;).

Bu familyada yer alan *Scolymus hispanicus* L'nin vatanı Güney Avrupa ve Batı Asya'dır. *S. hispanicus* genelde Akdeniz bölgelerinde ve kıyılarında yaygın olarak bulunmaktadır. İtalya, Yunanistan, Fransa ve İspanya gibi ülkelerde de yayılım göstermektedir (Kemper 1999). Ülkemizde genelde Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerinde bu bitki görülmektedir. Kolay yetişen yabani bir bitkidir. Bu bitkinin çiçek kısımları, tohumu, kökü tedavi edici olarak alternatif tıpta kullanım alanı bulmuştur. Toprak üstü bölümleri körpeyken kesilip köküyle toplanan bitki, iyice soyulup dikenlerinden arındırılarak, Ege ve Akdeniz bölgesindeki pazarlarda satılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. *Scolymus hispanicus* L. bitkisi
Kaynak: (Wikipedia, 2021, Dülger, 2015)

Bu bitkinin yöresel isimleri; akkız, bostanotu, mübarek diken ve en yaygın kullanımı şevketibostan (şevketotu) olarak anılmaktadır (Sarı ve Tutar 2011; Abak ve Düzenli 1984). *S. hispanicus*'un genellikle kök kısmı ve yaprakları pazarlarda satılmaktadır, Ege Bölgesi İzmir İlinde daha yaygın şekilde bulunmaktadır. Geleneksel yemeklerin yapımında, zeytinyağlı salata üretiminde, çorba yapımında ülkemizde ve Kıbrıs, İtalya'da kullanılmaktadır (Pieroni ve ark. 2002; Guarrera 2003; Paraskeva ve Hadjichambis 2006).

3.2. Kullanım Alanı ve Sağlık Özellikleri

S. hispanicus L. alternatif tıpta idrar arttırıcı, taş düşürücü amaçlar ile kullanılmaktadır. Türkiye’de ruhsatlı bir ilaç içinde de kullanıldığı bildirilmiştir (Sarı ve ark. 2011). Uzun yıllardır tıbbi amaçlı kullanılan *Scolymus hispanicus* L., iştah arttırıcı, karaciğer güçlendirici, sarılık azaltıcı, bile sekresyonunu azaltıcı, midedeki gaz depolanmasını azaltıcı, sindirime yardımcı olduğu bildirilmektedir (Uğurlu ve Secmen 2008). *S. hispanicus* idrar söktürücü, terletici, ateş düşürücü olarak veba ve sıtma gibi salgın hastalıkların tedavisinde, pratik olarak birçok hastalığın tedavisinde güçlendirici olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Kemper 1999). *S. hispanicus* L.’nin pazarda satılan ve soyulmuş hali Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. *S. hispanicus* L.’nin odunsu kısımlarının çıkarılıp, soyularak hazırlanması
Kaynak: (Dülger, 2015), Yazar tarafından çekilmiştir.

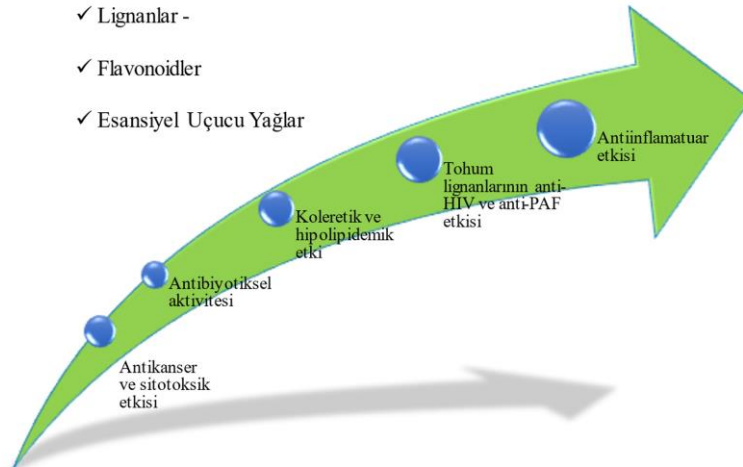
Scolymus hispanicus L.’nin yapısında bulunan aktif kimyasal bileşenler triterpenoidler, lignanlar, seskiterpen laktone glikozitler, flavonoidler ve polienler olarak rapor edilmiştir (Hoffman 1996). *Scolymus hispanicus* L. ‘un aktif kimyasal bileşenlerinin etkisi ve etkin maddesi sinisinin özellikleri Şekil 3’de verilmiştir.

Sinisinin özellikleri:

- ✓ sitotoksik özellikler
- ✓ sindirime yardımcı olma,
- ✓ Antiinflatuar ,
- ✓ antitümör ,
- ✓ antimikrobiyal
- ✓ fitotoksik özellikler

Scolymus hispanicus L.’nin Aktif Kimyasal Bileşenleri

- ✓ Seskiterpen laktone glikozitler (sinisin %0,2 -0,7)
- ✓ Triterpenoidler
- ✓ Lignanlar -
- ✓ Flavonoidler
- ✓ Esansiyel Uçucu Yağlar



Şekil 3. *Scolymus hispanicus* L. ‘un Aktif Kimyasal Bileşenleri

S. hispanicus L. İzmir’de Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü tarafından, kültür bitkisi olarak yetiştirme çalışmaları devam etmektedir. Ayrıca İspanya ve Yunanistan’da da kültüre alma çalışmaları yapılmaktadır (Sarı ve Tutar 2011).

3.3. Besleyici Özellikleri

Ülkemizde birçok bölgede doğal olarak yetişen ve İzmir bölgesinde ise kültüre alınarak yetiştiriciliğine başlanan *Scolymus hispanicus* L. kökleri bazı bölgelerde sınırlı olarak, yemeği yapılarak tüketilmektedir. Fonksiyonel özelliklere sahip olan, Değerlendirilme olanakları kısıtlı olan *Scolymus hispanicus* L. bileşimi ile yapılan çalışma sonucunda, kültür bitkileriyle karşılaştırıldığında, diyet lif içeriğinin yüksek, protein oranının benzer değerlerde, yağ oranının düşük olduğu tespit edilmiştir. Makro minerallerden K, Ca, P oranının kültür bitkilerine göre yüksek, sodyum içeriğinin düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca Fe, Zn, B, Cu, Mn gibi mikro mineraller açısından da zengin bulunmuştur. Baskın organik asit tartarik asit olarak belirlenmiştir (Dülger 2012; Dülger ve Şahan 2013; Dülger 2015).

4. SONUÇ

Türkiye, üç önemli bölgenin kesişme noktası konumunda bulunması nedeniyle değişik iklimlere, farklı tipte topraklara ve zengin bitki biyoçeşitliliğine sahiptir. Yenilebilir bitkiler içerdikleri vitamin, mineral ve biyoaktif bileşenler nedeniyle sürdürülebilir beslenmede oldukça önemli kaynaklardır. Bu bitkiler kültüre alma çalışmaları artırılıp, besleyici ve sağlık özelliklerinin derinlemesine araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada bahsedilen *Scolymus hispanicus* L.’nin besleyici ve kimyasal özellikleri önceki çalışmalarımızda incelenmiştir. Bu derlemede ise yetiştirme olanakları kolay olan, ancak kullanımı sınırlı bu bitkinin tanıtılması, bitkinin kullanım olanaklarının geliştirilmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

- AVAN, M. (2021), Türkiye’de ve Dünya’da Görülen Önemli Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, Özellikleri ve Hastalıkları Üzerine Araştırmalar, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 129-156.
- AYAS, F., VURAN, F., YUKSEL, K., CINAR, O., TUGRUL AY, S., ve KARABAK, S. (2017), The Antioxidant Capacities And Consumption Per Capita Of Edible Wild Species And Local Varieties Collected From Turkey Within The GEF-Funded Biodiversity For Food And Nutrition (BFN) Project, *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 46-53.
- BAYDAR, H. (2005), *Tıbbi, Aromatik ve Keyif Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi*, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- ÇETİNKAYA, N., ve YILDIZ, S. (2018), Erzurum’un Yenilebilir Otları ve Yemeklerde Kullanım Şekillerine Yönelik Bir Araştırma, *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, Ek Sayı 1, 482-503.
- ÇINAR, A., TUGRUL AY, S., AYAS, F., KARABAK, S., GUZELSOY, N., ve UCURUM, O. (2017), Foxtail Lilly (*Eremurus spectabilis* M. Bieb.) As Priority Species Of Biodiversity For Food And Nutrition Project Of Turkey, *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 69-73.
- DEMİR, H. (2006), Erzurum’da Yetişen Madımak, Yemlik ve Kızamık Bitkilerinin Bazı Kimyasal Bileşimi, *Bahçe Bitkileri Dergisi*, 35(1-2), 55-60.
- DEMİR, E., SÜRMEZ, B., ÖZER, H., ve KUTBAY, H. (2017), Salıpazarı ve Çevresinde (Samsun/Türkiye) Doğal Olarak Yetişen Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 68-78.
- DEMİR, H. (2006), Erzurum’da Yetişen Madımak, Yemlik ve Kızamık Bitkilerinin Bazı Kimyasal Bileşimi, *Bahçe Dergisi*, 35(1), 55-63.
- DÜLGER, D. (2012), *Cnicus benedictus*’un Besleyici ve Kimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DÜLGER, D. (2015), *Sağlıklı Bir Atıştırmalık: Enerjisi Azaltılmış Kraker Üretimi*, Doktora Tezi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DÜLGER, D., ve ŞAHAN, Y. (2013), Blessed Thistle : A Plant Traditionally Used As A Vegetable, *The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, (Oral Presentation), Macedonia: 24-25 October 2013.
- GUARRERA, P. M. (2003), Food Medicine And Minor Nourishment In The Folk Traditions Of Central Italy (Marche, Abruzzo And Latium), *Fitoterapia*, 74, 515-544.
- GUZELSOY, N., UCURUM, O., TOKAT, E., TAN, A., TUGRUL AY, S., ve OZBEK, K. (2017), Nutritional Properties Of Some Wild Edible Plant Species In Turkey, *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 39-45.

- HOLMES, S. (2004), An Extraordinary Odyssey: The Iwakura Embassy Translated, *London Review Journal*, 59(1), 83-119.
- İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ, Eczacılık Fakültesi Herbariumu. (2021), *Türkiye Bitkileri ve Korunması*, 11 Mayıs 2021 tarihinde İstanbul Üniversitesi: <https://iste.istanbul.edu.tr/tr/content/turkiye-bitkileri-ve-korunmasi/turkiye/de-endemizm> adresinden alındı.
- KADIOĞLU, B., KADIOĞLU, S., ve TAŞĞIN, G. (2021), Erzurum İlinde Tıbbi ve Aromatik Bitki Tüketicilerinin Alışkanlıklarının Belirlenmesi, *Bahçe Dergisi*, 50(1), 7-15.
- KARABAK, S. (2017), Economic And Socio-Cultural Importance Of Edible Wild Species, *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 26-38.
- KARIK, Ü., ve ÖZTÜRK, M. (2009), Türkiye Dış Ticaretinde Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler, *Bahçe Dergisi*, 38(1), 21-31.
- KAYA, İ., İNCEKARA, N., ve NEMLI, Y. (2004), Ege Bölgesi'nde Sebze Olarak Tüketilen Yabani Kuşkonmaz, Sirken, Yabani Hindiba, Rezene, Gelincik, Çoban Değneği Ve Ebegümcenin Bazı Kimyasal Analizleri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, (J. Agric. Sci.)*, 14(1), 1-6.
- KEMPER, K. J. (1999), *Blessed Thistle (Cnicus Benedictus)*, 11 Mayıs 2021 tarihinde: <http://www.longwoodherbal.org/blessedthistle/blessedthistle.pdf> adresinden alındı.
- KOÇ APUHAN, A., ve BEYAZKAYA, T. (2019), Bingöl'ün Yenilebilir Yabani Bitkilerinin Gastronomi Turizmine Etkisi Üzerine Bir Araştırma, *Tourism and Recreation*, 1(1), 31-37
- KONAK, M., ATEŞ, M., ve ŞAHAN, Y. (2017), Yenilebilir Yabani Bitki Gundelia Tournefortii'nin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2), 101-108.
- MALYER, H., ÖZ AYDIN, S., TÜMEN, G., ve ER, S. (2004), Tekirdağ ve Çevresindeki Aktarlarda Satılan Bazı Bitkiler Ve Tıbbi Kullanım Özellikleri, *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (007), 103-11.
- NOHUTÇU, L., TUNÇTÜRK, M., ve TUNÇTÜRK, R. (2019), Yabani Bitkiler ve Sürdürülebilirlik, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 142-151.
- ÖZER, H., ÇOBAN, F., ve BOULJAK, M. (2020), Doğu Anadolu Bölgesinin Önemli Tıbbi-Aromatik Bitkileri, *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 16-23.
- ÖZGÜVEN, M., AKSU, F., ve AKSU, H. (1987), Majorana Hortensis Moench., Satureja Montana L. Ve Thymus Vulgaris L. Uçucu Yağlarının Antibakteriyel Etkileri, *ANKEM Dergisi*, 1(3).
- PARASKEVA, D., ve HADJICHAMBİA, A.C. (2006), An Ethnobotanical Survey Of Wild Edible Plants Of Paphos And Larnaca Countryside Of Cyprus, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2006(2), 34.
- PARASKEVOPOULOU, A., PROVATİDOU, E., TSOTSİOU, D., ve KİOSSEOGLOU, V. (2010), Dough Rheology And Baking Performance Of Wheat Flour-Lupin Protein İsolate Blends, *Food Res. Int.*, 43(4), 1009-1016.
- PIERONİ, A., NEBEL, S., QUAVEC, C., MÜNZ, M., ve HEİNRICH, M. (2002), Ethnopharmacology Of Liakra: Traditional Weedy Vegetables Of The Arbereshe Of The Vulture Area In Southern Italy, *Journal of Ethnopharmacology*, 81, 165-185.

KOYUN VE KEÇİ AĞIZ SÜTÜNDEN BAKTERİYOSİN ÜRETİCİSİ LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN İZOLASYONU VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

Hüseyin Öztürk

Akdeniz Üniversitesi / Manavgat Meslek Yüksekokulu / Gıda İşleme Bölümü
huseyinozturk@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0004-0574-0016

Burak Geniş

Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü
burakgenis@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7204-2176

Banu Özden Tuncer

Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü
banutuncer@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9678-4441

Yasin Tuncer

Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü
yasintuncer@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2075-5027

Özet

Bu çalışmada, koyun ve keçi ağız sütünden bakteriyosin üreticisi laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve izolatların moleküler karakterizasyonu yapılmıştır. Isparta ve Antalya illerinden yeni doğum yapmış 81'i koyun ve 108'i keçi olmak üzere toplam 189 farklı hayvandan ağız sütü sağlanmıştır. Altı farklı indikatör bakterinin kullanıldığı tarama testleri sonucu 54 izolatın indikatör bakterilere karşı 2 ile 18 mm arasında değişen çaplarda zon verdiği tespit edilmiştir. Gram boyama ve katalaz testi ile 54 izolatın tamamının Gram pozitif ve katalaz negatif özellikte olduğu belirlenmiş ve muhtemel laktik asit bakterisi izolatı olarak tanımlanmışlardır. 54 izolatın antibakteriyel aktivite spektrumu van Belkum vd. (1989) tarafından önerilen steril kürdan yöntemi kullanılarak Gram pozitif ve Gram negatif gıda patojenlerinin de arasında bulunduğu toplam 31 indikatör bakteriye karşı test edilmiştir. Aktivite spektrumu testi sonucu 4 mm'den büyük zon veren ve geniş aktivite spektrumuna sahip 19 izolat muhtemel bakteriyosin üreticisi olarak tanımlanmıştır. 19 izolattan 13'ünün proteolitik enzim uygulaması sonucu aktivite kaybına uğradığı ancak katalaz enziminden etkilenmediği belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında 13 izolat bakteriyosin üreticisi olarak tanımlanmıştır. 16S rRNA gen dizi analizi ve türe özgü polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) analizleri sonucu izolatların 11'i *Enterococcus mundtii* ve 2'si *E. faecium* olarak tanımlanmıştır. İzolatların 16S rRNA gen dizilerinin filogenetik analizi MEGA-X programı kullanılarak analiz edilmiştir. İzolatların genotiplendirilmesinde Rastgele Arttırılmış Polimorfik-DNA (RAPD-PCR) yöntemi kullanılmıştır. 16S rRNA gen dizilerinin filogenetik analizi ve RAPD-PCR profilleri sonucu 13 farklı patern belirlenmiş ve izolatların genotipik olarak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Koyun, Keçi, Ağız sütü, Bakteriyosin, Laktik asit bakterisi, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)

ISOLATION OF BACTERIOCIN PRODUCER LACTIC ACID BACTERIA FROM SHEEP AND GOAT COLOSTRUMS AND THEIR MOLECULAR CHARACTERIZATION

Abstract

In this study, isolation of bacteriocin producing lactic acid bacteria from sheep and goat colostrum and molecular characterization of the isolates were made. A total of 189 different animals, 81 sheep and 108 goats, who gave birth from Isparta and Antalya provinces, were milked. As a result of screening tests using six different indicator bacteria, it was determined that 54 isolates gave zones with diameters varying between 2 and 18 mm against indicator bacteria. All 54 isolates were determined to be Gram positive and catalase negative by Gram staining and catalase test and they were identified as presumptive lactic acid bacteria isolates. Antibacterial activity spectrum of 54 isolates was tested against 31 indicator bacteria, including Gram positive and Gram negative food pathogens, using the sterile toothpick method according to van Belkum et al (1989). As a result of the activity spectrum test, 19 isolates with a zone

larger than 4 mm and with a broad activity spectrum were identified as presumptive bacteriocin producers. It was determined that 13 out of 19 isolates lost their activity as a result of proteolytic enzyme application, but they were not affected by catalase enzyme. In light of these findings, 13 isolates were identified as bacteriocin producers. As a result of 16S rRNA gene sequence analysis and species-specific polymerase chain reaction (PCR) analysis, 11 of the isolates were identified as *Enterococcus mundtii* and two as *E. faecium*. Phylogenetic analysis of 16S rRNA gene sequences of the isolates was analyzed using the MEGA-X program. Random Amplified Polymorphic-DNA (RAPD-PCR) method was used for the genotyping of the isolates. As a result of phylogenetic analysis of 16S rRNA gene sequences and RAPD-PCR profiles, 13 different patterns were determined and isolates were found to be genotypically different from each other.

Keywords: Sheep, Goat, Colostrum, Bacteriocin, Lactic acid bacteria, Polymerase chain reaction (PCR).

1. GİRİŞ

Ağız sütü (kolostrum), lohusa dönemi periyodunun ilk 24-96 saatinde meme bezleri tarafından salgılanan ilk süt olarak tanımlanmaktadır. İlk salgılanan süt, besleyici özellik bakımından zengin (protein, vitamin, yağ, laktoz ve mineraller), antimikrobiyal bileşikler ve büyüme faktörleri bakımından önemlidir. Ağız sütünde bulunan temel bakteriler laktik asit bakterisi cinsleridir (Banwo ve ark., 2012). Ruiz vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da keçi ağız sütünün laktokok, enterokok ve laktobasil gibi laktik asit bakterilerini içerdiğini rapor etmişlerdir. Laktik asit bakterileri karbonhidrat fermentasyonu sonucunda son ürün olarak laktik asit oluşturan, çubuk veya kok şeklinde, spor oluşturmeyen, genellikle hareketsiz, Gram pozitif ve katalaz negatif mikroorganizmalardır. Laktik asit bakterileri içerisinde yer alan başlıca cinsler *Streptococcaceae* familyasına ait *Lactococcus* (süt ürünlerinde), *Leuconostoc* (sebzeler, süt ürünleri), *Pediococcus* (sebzeler, et ürünleri), *Oenococcus* (şarap), *Weissella*, *Enterococcus* ve *Streptococcus* (süt ürünleri) ile *Lactobacillaceae* familyasına ait *Lactobacillus* (sebzeler, tahıl, süt ve et ürünleri)'dur (Axelsson, 1998). Laktik asit bakterileri gıdaların besin değerine ve besinlerin biyolojik yolla korunmasına olumlu katkıda bulunmaları nedeniyle yüzyıllardır önemini koruyan mikroorganizmalardır. Laktik asit bakterilerinin çoğu insan, hayvan ve bitkilerin bulunduğu doğal ortamlardan izole edilebilen, biyoteknolojik çalışmalarda ve endüstriyel birçok alanda kullanılan, insan beslenmesinde ve sağlığında oldukça önemli olan mikrobiyal ajanlardır (Leroy vd., 2004; Gezginç vd., 2010). Laktik asit bakterileri çeşitli antimikrobiyal maddeler üreterek patojen ve saprofit bakterilerin fermente gıdalarda gelişmesini engelleyebilmektedirler. Laktik asit bakterilerinin koruyucu etkisi, laktik asit üretiminin yanı sıra diasetil, hidrojen peroksit, karbondioksit, asetaldehit, amino asitlerin D-izomerleri, reuterin ve bakteriyosin üretiminden ileri gelmektedir. Gıda muhafazasında gıdalarda gelişen istenmeyen mikroorganizmalarla mücadele amacıyla çeşitli kimyasal koruyucular kullanılabilir. Ancak kimyasal koruyucuların tüketici sağlığını olumsuz etkileme risklerinin bulunuyor olması ve son yıllarda tüketici tercihlerinin doğal koruyucular ile korunmuş gıdalar yönünde eğilim göstermesi kimyasal koruyucuların yerine doğal koruyucuların tercih edilmesine neden olmaktadır. Bu doğal koruyuculara en iyi örnek, starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterileri ve bu bakteriler tarafından üretilen antagonistik etkiye sahip olan bakteriyosinlerdir (Ben Omar vd., 2006). Bakteriyosinler, bakteriler tarafından üretilen protein doğasında bileşiklerdir. Bakteriyosinler birçok bakteriye karşı bakterisidal etki göstermekle birlikte, gıda kaynaklı hastalıklara neden olan *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* spp., *Bacillus* spp., *Listeria monocytogenes* ve *Campylobacter* spp. gibi patojen bakterilere karşı da antibakteriyel aktivite gösterebilmektedirler (Banwo vd., 2012). Bakteriyosinlerin antimikrobiyal aktivitelerinin yanında doğal, renksiz, tatsız ve kokusuz olmaları özellikle et ve süt ürünleri başta olmak üzere birçok gıdada kullanılmaya potansiyeli sağlamakta ve gıda endüstrisi açısından oldukça önemli bir özellik olarak düşünülmektedir (Martinez vd., 2015).

Bu çalışmada koyun ve keçi ağız sütü örneklerinden bakteriyosin üreticisi laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve izolatların moleküler düzeyde karakterizasyonu amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Ağız Sütü Örnekleri

Çalışma kapsamında Antalya ve Isparta illerinde yetiştiriciliği yapılan yeni doğum yapmış 189 farklı koyun ve keçiden sağılan ağız sütü örnekleri kullanılmıştır. Ağız sütü örneklerinin 81'i koyundan, 108'i ise keçiden sağılmıştır. Ağız sütü örnekleri sağım yapıldığı gün soğutucu kutularda çalışmanın yapıldığı Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Bakteriyel Genetik laboratuvarına ulaştırılmıştır.

2.2. Bakteriyosin Üreticisi Suşların Taranması ve Aktivite Kontrolü

Muhtemel bakteriyosin üreticisi suşların taranması için ağız sütü örnekleri steril serum fizyolojik ile (% 0.85 NaCl, w/w) 1:10 oranında seyreltilerek 10^{-3} seviyesine kadar dilüe edilmiştir. Ağız sütü örneklerinin kendisi de dahil olmak üzere her bir dilüsyondan 100 µL alınmış ve de Man Rogosa and Sharpe (MRS) agar (Acumedia LAB M, Neogen Culture Media, Heywood, İngiltere) ve % 0.5 (w/v) glukoz ilave edilmiş M17 agar (Acumedia LAB M, İngiltere) (GM17 agar) besiyeri ortamlarına Drigalski spatülü ile yayılmıştır. Koloni oluşumu için MRS agar petrilere 37 °C'de, GM17 agar petrilere ise 30 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresini takiben kolonilerin üzeri 100 µL indikatör bakteri inoküle edilmiş yumuşak agar (% 0.5 agar, w/v) ile kaplanmıştır. Bakteriyosin üreticisi suşların aranmasında *Enterococcus faecalis* LMG2602, *Lactococcus lactis* LMG2908, *Lactobacillus plantarum* LMG2003, *Listeria innocua* LMG2813, *Listeria monocytogenes* ATCC7644 ve *Micrococcus luteus* RSK1123 suşları indikatör bakteri olarak kullanılmıştır. İndikatör bakteri inoküle edilen petri kutuları indikatör bakterinin geliştiği uygun sıcaklıkta 24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon süresi sonunda etrafında zon oluşumu görülen koloniler muhtemel bakteriyosin üreticisi olabileceği düşünülerek çalışma materyali olarak seçilmiştir.

Tarama testi sonucu izole edilen 194 izolatın antibakteriyel aktiviteleri, van Belkum ve ark. (1989) tarafından önerilen nokta ekim yöntemi kullanılarak tarama testinde aktivite gösterdiği indikatör bakteriye karşı tekrar test edilerek kontrol edilmiştir.

2.3. Gram Boyama ve Katalaz Testi

Antibakteriyel aktiviteye sahip 54 izolatın mikroskopik morfolojisi Gram boyama yöntemiyle belirlenmiştir (Temiz, 1994). Katalaz testi için 18 saatlik aktif kültürden öze ile örnek alınarak, bir lam üzerine aktarılmış ve üzerine bir öze dolusu % 30'luk H₂O₂ ilave edilip gaz çıkışı olup olmadığı incelenmiştir. Gaz çıkışı görülmeyen lamlarda test negatif olarak değerlendirilmiştir (Temiz, 1994). Katalaz testinde *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 suşu pozitif, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 suşu ise negatif kontrol olarak kullanılmıştır.

2.4. İzolatların Aktivite Spektrumlarının Belirlenmesi

Antibakteriyel aktiviteye sahip 54 muhtemel laktik asit bakterisi izolatının aktivite spektrumu Gram pozitif ve Gram negatif gıda patojenlerinin de arasında yer aldığı 31 indikatör bakteriye karşı van Belkum ve ark. (1989) tarafından önerilen nokta ekim yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

2.5. Proteolitik Enzim Denemesi

İzolatların ürettiği antibakteriyel maddenin protein doğasının belirlenmesi amacıyla Ryan ve ark. (1996) tarafından önerilen yöntemle göre proteolitik enzim uygulaması yapılmıştır. Denemelerde son enzim konsantrasyonu 50 mg/mL olacak şekilde hazırlanan pepsin (pH 3.0) (Sigma-Aldrich P6887, USA), proteinaz K (pH 7.0) (Sigma Aldrich P6556), α-kemotripsin (pH 7.0) (Sigma-Aldrich C4129), tripsin (pH 7.0) (Sigma-Aldrich T4799) ve katalaz (pH 7.0) (Sigma-Aldrich C9322) enzim çözeltileri kullanılmıştır. Denemelerde indikatör bakteri olarak izolatların antibakteriyel aktivite spektrumu belirleme çalışmasında en büyük ve net zon verdiği bakteriler kullanılmıştır. Petri indikatör bakterinin geliştiği uygun sıcaklıkta 18 saat inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda zon yapıları incelenmiştir.

2.6. Genomik DNA İzolasyonu, 16S rDNA Dizi Analizi ve Filogenetik Analiz

Koyun ve keçi ağız sütlerinden izole edilen bakteriyosin üreticisi 13 izolattan genomik DNA Cancilla ve ark. (1992) tarafından önerilen yöntemle göre izole edilmiştir. İzolatlarda 16S rRNA gen bölgesi, Edwards ve ark. (1989) tarafından önerilen pA (ileri) ve pE' (geri) üniversal bakteri primerleri

kullanılarak TurboCycler 2 gradient termal döngü cihazında (Blue-Ray Biotech. Corp., Taipei city, Tayvan) çoğaltılmıştır. PCR fragmentlerinin elektroforezi Thermo OWL EASYCAST B2 tankında % 1 agaroz (w/v) oranı ile hazırlanan jellerde yapılmış ve fragmentlerin büyüklüğü Genesta™ 100-bp DNA marker (GeneAll Bldg, GA-010, Seul, Kore) kullanılarak hesaplanmıştır. DNA dizi analizi ABI PRISM 3730XL (Perkin Elmer, USA) gen sekans cihazı kullanılarak BM Laboratuvar Sistemleri (BM Yazılım Danış. ve Lab. Sis. LTD. Ştd. Ankara, Türkiye)'nde yaptırılmıştır. Dizi benzerliği National Center for Biotechnology Information (NCBI) BLAST programı yardımıyla belirlenmiştir. 16S rRNA gen dizilerinin filogenetik analizi MEGA-X programı kullanılarak analiz edilmiştir (Kumar ve ark., 2018). Filogenetik ağaç çiziminde Neighbor-Joining yöntemi kullanılmıştır (Saitou ve Nei, 1987).

2.7. Cins ve Tür Özgü PCR ile İzolatların Tanısı

İzolatların cins düzeyinde tanısı Sahoo ve ark. (2015) tarafından önerilen *Enterococcus* cinsine özgü Ent-1 ve Ent-2 primer çifti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İzolatların tür düzeyinde tanısında ise Jackson vd. (2004) tarafından *E. mundtii* ve *E. faecium* türleri için manganez-bağımlı süperoksit dismutaz (*sodA*) gen dizileri esas alınarak tasarlanmış primer çiftleri kullanılmıştır.

2.8. İzolatların Rastgele Arttırılmış Polimorfik-DNA (RAPD-PCR) ile Genotiplendirilmesi

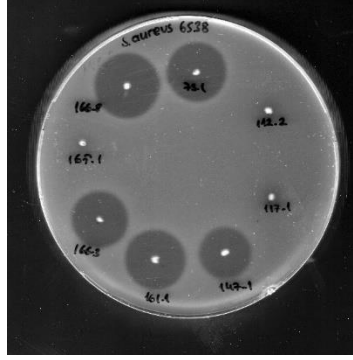
RAPD-PCR denemeleri M13 primeri ile gerçekleştirilmiş (Cocolin ve ark., 2009) ve izolatlar arasındaki genetik benzerliğin belirlenmesinde GelJ programı (Heras ve ark. 2015) kullanılmıştır. RAPD-PCR ürünlerinin agaroz jel elektroforezi sonucu elde edilen bant patternleri GelJ programına yüklenmiş ve Dice benzerlik indeksi dahilinde UPGMA (Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Means) dendogramı oluşturulmuştur.

3. SONUÇ

189 koyun ve keçi ağız sütünün kullanıldığı tarama testleri sonucu etrafında zon oluşumu görülen 194 koloni öze yardımıyla alınmış ve izole edildiği besiyerinin sıvı formunda uygun sıcaklıkta 18 saat kültüre edilmiştir. Aktivite kontrol testi sonucu, koyun ve keçi ağız sütü örneklerinden izole edilen 194 izolattan 54'ünün indikatör bakterilere karşı 2 ile 18 mm arasında değişen çaplarda zon verdiği tespit edilirken, 140 izolata ise zon vermediği belirlenmiştir.

Gram boyama ve katalaz testi sonucu, antibakteriyel aktiviteye sahip 54 izolata tamamının Gram pozitif, katalaz negatif özellik gösterdiği belirlenmiştir. İzolatlardan 53'ünün kok morfolojisinde (tekli, ikili veya kısa zincir), 1'inin ise basil morfolojisinde (HC159.1) olduğu tespit edilmiştir.

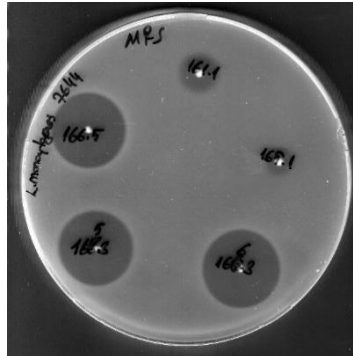
Nokta ekim yöntemi kullanılarak belirlenen aktivite spektrumu belirleme denemeleri sonucu ağız sütü izolatlarının laktik asit bakterilerinin yanı sıra *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* Typhimurium ve *Bacillus cereus* gibi çeşitli patojenlere karşı da aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ağız sütü izolatlarının Gram-pozitif gıda patojenlerinin yanı sıra *Salmonella*, *E. coli* ve *P. aeruginosa* suşlarına karşı da inhibitör etki göstermesi dikkat çekicidir. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular ışığında, izole edilen 54 izolat arasından indikatör bakterilere karşı 4 mm'den büyük, keskin kenarlı zon veren ve geniş aktivite spektrumuna sahip olduğu tespit edilen HC26.1, HC56.3, HC73.1, HC73.2, HC112.1, HC112.2, HC119.1, HC121.4, HC124.1, HC147.1, HC155.2, HC159.1, HC161.1, HC165.1, HC165.3, HC166.3, HC166.5, HC166.6, HC166.8 kodlu izolatlar muhtemel bakteriyosin üreticisi olduğu ön görülerek çalışma materyali olarak seçilmiştir (Şekil 1, 2, 3).



Şekil 1. HC73.1, HC112.2, HC117.1, HC147.1, HC161.1, HC166.3, HC165.1 ve HC166.8 kodlu izolatların *S. aureus* ATCC 6528 suşuna karşı antibakteriyel aktivite test sonuçları

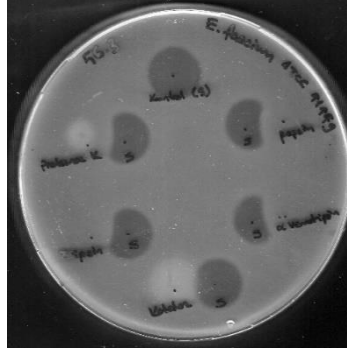


Şekil 2. HC73.16, HC110.2, HC110.4, HC110.5 ve HC112.1 kodlu izolatların vankomisin dirençli *E. faecium* ATCC 51559 suşuna karşı antibakteriyel aktivite test sonuçları

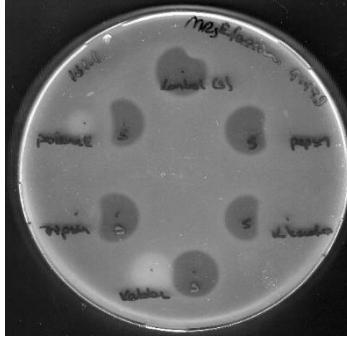


Şekil 3. HC161.1, HC165.1, HC166.3, HC165.3 ve HC166.5 kodlu izolatların *L. monocytogenes* ATCC 7644 suşuna karşı antibakteriyel aktivite test sonuçları

Proteolitik enzim denemesi sonucu 19 izolattan HC26.1, HC56.3, HC73.1, HC73.2, HC112.1, HC121.4, HC147.1, HC155.2, HC161.1, HC165.3, HC166.3, HC166.5 ve HC166.8 kodlu 13 izolat tarafından üretilen antibakteriyel maddenin proteinaz K, tripsin, α -kemotripsin ve pepsin enzimleri ile aktivite kaybına uğradığı, katalaz enziminden ise etkilenmediği tespit edilmiştir. (Şekil 4, 5).

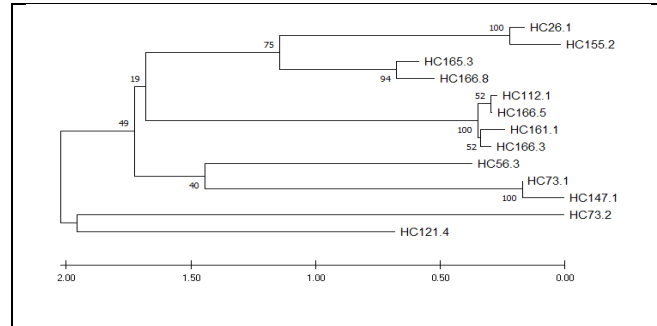


Şekil 4. HC56.3 izolatu tarafından üretilen antibakteriyel maddenin proteolitik enzim muamelesi sonucu aktivitesi



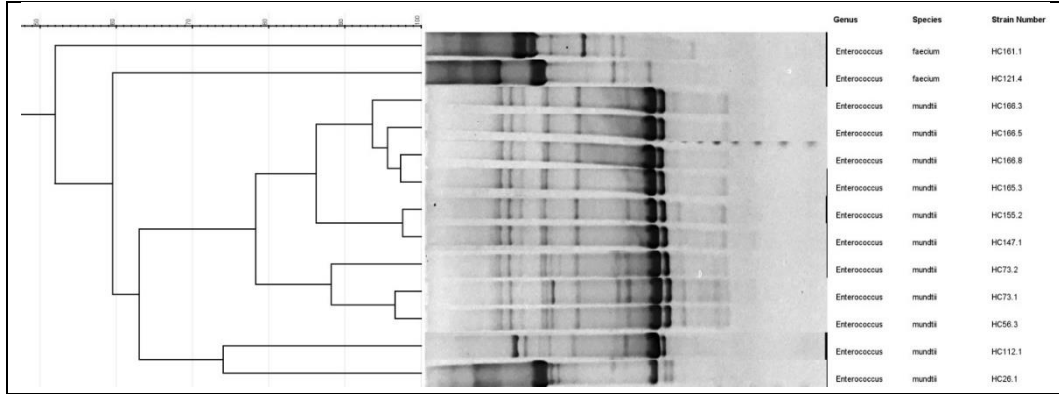
Şekil 5. HC161.1 izolatu tarafından üretilen antibakteriyel maddenin proteolitik enzim muamelesi sonucu aktivitesi

13 izolattan elde edilen genomik DNA örneklerinin kalıp olarak kullanıldığı 16S rRNA gen bölgesinin çoğaltıldığı PCR denemeleri sonucu izolatlarda yaklaşık 900 bp büyüklüğünde fragmentler elde edildiği tespit edilmiştir. Söz konusu fragmentlerin dizi analiz sonuçları BLAST programında taranmış ve izolatların tamamının *Enterococcus* cinsi üyesi türler olduğu belirlenmiştir. 16S rRNA gen dizilerinin filogenetik analizi Şekil 6'da verilmiştir



Şekil 6. Bakteriyosin üreticisi ağız sütü izolatlarının 16S rRNA gen dizilerinin filogenetik analizi

Enterococcus cinsine özgü primer çiftinin kullanıldığı PCR denemeleri sonucu, bakteriyosin üreticisi 13 izolatın tamamının *Enterococcus* cinsine özgü 112 bp büyüklüğünde fragment verdiği tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar 16S rDNA dizi analizi sonuçlarını desteklemiştir. Türe özgü PCR analizi sonucu ise bakteriyosin üreticisi 13 izolatın 11'inin (HC26.1, HC56.3, HC73.1, HC73.2, HC112.1, HC147.1, HC155.2, HC165.3, HC166.3, HC166.5, HC166.8) *E. mundtii* türüne özgü 98 bp büyüklüğünde fragmentler verdiği, 2'sinin (HC121.4 ve HC161.1) ise *E. faecium* türüne özgü 215 bp büyüklüğünde fragmentler verdiği tespit edilmiştir. Bakteriyosin üreticisi *Enterococcus* suşlarının RAPD-PCR profilleri sonucu 13 farklı patern belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Bakteriyosin üreticisi *Enterococcus* suşlarının RAPD-PCR profillerinin dendrogramı

4. TARTIŞMA

Bakteriyosin üreticisi suşların aranmasında ilk aşama indikatör bakterilere karşı zon oluşturan suşların seçilmesidir. Bu amaçla doğrudan veya dolaylı yöntemler kullanılabilir. Her iki yaklaşım da bakteriyosin üretim özelliği araştırılan suşların indikatör bakterilere karşı inhibisyon zonu oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Uygulanan yöntemlere göre koloni veya kuyu etrafında berrak ve keskin hatlı inhibisyon zonu gözlenmesi test edilen bakterinin muhtemel bakteriyosin üreticisi olduğunun güçlü bir kanıtı olarak değerlendirilmektedir (De vuyst ve Vandamme, 1994; Degaan ve ark., 2006; Koral, 2011). Bu esas doğrultusunda aktivite kontrol testi sonucu 194 izolattan indikatör bakterilere karşı zon vermediği tespit edilen 140 izolat çalışma kapsamından çıkarılmıştır. Çalışmaya antibakteriyel aktiviteye sahip 54 izolat ile devam edilmiştir. Laktik asit bakterileri, düşük pH'ya yüksek toleranslı Gram pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmeyen, kok veya çubuk morfolojisine sahip organizmalardan oluşmaktadır. Laktik asit bakterileri glukozdan ana ürün olarak laktik asit üretimi ve bakteriyosinler, hidrojen peroksit, diasetil gibi inhibitör maddeler üreterek gıda bozulmasına neden olan bakteri ve patojenlerin gelişmesini önlemeleri ile karakterize edilirler (Mokoena, 2017). Gram boyama ve katalaz testlerinden elde edilen bulgular ışığında koyun ve keçi ağız sütü örneklerinden izole edilen antibakteriyel aktiviteye sahip 54 izolatın tamamı muhtemel laktik asit bakterisi olarak tanımlanmıştır. Bakteriyosinler protein doğaları nedeniyle proteolitik enzim uygulamaları sonucu kısmen veya tamamen aktivitelerini kaybetmektedirler (Ben Belgacem ve ark., 2010). Proteolitik enzim denemeleri sonucu elde edilen bulgular ışığında HC26.1, HC56.3, HC73.1, HC73.2, HC112.1, HC121.4, HC147.1, HC155.2, HC161.1, HC165.3, HC166.3, HC166.5 ve HC166.8 kodlu izolatlar bakteriyosin üreticisi olarak tanımlanmışlardır. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da laktik asit bakterileri tarafından üretilen bakteriyosinlerin proteinaz K, tripsin, α -kemotripsin ve pepsin gibi proteolitik enzimler ile muamele edilmeleri sonucunda aktivitelerini kısmen ya da tamamen kaybettikleri rapor edilmiştir (Özden Tuncer ve ark., 2013; Grosu-Tudor ve ark., 2014; Bello ve ark., 2016; Gök Charyyev ve ark., 2019; Furlaneto-Maia ve ark., 2020). Diğer taraftan HC112.2, HC119.1, HC124.1, HC159.1, HC165.1 ve HC166.6 kodlu izolatların steril kültür üst sıvılarının indikatör bakterilere karşı antibakteriyel aktivite göstermediği tespit edilmiştir. Farklı indikatör bakteriler kullanılarak proteolitik enzim denemeleri tekrar edilmiş ancak HC112.2, HC119.1, HC124.1, HC159.1, HC165.1 ve HC166.6 kodlu izolatların bu indikatör bakterilere de aktivite göstermediği belirlenmiştir. Bu nedenle söz konusu 6 suş çalışma kapsamından çıkarılmıştır. Bu izolatlarda antibakteriyel madde üretimini detemine eden genler plazmid kodlu olabilirler. Plazmid kaybı söz konusu suşlarda antibakteriyel madde üretiminin kaybına neden olmuş olabilir. İzolatların 16S rRNA gen bölgelerinin dizi analizine dayalı tür düzeyinde tanı sonuçları, manganez-bağımlı süperoksit dismutaz (*sodA*) gen dizileri esas alınarak tasarlanmış türe özgü primer çiftleri kullanılarak yapılan türe özgü PCR ile desteklenmiştir. *sodA* geni enterokokların tür düzeyinde tanımlanması için ideal gen olarak tanımlanmaktadır (Poyart ve ark., 2000; Jakson ve ark., 2004). 16S rDNA dizi analizi ve türe özgü PCR analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, koyun ve keçi ağız sütünden izole edilen bakteriyosin üreticisi HC26.1, HC56.3, HC73.1, HC73.2, HC112.1, HC147.1, HC155.2, HC165.3, HC166.3, HC166.5 ve HC166.8 kodlu izolatlar *E. mundtii* türü üyesi, HC121.4 ve HC161.1 kodlu izolatlar ise *E. faecium* türü üyesi olarak tanımlanmışlardır. RAPD-PCR profilleri suşlar arasındaki varyasyon özelliklerinin belirlenmesi için duyarlı ve etkin bir metod olarak bilinmektedir. RAPD-PCR profilleri

sonucu izolatların birbirinden farklı paternlere sahip olduğu belirlenmiştir. Martin ve ark. (2006) farklı fermente sucuk örneklerinden izole edilen enterokokların biyoçeşitliliğini tespit etmek amacıyla RAPD-PCR testinde M13 primerinin de aralarında olduğu 4 farklı primer kullanılarak izolatların genotipik farklılıklarını incelemişlerdir. Çalışmada izole edilen 106 izolatın 60'ının farklı RAPD profilleri göstererek yüksek düzeyde genetik çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir. Aktaş ve ark. (2007) ise 11 farklı hastadan izole ettikleri 13 vankomisin dirençli enterokok izolatı arasındaki klonal ilişkiyi RAPD-PCR ile araştırmışlardır. Araştırmacılar her bir gruptaki suş sayısının 1-5 arasında değiştiği 4 farklı patern saptamışlardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından TOVAG 119O104 nolu proje kapsamında maddi olarak desteklenmiştir. Desteği nedeniyle TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aktaş Z, Diyarbakırlı P, Bal Ç, Gürler N, Keser M, Somer A, Salman N 2007. Vankomisine dirençli *Enterococcus faecium* suşlarının fenotipik ve genotipik olarak incelenmesi. Mikrobiyoloji Bülteni 41, 347-356.
- Axelsson L 1998. Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects, Marcel Dekker Inc., New York, USA, pp 1-72.
- Banwo K, Sanni A, Tan H 2012. Technological properties and probiotic potential of *Enterococcus faecium* strains isolated from cow milk. Journal of Applied Microbiology 114, 229-241.
- Bello OO, Bankole SA, Babalola OO 2016. Molecular screening of bacteriocin produced by lactic acid bacteria from *Irvingia gabonensis* seeds. Nature and Science 14(8), 67-78.
- Ben Belgacem Z, Abriouel H, Omar NB, Lucas R, Martinez-Canamero M, Galvez A, Mana M 2010. Antimicrobial activity, safety aspects, and some technological properties of bacteriocinogenic *Enterococcus faecium* from artisanal Tunisian fermented meat. Food Control 21, 462-470.
- Ben Omar N, Abriouel H, Lucas R, Martinez-Canamero M, Guyot JP, Galvez A., 2006. Isolation of bacteriocinogenic *Lactobacillus plantarum* strains from ben saalga, a traditional fermented gruel from Burkina Faso. International Journal of Food Microbiology 112, 44-50.
- Cancilla MR, Powell IB, Hillier AJ, Davidson BE 1992. Rapid genomic fingerprinting of *Lactococcus lactis* strains by arbitrarily primed polymerase chain reaction with 32P and fluorescent labels. Appl Environ Microbiol, 58, 1772-1775.
- Cocolin L, Dolci P, Rantsiou K, Urso R, Cantoni C, Comi C 2009. Lactic acid bacteria ecology of three traditional fermented sausages produced in the North of Italy as determined by molecular methods. Meat Sci 82, 125-132.
- De Vuyst L, Vandamme EJ 1994. Bacteriocins of lactic acid bacteria. Microbiology, genetics and applications. Chapman and Hall, New York, 539 pp.
- Degaan LH, Cotter PD, Hill C, Ross P. 2006. Bacteriocins: biological tools for io-preservation and shelf-life extension. International Dairy Journal 16, 1058-1071.
- Edwards U, Rogall T, Blocker H, Emde M, Bottger EC 1989. Isolation and direct complete nucleotide determination of entire genes. Characterization of a gene coding for 16S ribosomal RNA. Nucleic Acids Res, 17, 7843-7853.
- Furlaneto-Maia L, Ramalho R, Rocha KR, Furlaneto MC 2020. Antimicrobial activity of enterocins against *Listeria* sp. and other food spoilage bacteria. Biotechnology Letters 42(5), 797-806.
- Gezginç Y, Akyol G 2010. Geleneksel yoğurtlardan izole edilen *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* ların tanımlanması. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 13(2), 23-29.
- Gök Charyyev M, Tuncer BÖ, Kankaya DA, Tuncer Y 2019. Bacteriocinogenic properties and safety evaluation of *Enterococcus faecium* YT52 isolated from boza, a traditional cereal based fermented beverage. Journal of Consumer Protection and Food Safety 14, 41-53.
- Grosu-Tudor SS, Stancu MM, Pelinescu D, Zamfir M 2014. Characterization of some bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from fermented food. World J Microbiol Biotechnol 30, 2459-2469.
- Heras J, Dominguez C, Mata E, Pascual V, Lozano C, Torres C, Zarazaga C 2015. GelJ – a tool for analyzing DNA fingerprint gel images. BMC Bioinformatics 16, 270.
- Jackson CR, Fedorka-Cray PJ, Barrett JB 2004. Use of the genus and species specific multiplex PCR for identification of enterococci. Journal of Clinical Microbiology 42(8), 3558-3565.
- Koral 2011. Bozadan İzole Edilen *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* GYL32 Suşu Tarafından Üretilen Bakteryosinin Karakterizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Leroy F, De Vuyst L, 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology* 15, 67-78.
- Martin B, Hugas M, Bover-Cid S, Veciana-Nogués MT, Aymerich T 2006. Molecular, technological and safety characterization of Gram-positive catalase positive cocci from slightly fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology* 107, 148-158.
- Martinez RCR, Staliano CD, Vieira AD, Villarreal MLM, Todorov SD, Saad SMI, Franco DGM 2015. Bacteriocin production and inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* 2a in a potentially synbiotic cheese spread *Food Microbiology*, 48, 143-152.
- Mokoena MP 2017. Lactic acid bacteria and their bacteriocins: classification, biosynthesis and applications against uropathogens: a mini-review. *Molecules* 22, 1255.
- Özden-Tuncer B, Ay Z, Tuncer Y 2013. Occurrence of enterosin genes, virulence factors and antibiotic resistance in three bacteriocin producer *Enterococcus faecium* strains isolated from Turkish tulum cheese. *Turkish Journal of Biology* 37, 443-449.
- Poyart C, Quesnes G, Trieu-cuot P 2000. Sequencing the gene encoding manganese-dependent superoxide dismutase for rapid species identification enterococci. *Journal of Clinical Microbiology* 38, 415-418.
- Ruiz P, Sesena S, Palop M, 2014. Characterization of bacterial populations from Murciano-Granadina goat colostrum. *Dairy Science and Technology* 94, 549-560.
- Ryan MP, Rea MC, Hill C, Ross RP 1996. An application in cheddar cheese manufacture for a strain of *Lactococcus lactis* producing a novel broad spectrum bacteriocin lacticin 3147 *Appl Environ Microbiol*, 62, 612-619.
- Sahoo TK, Jena PK, Nagar N, Patel AK, Seshadri S 2015. In vitro evaluation of probiotic properties of lactic acid bacteria from the gut of *Labeo rohita* and *Catla catla*. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 7, 126-136.
- Saitou N, Nei M 1987. The Neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees”, *Molecular Biology Evolution*, 4(4), 406-425.
- Temiz A 1994. Genel mikrobiyoloji uygulama teknikleri. Şafak Matbaacılık Ltd. Şti. 266 s.
- van Belkum MJ, Hayema BJ, Geis A, Kok J, Venema G 1989. Cloning of two bacteriocin genes from a lactococcal bacteriocin plasmid. *Appl Environ Microbiol* 55, 1187-1191.

KALIN CİDARLI HDPE MALZEMELERİN PLASTİK ENJEKSİYON YÖNTEMİYLE KALIPLANMASINDA SOĞUTMA TASARIMININ PARÇA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Muhammet DAĞLI¹

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makine Mühendisliği
muhammetdagli@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1336-903X

Ahmet DEMİRER²

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine Mühendisliği
ademirer@subu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1252-9203

Özet

Günümüzde plastik kalıplama teknolojisi gün geçtikçe büyük bir hızla gelişmektedir. Plastik sektörünün gelişmesi ve plastikler üzerine yapılan araştırmaların artmasıyla birlikte hem maliyet hem de fiziksel açıdan, plastikler metallerle göre birçok alanda tercih edilir bir hale gelmiştir. Plastik enjeksiyon ile üretim tekniğinin hızlı ve ucuz, imalat bakımından çok rekabetçi olması, tasarımcıları ve üreticileri çok daha kalın cidarlı parçaları da bu teknikle üretmeye zorlamıştır. Bu kalınlıklar doğal olarak çeşitli imalat ve enjeksiyon proses risklerini de beraberinde getirmektedir.

Bu teknikle üretilen parçaların kalitesine; proses şartları, kalıp tasarımı ve polimer malzemelerin özellikleri etki etmektedir. Özellikle kalın cidarlı parçaların imalatında kalıp tasarımının en önemli ayağı olan soğutma sisteminin tasarımı çok önemli bir yer tutmaktadır. Enjeksiyon işlemi sonrasında gerek kalıptan hemen çıktıktan sonra gerekse ortam sıcaklığına düşürüldükten sonra üretilen parçalarda toleransları aşan çekme ve çarpılma problemleri meydana gelmektedir. Uygun bir soğutma tasarımı ürün üzerindeki çekme, çarpılma ve çökme gibi ürünün kalitesine yönelik özellikleri olumlu yönde etkilemektedir. Yapılan deneysel çalışmada, YYPE (Yüksek yoğunluklu polietilen) malzemenin tesisatlarda kullanılan kalın cidarlı ekleme parçası ele alınmıştır. Aynı kalıp üzerinden ve aynı proses parametreleriyle klasik ve geliştirilmiş soğutma sistemi tasarımı karşılaştırılmalı olarak test edilmiştir. Soğutma sisteminin geliştirilmesinde “Moldex3D” akış analiz programından yararlanılarak soğutma kanallarının konumları ve olası çekme ve çarpılmalar belirlenmiştir. Enjeksiyon sonrasındaki ölçüsel kontroller neticesinde numunelerdeki çekme ve çarpılma değerleri incelenmiştir. Geliştirilmiş soğutma tasarımı (GST) klasik sisteme göre boya çekmede %12, çarpılmada ise %48 daha düşük oranlar gözlenmiştir. Ayrıca geliştirilmiş soğutma sisteminde ütüleme sürelerinin artırılması ile parça kalitesindeki pozitif değişimler incelenmiştir. Aynı çevrim süresi ve basınçlar kullanılarak dört farklı ütüleme süresi (110-160-200-250s) kullanılmış ve kalıpta boya çekmelerde ortalama %37, çarpılmalarda ise %57,64 düşme tespit edilmiştir. Aynı zamanda ütüleme süresinin artması numunelerdeki kütleli artışla beraber mekanik mukavemette de %7,16 oranında yükselme olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enjeksiyon kalıplama, Kalıp soğutma sistemi, Çekme ve Çarpılma, Moldex3D analiz programı

THE EFFECT OF COOLING DESIGN ON THE PARTS QUALITY OF INJECTION MOLDING THE THICK WALL HDPE MATERIALS

Abstract

Today, plastic molding technology is developing rapidly day by day. With the development of the plastics industry and the increase in research on plastics, plastics have become preferred in many areas compared to metals in terms of both cost and physical aspects. The fact that the production technique with plastic injection is fast and inexpensive and very competitive in terms of manufacturing has forced designers and manufacturers to produce much thicker-walled parts with this technique. These thicknesses naturally bring along various manufacturing and injection process risks.

The quality of the parts produced with this technique; process conditions, mold design and properties of polymer materials affect. The design of the cooling system, which is the most important part of mold design, especially in the production of thick-walled parts, has a very important place. After the injection process, shrinkage and distortion problems that exceed the tolerances occur in the parts produced either immediately after exiting the mold or after being lowered to ambient temperature. A suitable cooling design positively affects the quality of the product, such as shrinkage, distortion and collapse. In the experimental study, the thick-walled joining part used in HDPE (High density polyethylene) material installations was discussed. The classical and advanced cooling system design was tested comparatively on the same mold and with the same process parameters. In the development of the cooling system, the positions of the cooling channels and possible shrinkage and distortions were determined by using the "Moldex3D" flow analysis program. As a result of the dimensional checks after injection, the tensile and distortion values of the samples were examined. Improved cooling design (GST) was observed to be 12% lower in length shrinkage and 48% lower in distortion compared to the classical system. In addition, the positive changes in the quality of the parts were investigated by increasing the ironing times in the improved cooling system. By using the same cycle time and pressures, four different ironing times (110-160-200-250s) were used and an average decrease of 37% in draft lengths and 57.64% reduction in distortion was detected. At the same time, it was determined that the mechanical strength increased by 7.16% with the increase in the ironing time and the mass increase in the samples.

Keywords: Injection molding, Mold cooling system, Shrinkage and Warpage, Moldex3D analysis program

1. GİRİŞ

Plastik enjeksiyon kalıplama yöntemi, granül halindeki plastik malzemeye istenen proses sıcaklık aralığında ısı verilerek, doldurulması istenilen kalıp boşluğuna belli bir basınçla enjekte edilen malzemenin belirli bir soğuma süresi içinde katılaşması sağlanarak kalıptan çıkarılması esasına dayanır. Parçanın kalıp boşluğunda soğuyarak katılaşmasını, soğuk haldeki kalıp çeliği sağlar. Çevrim süresinin artması ile ortaya çıkan ısı, kalıbın sıcaklığını artırır. Kalıp sıcaklığının sabit kalabilmesi için kalıp plakalarına açılan soğutma kanalları kullanılır. Kalıp sıcaklığını istenilen sınırlarda tutmayı sağlayan bu kanallara "soğutma kanalları" ve bu sisteme "soğutma devresi" adı verilmektedir [1].

Plastik enjeksiyon üretim süreci, plastik parçaların ve ürünlerin üretilmesi için kalıp kullanımını gerektirir. Plastik enjeksiyon kalıpları, bir plastik parçanın üretim sürecinde en önemli bileşenlerden biridir çünkü döngü süresini ve ürünün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Plastik parçaların optimum kalite özellikleri, yalnızca doğru kalıp sıcaklığı ve soğutma sisteminin efektif kullanımından elde edilmektedir.

Soğutma sistemi, enjeksiyon prosesinin en önemli parametrelerinden biridir. Parça kalitesine, çevrim süresine ve boyut değişimine (kalıpta çekme ve çarpılmaya) etkisi çok büyüktür [2].

Özellikle sıvı ve gazların taşındığı alt yapı sektöründe, yüksek dayanım gerektiren plastik boru hatlarına ve ekleme parçalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu plastik ekleme parçaları yüksek tesisat basınçlarına ve dış yüklere maruz kalmaktadırlar. Bu sektörde parça cidar kalınlıkları 3 mm'den 90 mm'ye kadar çıkabilmektedir. Plastik enjeksiyon ile üretim tekniğinin hızlı ve ekonomik üretimi bakımından çok rekabetçi olması, üreticileri bu gibi veya çok daha kalın cidarlı parçaları bu yöntem ile üretmeye zorlamıştır. Plastik enjeksiyon kalıplama tekniğinin doğası gereği kalıplama sonrası parçalarda boyut değişimleri (çekme ve çarpılma) yaşanmaktadır. Kalın cidarlı parçalarda ise bu boyut değişimleri daha yüksek seviyelerde yaşanmaktadır. Çünkü bu parçaların dış cidarı ile iç hacimlerinin donma süreleri arasında ciddi süre farkları bulunmaktadır. Bu durum ekleme parçalarında konum ve boyut (ölçüsel) toleranslarının dışına çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ince cidarlı parçaların geleneksel kalıplarda çevrim süreleri ortalama 15 ila 20 saniye civarlarındayken, kalın cidarlı bu parçalarda süreler ortalama 45 ila 60 dakika arasında değişebilmektedir. Çevrim sürelerinin artması, üretim adetlerini azaltacaktır. Ayrıca daha uzun teslim süreleri ve daha yüksek ürün maliyetlerine de neden olmaktadır.

Doğru kalıp soğutma tasarımları ile bu çevrim süreleri düşürülebilmektedir. Bu nedenle de yüksek cidar kalınlıklarına sahip parçaların kalıp içerisine işlenen soğutma suyu kanal tasarımlarının parça cidar kalınlık dağılımına göre homojen olacak şekilde dağıtılması gereklidir.

Bu çalışmada, yüksek cidar kalınlıklarına sahip ürünlerin plastik enjeksiyon kalıplarındaki soğutma sistemlerinin tasarımları ele alınmıştır. Klasik ve geliştirilmiş soğutma sistemi ile yapılan deneysel çalışmalar iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İki farklı soğutma sistemlerinin numune üzerindeki ölçü (çekme) ve şekil değişimlerine (çarpımalara) olan etkileri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Deneysel çalışmada yüksek cidar kalınlıklı ekleme parçası olarak kullanılan YYPE (Yüksek yoğunluklu polietilen) malzemeden hem klasik hem de geliştirilmiş soğutma sistemine sahip tek gözlü bir kalıpta numuneler basılarak, karşılaştırmalar yapılmıştır.

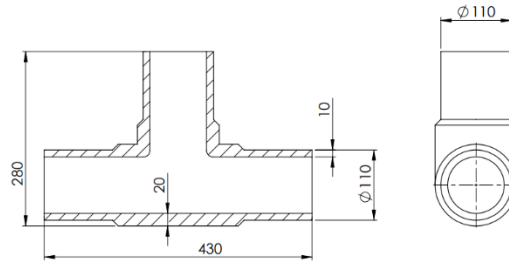
2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1.Malzeme

Deneysel çalışma kapsamında plastik enjeksiyon yöntemiyle basılan polimer malzeme karbon siyahı katkılı ve granül yapıda olup farklı katkı ve dolgu maddesi içermeyen orijinal ham maddedir. Kullanılan malzemenin teknik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Deney numunesi olarak alt yapı çalışmalarında kullanılan ekleme T parçası belirlenmiştir (Şekil 1).

Tablo 1. Deneysel Çalışmada Kullanılan Plastik Malzemenin Teknik Özellikleri [2]

Kullanılan Malzemenin Adı (Tedarikçi)	Yoğunluğu (g/cm ³)	Çekme Dayanımı/ Elastiklik Modülü (MPa)	İşleme Sıcaklığı (°C)	Kalıpta Çekme Oranı %	Erime Akış Hızı (190°C/5 kg) (g/10 dak)	Termal İletkenlik (20°C) (W/mxK)	Doğrusal Termal Genleşme Katsayısı (K ⁻¹ x10 ⁻⁴)
YYPE (HDPE) (PE100 Ineos)	0,94-0,96	25 / 1100	190-240	2,0-3,0	0,3	0,4	1,8



Şekil 1. Deney numunesinin teknik ölçüleri

2.2.Yöntem

Yapılan deneysel çalışmada plastik enjeksiyon kalıplarında kullanılan soğutma sistemi tasarımlarının, elde edilen numunelerin parça kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışma yöntemi sırasıyla beş adımdan oluşmaktadır. İlk olarak parça analizi, enjeksiyon kalıbı ve soğutma sistemi tasarımı, enjeksiyon kalıplama işlemi, lazer ile ölçüsel kontrol aşaması ve çekme testidir. Enjeksiyonla kalıplama işleminde farklı ütüleme sürelerinin çekme ve çarpımadaki etkisi ayrıca ele alınmıştır.

Tablo 2’de makine-teçhizat, donanım, yazılımların teknik özellikleri verilmiştir. Çalışmanın ilk aşamada kontrol numunesi olarak klasik soğutma kanalları kullanılan enjeksiyon kalıbında numunelerin basılması ile başlanmıştır. Daha sonra Moldex3D akış analiz programından yararlanılarak numunenin kalıpta dolun ve soğuma analizleri gerçekleştirilmiştir. Numune soğuma analizinden yararlanarak kalıp soğutma kanallarının konumları yeniden belirlenmiştir. Klasik sistemdeki dağıtımdan farklı olarak

yeniden tasarlanan yani geliştirilen soğutma sistemi ile yeni kanal dağıtım düzeni oluşturulmuştur. Bu analizlerde kullanılmak üzere soğutma kanalı ve çevrim süresi hesaplamaları yapılmıştır.

Tablo 2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Donanımların Teknik Özellikleri

Kullanılan Makine-Teçhizat, Donanım ve Yazılımlar	Teknik Özellikleri
Enjeksiyon Makinesi	KraussMaffei- Basma Kapasitesi:3500 g Kapama Kuvveti: 500 ton
Enjeksiyon Kalıbı	Tek gözlü, Su soğutmalı, Maçalı ve iki plakalı, Normal yolluklu kalıp sistemi
Akış Analiz Programı	Moldex3D®
Çekme Testi Cihazı	Tinius Olsen 2000 kN

2.2.1. Soğutma Sistemlerinde Çevrim Süresinin Hesaplanması

Enjeksiyon kalıplama işleminin soğuma aşaması, toplam çevrim süresinin %75-80'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle soğuma süresindeki bir azalma toplam çevrim süresini azaltarak üretim oranını arttırmaktadır.

Soğutma sistemi tasarımı, öncelikle tasarımcıların deneyimlerine dayanıyordu, ancak yeni hızlı prototipleme süreçlerinin geliştirilmesi, çok karmaşık kanal yapılarını üretmeyi mümkün kılmaktadır. Bu nedenle soğutma sistemlerindeki tasarım problemleri optimize edilerek formüle edilmelidir. Teorik minimum soğutma süresi aşağıda (1) denkleminde verilmiştir [3].

$$t_c = \frac{s^2}{\pi^2 a} \ln \left[\frac{8}{\pi^2} \frac{(T_M - T_W)}{(T_D - T_W)} \right] \quad (1)$$

t_c = Soğutma süresi, (s)

s = Cidar (et) kalınlığı, (mm)

a = Termal yayılma, (mm^2/s)

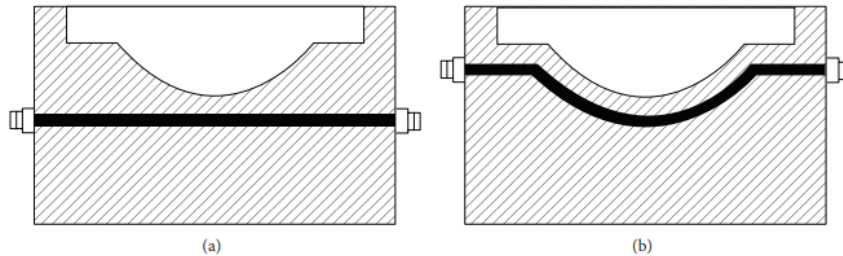
T_M = Erime sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_W = Duvar sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_D = Kesit üzerindeki ortalama sıcaklık, ($^{\circ}C$)

2.2.2. Soğutma Kanal Tasarımları ve Hesaplamaları

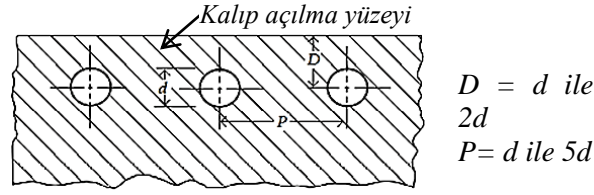
Genel olarak soğutma kanalları, kaba işleme proseslerinde delme veya frezeleme işlemleri ile elde edilirler. Kaba işlenmiş iç yüzeyler, türbülanslı akışı arttıracak, bunun sonucunda daha iyi bir sıcaklık değişimi sağlanacaktır. Türbülanslı akış, türbülanssız akışa göre yaklaşık 3-5 kat daha iyi soğutma sağlayacaktır. Soğutma kanalları, kalıp boşluğuna (cavity) mümkün olduğunca yakın konumlandırılmalı ve birbirileri arasındaki merkez mesafeleri eşit tutulmalıdır (Şekil 2b). Soğutma kanallarının tasarımında, kalıp çeliklerinin mekanik dayanımı da göz önünde tutulmalıdır [4].



Şekil 2. (a) Düz delinmiş soğutma kanal yapısı. (b) Konformal soğutma kanal yapısı [5].

Soğutma kanalları için uygun konum, kalıp yüzeyinden ayrı olarak uygun mesafede ve ardışık soğutma kanalları arasında kalıp boşluğunun veya göbeğinin içerisidir. Şekil 3' de, soğutma kanalı çapı (d), kalıp açılma (boşluk) yüzeyi ile soğutma kanalı merkezine olan mesafe (D) ve kanallar arasındaki mesafe (P)

gösterilmiştir. Soğutma kanal çapları genelde 10-14mm arasında değişir. Tasarımda, “D” nin Çelik malzemeler için $1 \times d$, Berilyum için $1.5 \times d$ ve Alüminyum için $2 \times d$ olması tavsiye edilmektedir [7].



Şekil 3. Soğutma kanal tasarımı ve konumu [5].

Soğutma kanalı tasarımında bir diğer önemli nokta, soğutucu akışkanın laminer akıştan ziyade türbülanslı olmasını sağlamaktır. Kalıptan uzaklaştırılan ısının miktarı, soğutucu akışkanın hızıyla ilişkilidir. Isı transfer miktarı, akışkanın laminer akıştan türbülanslı akışa geçmesiyle artmaktadır. Laminer akışta, akışkanın sadece kanal çeperlerine yakın olan bölgeleri kanal çeperleriyle temas halindedir, türbülanslı akışta ise daha fazla akışkan çeperlere temas etmektedir. Bu durum ısı transferini arttırmaktadır. Akışın rejimi, laminer veya türbülanslı olması, boyutsuz bir sayı olan Reynolds sayısı ile belirlenir. Reynolds sayısı (2) nolu denklemde verilmiştir [3].

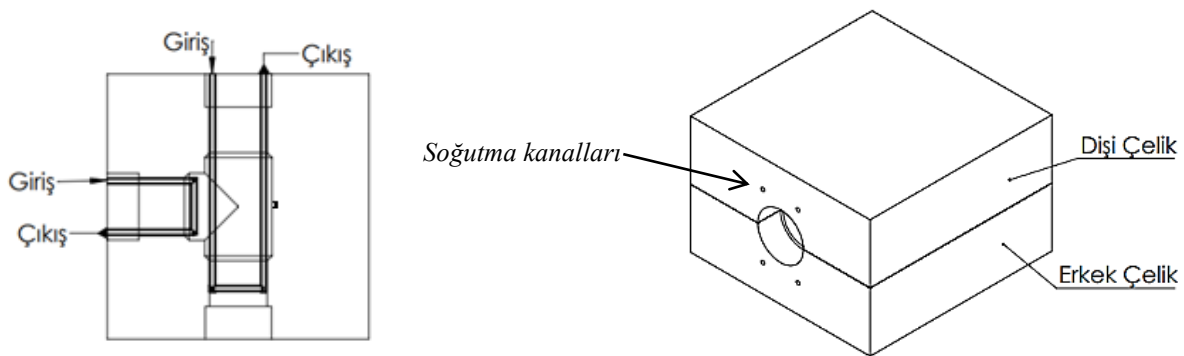
$$Re = \frac{Dv\rho}{\eta} \quad (2)$$

D = soğutma kanal çapı (m)
 v = soğutma sıvısı hızı (m/s)
 ρ = soğutma sıvısı yoğunluğu (kg/m^3)
 η = soğutma sıvısı viskozitesi ($\times 10^{-6} \cdot \text{m}^2/\text{s}$)

Dairesel kesitli bir kanal geometrisi için, Reynolds sayısı >2300 olduğunda türbülanslı akış meydana gelir. Türbülans arttıkça soğutma sisteminin ısı transfer katsayısı artmaya devam eder, bu nedenle soğutma kanalları için Reynolds sayısının tasarım sınırı > 5000 ve tercihen 10.000'e eşit olmalıdır [3].

2.2.3. Klasik Soğutma Sistemi

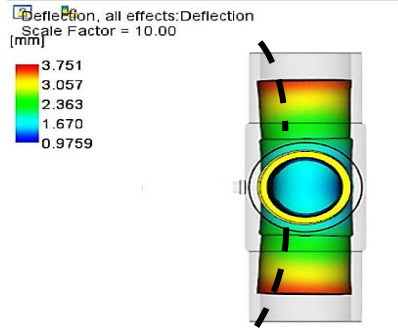
DeneySEL çalışmada kullanılan kalıbın soğutma sistemi ilk olarak klasik tasarlanmış olup, bu sistemde su dolaşımı plakalarda iki giriş, iki çıkış şeklinde yapılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Klasik soğutma sistemli tasarım

Bu klasik tasarımda soğutma sıvısı bir kanaldan girer, soğutma kanalları boyunca ilerler ve diğer noktadan çıkar. Soğutma suyunun giriş sıcaklığı ile çıkarken geçtiği kanaldan üzerine aldığı ısı ve sıcaklık birbirine eşit değildir. Su çıkışta ısınacaktır. Buradaki diğer temel problemlerden bir diğeri de soğutma kanalı et kalınlığının düşük ve yüksek olduğu bölgelerden eşit uzaklıkta geçmektedir. Hâlbuki numune et kalınlığının fazla olduğu bölgeler daha geç soğuyacağı için o bölgelerin daha fazla soğutulması gereklidir. Klasik sistemde soğutma kanallarının kalıp boşluğuna eşit olmayan mesafelerde

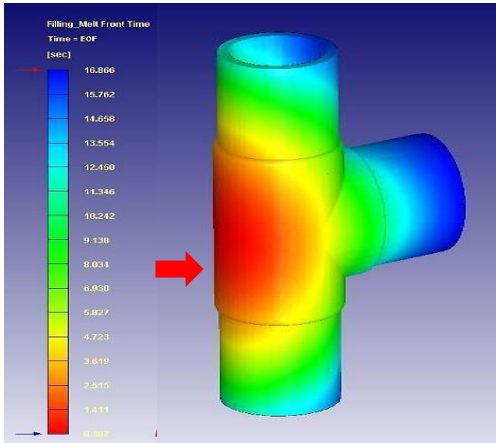
olması parçada homojen olmayan bir soğutma meydana getirecektir. Ayrıca soğutma kanallarının klasik sistemde daha uzun olması da su sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda parçada, istenmeyen (çarpılma, çökme gibi) şekil ve boyut değişimleri oluşmaktadır (Şekil 5).



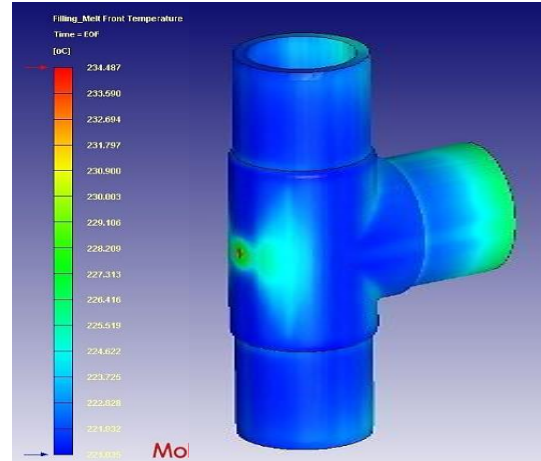
Şekil 5. Analiz sonuçlarında numunede meydana gelen çarpılmalar

2.4. Geliştirilmiş Soğutma Sistemi Tasarımı

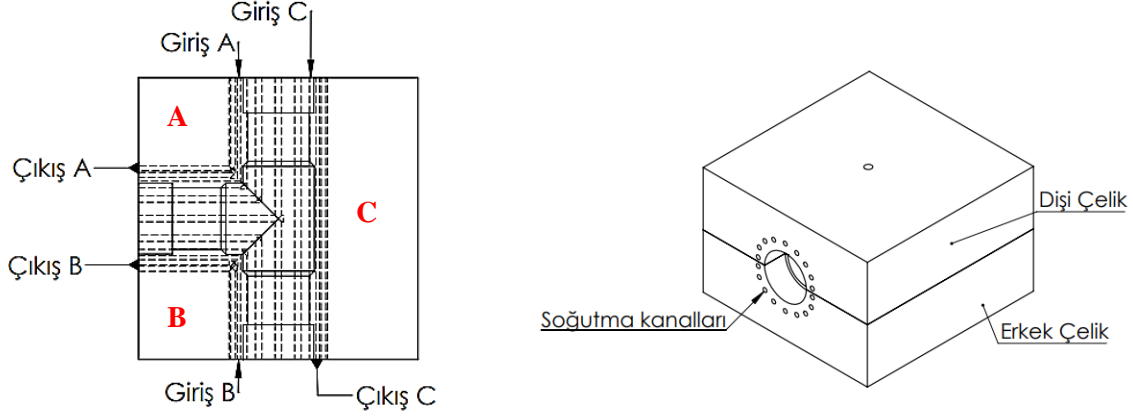
Moldex3D analiz programında, parça geometrisi üzerinde giriş yerleri belirtilerek parçanın kalıpta dolma süresi ve sıcaklık dağılımları için akış analizi gerçekleştirilmiştir. Şekil 6'da kalıbı doldurma süresi ve Şekil 7'de ise kalıplama anında numune üzerinde oluşan sıcaklık dağılımı gösterilmiştir. Analiz üzerinde yapılan çalışmada klasik bir soğutma sisteminin yeterli olmadığı, et kalınlığının fazla olduğu kısımların yeterince soğutulmadığı ve homojen bir soğutma gerçekleşmediği görülmüştür. Bunun için farklı bir soğutma kanal tasarımının uygulanması gerektiği fikri ortaya çıkmıştır. Çünkü üründe soğutulması gereken bölgenin yüksek et kalınlığına sahip bölgeler olduğu belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda girişin bulunduğu bölge en yüksek sıcaklığa sahip iken akışın girişten uzak olduğu bölgelerde sıcaklığın azaldığı görülmüştür. Ayrıca cidar kalınlığının fazla olduğu orta gövde kısmında da sıcaklığın yüksek olduğu görülmektedir. Geliştirilen sistemde soğuma kanalları, klasik tasarımın aksine sayısı artırılmış ayrıca kalıp boşluğuna dairesel olarak konumlandırılmasının daha ideal çözüm olacağı ön görülmüştür (Şekil 8).



Şekil 6. Parçanın kalıpta dolma süresi dağılımı



Şekil 7. Parçanın dolum esnasındaki sıcaklık dağılımı



Şekil 8. Geliştirilmiş soğutma sistemli tasarım

Erkek plakada A bölgesinde 3 giriş 3 çıkış, B bölgesinde 3 giriş 3 çıkış ve C bölgesinde de 3 giriş ve 3 çıkış şeklinde toplamda 9 giriş 9 çıkışlı bir soğutma kanal tasarımı yapılmıştır. Aynı şekilde dişi plakada da aynı soğutma giriş çıkışları yapılarak parçayı homojen bir şekilde çevreleyen bir yapı mevcuttur. Soğutma kanalları klasik sistemdeki gibi uzun bir kanal hattı boyunca yapılmayıp daha kısa yoldan ve her bölgeyi ayrı ayrı soğutacak şekilde açılmıştır. Özellikle yüksek et kalınlığına sahip orta bölgeyi soğutmak için C bölgesinde oluşturulan 3 giriş 3 çıkış şeklinde düz bir hat açılmıştır. Bu durum suyun ısınmasını da önleyeceği için parçayı daha fazla soğutması düşünülmektedir. Tablo 3’ de klasik ve geliştirilmiş soğutma sistem tasarımlarının teknik özellikleri verilmiştir.

Tablo 3. Soğutma Sistemi Tasarımı Teknik Özellikleri

Deneysel Çalışma	Soğutma sıvısı	Kalıp malzemesi	Soğutma kanallarının çapı $\varnothing d$ (mm)	Kalıp boşluğuna olan mesafe D (mm)	Soğutma kanalları arası ölçüler P (mm)	Reynolds sayısı
Klasik Soğutma sistemli tasarım	Su	DIN 1.2738	10	25	60	7.000
Geliştirilmiş Soğutma sistemli tasarım	Su	DIN 1.2738	12	12	24	8.400

Deneysel çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada iki farklı soğutma sistemi aynı proses şartlarında gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise geliştirilmiş soğutma sistemi tasarımda ütüleme süreleri artırılarak ütüleme süresinin parça çekme ve çarpılmasına olan etkisi araştırılmıştır. İki çalışma sonucunda numunelerin çarpılma değerleri incelenmiştir. İlk aşamada deneyler Tablo 4’ de verilen şartlarda hem klasik (KST) hem de geliştirilmiş (GST) soğutma sistemli kalıpta aynı proses koşullarında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. Klasik ve Geliştirilmiş Soğutma Sistemi İle Elde Edilen Numunelerin Proses Şartları

Kalıp Sıcaklığı ($\pm 2^\circ\text{C}$)	Çevrim Süresi (s)	Soğutma Süresi (s)	Enjeksiyon Basıncı (bar)	Ütüleme Basıncı (bar)	Ütüleme Süresi (s)	Enj. Sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	Enj. Kovan Sıcaklıkları ($^\circ\text{C}$)
40	360	220	80	60	110	210	210-205-200-190

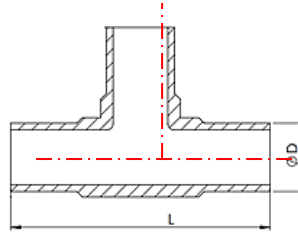
İkinci aşamada ise geliştirilmiş soğutma sistemi ile ütleme süreleri artırılarak numuneler elde edilmiştir. Deneyde kalıp sıcaklığı, enjeksiyon basıncı, enjeksiyon sıcaklıkları, ütleme basıncı ve soğuma süresi sabit tutulmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Geliştirilmiş Soğutma Sisteminde Farklı Ütleme Sürelerine Göre Deney Şartları

Geliştirilmiş Soğutma Sisteminde Prosesler	Çevrim Süresi (s)	Ütleme Süresi (s)	Soğuma Süresi (s)	Enjeksiyon Basıncı (bar)	Ütleme Basıncı (bar)	Kalıp Sıcaklığı $1 (\pm 2^{\circ}\text{C})$	Enj. Sıcaklığı $1 (^{\circ}\text{C})$	Enj. Kovan Sıcaklıkları ($^{\circ}\text{C}$)
Deney 1	360	160	170	80	60	40	210	210-205-200-190
Deney 2	360	200	130					
Deney 3	360	250	90					

2.2.5. Çekme Miktarının Belirlenmesi

DeneySEL çalışma kapsamında numuneler oda sıcaklığında çekme miktarları 0,01 mm hassasiyetinde dijital kumpas ile ölçülmüştür. Ölçümlerde yirmi dört saat sonra yapılan ölçü kontrollerindeki değerler dikkate alınmıştır. Ölçüm iki noktadan yapılarak, L ve çap (D) ölçüsünde % çekme değerleri incelenmiştir (Şekil 9). Bu iki ölçünün klasik ve geliştirilmiş soğutma sistemleri arasındaki çekme değerleri Şekil 10'da gösterilmiştir. Şekil 11'de ise geliştirilmiş soğutma sisteminde farklı ütleme sürelerindeki çekmeler verilmiştir.



Şekil 9. % Çekme değerleri ölçüm noktaları

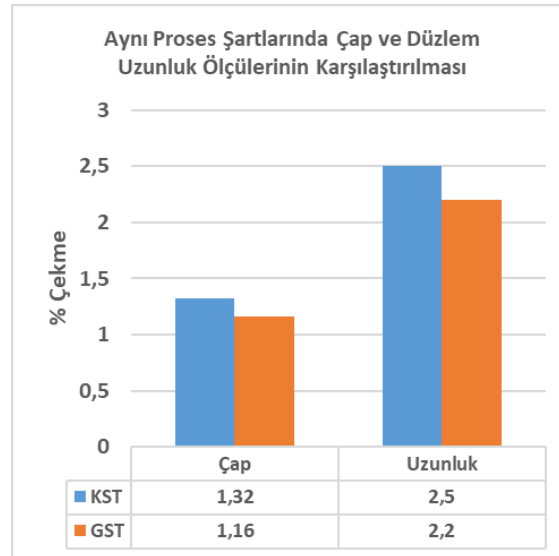
Numunelerin %çekme oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Düzlemsel yüzey için;

L_K : 430 mm (Kalıp gözü düzlem uzunluğu)

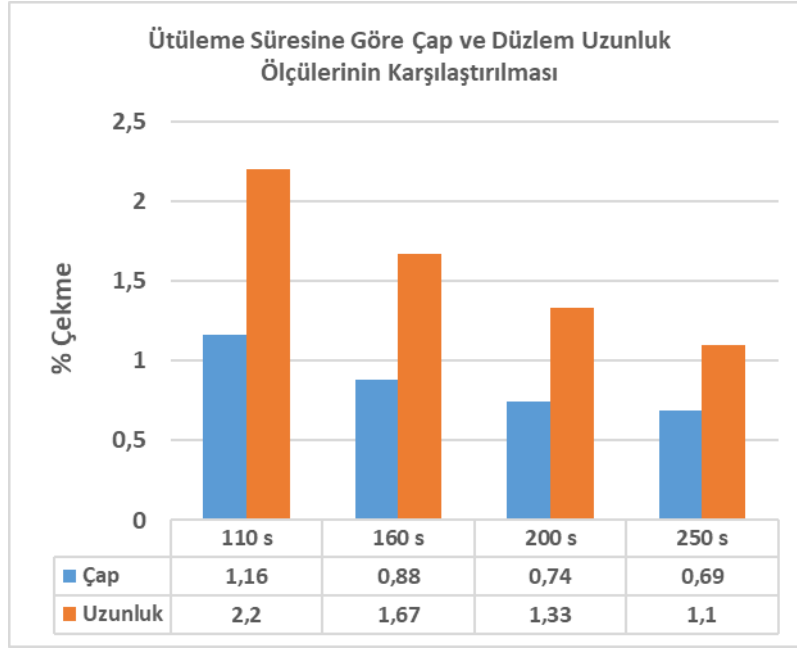
L: Numunenin düzlem uzunluğu (mm)

% Çekme Oranı = $(L_K - L) \cdot 100 / L_K$

(3)



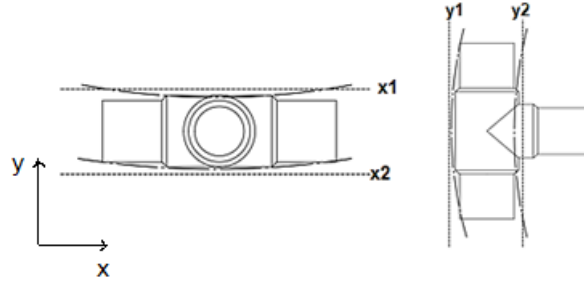
Şekil 10. KST ve GST % Çekme değerleri (Çevrim süresi:360s)



Şekil 11. Farklı ütuleme sürelerinde % Çekme değerleri

2.2.5. Çarpılma Miktarının Belirlenmesi

DeneySEL çalışma kapsamında numunelerde, kalıplama sonrasında Şekil 12’de görüldüğü gibi çarpılma görülmektedir. Çarpılma ölçümü 0,01 mm dijital kumpas ile yapılmıştır. Numune çarpılma miktarları y1-y2 ve x1-x2 düzlem eksenlerine göre kontrol edilmiştir.



Şekil 12. Numunelerde çarpılma şekli ve ölçüm noktaları

Çarpılma miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

L: Numunenin ideal boyu (mm)

l_1 : Numunenin x1 eksenindeki boyu (mm)

l_2 : Numunenin x2 eksenindeki boyu (mm)

l_3 : Numunenin y1 eksenindeki boyu (mm)

l_4 : Numunenin y2 eksenindeki boyu (mm)

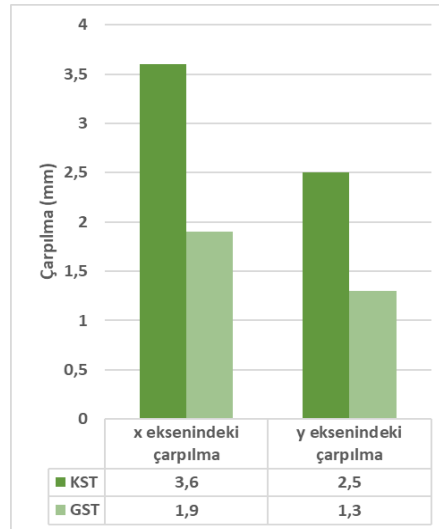
x_1 : $(L - l_1)$; x_2 : $(L - l_2)$; y_1 : $(L - l_3)$; y_2 : $(L - l_4)$

x: Numunenin x eksenindeki toplam çarpılma miktarı, $x_1 - x_2$ (mm)

y: Numunenin y1 eksenindeki çarpılma miktarı, $y_1 - y_2$ (mm)

(4)

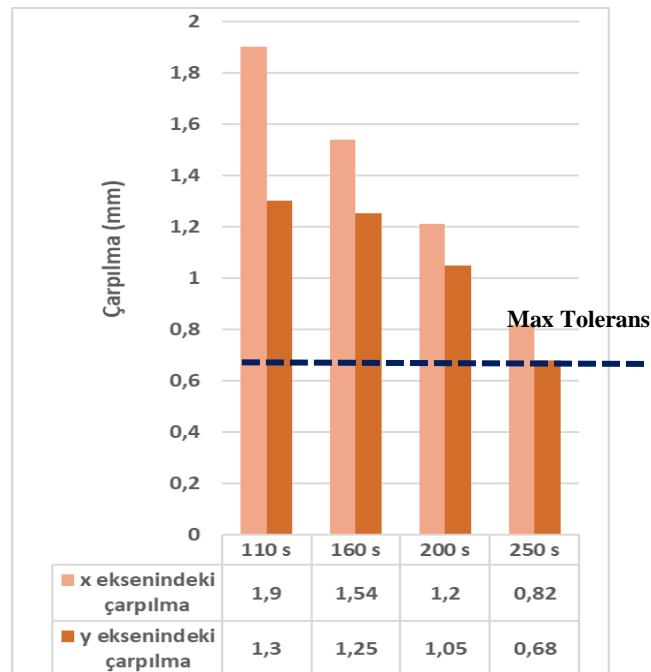
Tablo 4’ de belirtilen deney şartlarına göre elde edilen numunelerin, belirlenen düzlemlerde çarpılma değerleri aşağıda Şekil 13’ de verilmiştir.



Şekil 13. Düzlemlerdeki çarpılma grafiği (Çevrim süresi 360 s)

Aynı proses şartlarında geliştirilmiş soğutma tasarımında çarpılmanın klasik sisteme göre yaklaşık %50 azaldığı görülmüştür. Bu oran soğutma sisteminin ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Parçanın homojen bir şekilde soğutulması, numunenin farklı eksenlerde aynı oranda bir çarpılmasını sağlamaktadır. Bu numune için kabul toleransı x ve y düzlemlerinde maksimum 1 mm'dir.

İlk aşamada mevcut proses parametreleriyle, iki farklı soğutma sistemi ile elde edilen numunelerin sonuçlarına bakılmıştır. İkinci aşama olarak geliştirilmiş soğutma tasarımında, çevrim süresi 360 s olarak sabit tutulup, ütleme süresi artırılarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Tablo 5). Çarpılma ve çekmeyi azaltmak için parça kalıp içinde ütleme basıncı altında ütleme süresi boyunca bekletilir. Parça çıktıkça içeriye yeni eriyik dolması sağlanır. Ütleme süresi yolluk girişinin donmasına kadar devam eder. Bu kapsamda yapılan deneysel çalışma sonuçları Şekil 14' de gösterilmiştir.



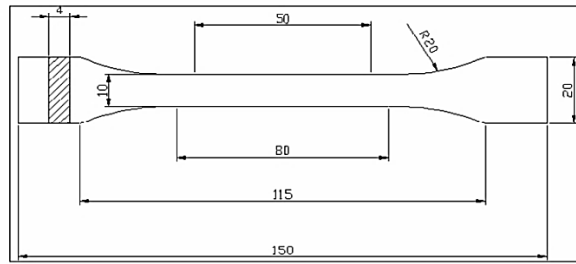
Şekil 14. GST'de farklı ütleme sürelerine göre düzlemlerdeki çarpılma grafiği (Çevrim süresi 360 s)

Ütleme süresinin artması çarpılma miktarını azaltmıştır. Geliştirilmiş soğutma sisteminde ilk duruma göre, ütleme süresinin 250 s'ye çıkarılması numune kabul toleranslarını sağlamıştır.

Yapmış olduğumuz deneysel çalışmada bilhassa yüksek cidar kalığına sahip YYPE malzemelerde çekme ve çarpılmaların azaltılmasına çalışılmıştır. Literatüre de uygun olarak geliştirilen konformal soğutma sistemlerinin ve ütleme süresinin parça kalitesine doğrudan ilişkisi olduğu görülmüştür. Çevrim süresini aynı tutarak sadece ütleme süresini arttırmak çekme ve çarpılmaları yaklaşık olarak %50 'ye kadar azalttığı tespit edilmiştir.

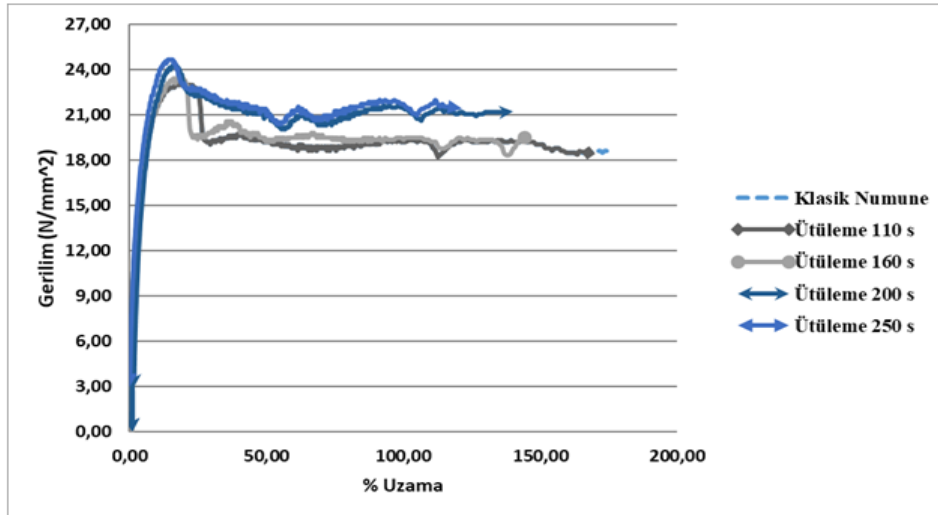
2.2.6. Çekme Testi ve Sonuçları

Deney numuneleri, genelde enjeksiyonla doğrudan veya basınçla kalıplanan plakalardan kesilip hazırlanır. Örneklerin şekil ve boyutları, kopma anında oldukça yüksek uzama gösteren ve göstermeyen plastik malzemeye bağlı olarak iki farklı ölçüde; bunların dışındakiler için ise (Tip 1) Şekil 5' de verilen genel ölçülerdedir. Aşağıda verilen ölçüler ISO 527-2'ye göre Tip 1-A deney numunesi için geçerli olan standart ölçüleridir. Tip 1-A doğrudan kalıplanmış çok amaçlı deney parçaları için kullanılan çekme deneyi numunesidir [8]. Ütleme süresi arttırılan numuneler üzerinden çekme deneyi için ISO 527-2 standardına göre deney numuneleri alınmıştır.



Şekil 15. Çekme Testi deney numunesi ölçüleri (ISO 527-2 Tip 1A)

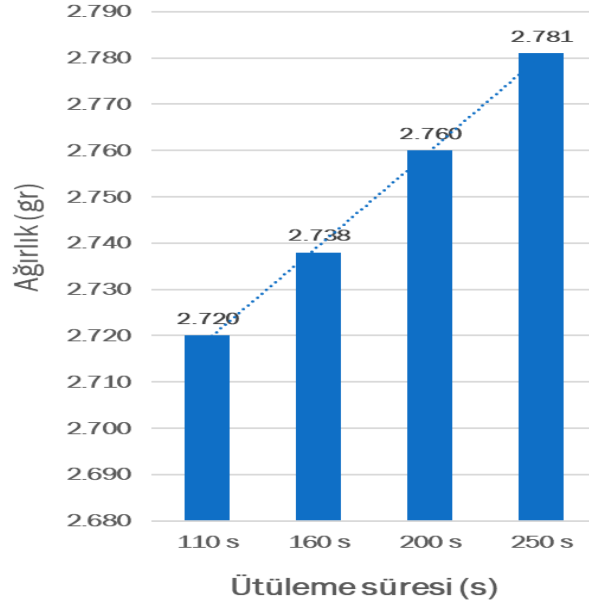
- Toplam Uzunluk (mm): 150
- Dar Paralel Kenarlı Kısımın Uzunluğu (mm): 80
- Yarıçap (mm): 20
- Uçlardaki Genişlik (mm): 20
- Dar Kısımın Genişliği (mm): 10
- Et Kalınlığı (mm): 4
- Ölçme Uzunluğu (mm): 50
- Çeneler Arası Mesafe (mm): 115



	Gerilim (N/mm ²)	Artış Yüzdesi
Klasik Numune	22,92	-
Ütleme 110 s	22,99	0,35%
Ütleme 160 s	23,42	2,14%
Ütleme 200 s	24,25	5,48%
Ütleme 250 s	24,69	7,16%

Şekil 16. GST' de ütleme süresine bağlı çekme mukavemet deney sonuçları

Çekme ve çarpılmayı azaltmak için parça, kalıp içinde bir ütüleme basıncı ve süresi altında bekletilir. Parça çıktıkça içeriye yeni eriyik dolması sağlanır. Ütüleme safhası yolluk donana kadar devam eder. Ütüleme süresinin artması numunelerin ağırlık ve çekme mukavemetlerini arttırmıştır. Şekil 16 'dan da görüleceği üzere klasik numuneye göre ütülemenin 110 s olması %0,35, 160 s olması %2,14, 200 s %5,48 ve 250 s olması %7,72 oranında çekme mukavemetini arttırmıştır. Şekil 17 'de ütüleme süresine bağlı numune ağırlığının değişimi de verilmiştir. Numune ağırlıkları 2,72 gr 'dan 2,78 grama çıkararak, %2,3 oranında bir artış görülmüştür.



Şekil 17. Ütüleme süresine bağlı numune ağırlıkları

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada enjeksiyon kalıplarında soğutma tasarımlarının parça üzerindeki etkilerinin deneysel olarak incelenmiştir. Bu çalışmadan aşağıdaki genel sonuçlar çıkarılmıştır:

- Klasik soğutma sisteminde x ve y eksenlerinde çarpılma miktarlarının, geliştirilmiş soğutma sistemine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Geliştirilmiş soğutma sistemi klasik sisteme göre, çekmede sırasıyla çapta %12,12 boyda %12; çarpılmalarda ise %47,22 iyileşme sağlamıştır.
- Klasik soğutma sisteminde bölgesel olarak özellikle yüksek et kalınlığına sahip parçalarda eş zamanlı bir soğutma sağlanamayacağı görülmüştür.
- Ütüleme süresinin 140 saniye artması ile numunelerin çekme miktarları çapta %40,5, boyda %50; çarpılma miktarları ise %47,69 azalmıştır.
- Ütüleme süresinin 140 saniye artması ile numune ağırlıklarında %2,2 kadar artış tespit edilmiştir. Bu durum mekanik değerleri de doğrudan etkilemiştir. Ütüleme süresi %56 oranında arttırıldığında numunelerin çekme mukavemetinde %7,16'ya kadar artış gözlenmiştir.
- Geliştirilmiş soğutma sisteminde, klasik sisteme oranla Reynolds sayısı %20 oranında arttırılarak akış daha türbülanslı hale gelmiştir. Bu durum daha kısa sürede iyi bir ısı transferi sağlamıştır.
- Soğutma kanalı tasarımında paket program kullanılması ve bu sayede yapılacak akış analizleri ile doğru bir kalıp tasarımına yol gösterebileceği ortaya konulmuştur. Akış analizi yapılarak tasarlanmış soğutma sistemlerinin, parça kalitesinde önemli yeri olan çökme ve çarpılmayı iyileştireceği ve kalite değerleri yüksek ürünler elde etmemizi sağlayabileceği görülmüştür.
- İyi bir soğutma sistemi tasarımında dikkat edilmesi gereken en önemli hususun, soğutma kanallarının kalıp kavitesine (gözüne) mümkün olan en kısa mesafede ve homojen bir şekilde dağıtılması gerektiği bu çalışmada gözlemlenmiştir.

4. TARTIŞMA

Enjeksiyon kalıplamada soğutma kanalının kalıp boşluğuna olan mesafesi (D) genellikle ürün kalınlığına göre belirlenir. Tipik olarak, tatmin edici bir soğutma etkisi oluşturmak için bir soğutma kanalı, ürün yüzeyine eşit şekilde yakın olmalıdır. Kanal ile kalıp boşluğu arasındaki mesafe, yetersiz soğutma yoğunluğunu önleyecek kadar büyük olmalıdır [9].

Bu çalışmadaki ürünün orta bölgesindeki cidar kalınlığı yüksek (20mm) olup analiz programı ile numunedeki sıcaklık dağılımları daha net bir şekilde belirlenmiş olup soğutma sistemi buna göre tasarlanmıştır.

Özellikle tam simetrik olmayan parçalarda oluşan çarpılmalar ciddi şekil ve ölçüsel hatalara yol açmaktadır. Çarpılma, dengesiz çekmenin bir sonucu olduğundan çekmeyi etkileyen faktörler çarpılmayı da doğrudan etkilemektedir.

Demirer ve Arkadaşları [10] yaptıkları çalışmada, enjeksiyon kalıplarında soğutma sisteminin ürün üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Kalıp sıcaklığının artması ile çekme ve çarpılma değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Geliştirilen soğutma sistemi ile çekme ve çarpılmaların azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada çevrim süresinin uzaması çekme ve çarpılma miktarını azalttığı görülmüştür.

D.E. Dimla ve Arkadaşları [11] yaptıkları çalışmada, sanal prototipler kullanılarak enjeksiyonla kalıplanmış bir bileşenin soğutulmasında uygun kanalların tasarımı ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. İzlenen yöntem, kalıp çekirdeğinin ve boşluğunun oluşturulduğu parçanın bir 3D CAD modelinin oluşturulmasını içeriyordu ve bu yapıda bir konformal soğutma tasarımı yapılarak, klasik soğutma sistemlerine oranla soğuma sürelerinin optimize edilmesini göstermişlerdir.

M. Abasalzadeh ve Arkadaşları [12] yaptıkları çalışmada, soğuma süresinin artması PE malzemelerin hacimsel çekmesini azalttığı görülmüştür. Enjeksiyon basıncı, enjeksiyon sıcaklığı, ütüleme süresi ve soğuma süresi üzerine yapılan deneysel çalışmada minimum çekme için optimum şartlar tespit edilmiştir.

Literatür çalışması sonuçlarına göre geliştirilmiş konformal soğutma sistemleri, uzun çevrim süreleri, yüksek kalıp sıcaklıkları ve yüksek enjeksiyon basınçları ve de uzun ütüleme sürelerinde çekme ve çarpılma oranlarının düştüğü deneysel çalışmalarla da ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın daha ileriye götürülmesi açısından farklı kalıp sıcaklıkları ve enjeksiyon basınçları uygulanarak çekme ve çarpılma oranları incelenebilir. Ayrıca malzemeye farklı dolgu ve katkı malzemeleri ilave edilerek çekme oranlarına etkileri incelenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Turaçlı, H., Enjeksiyon Kalıpları İmalatı, Pagev Yayınları, İstanbul, 2000.
- [2] Agru America-<http://agruamerica.com/wp-content/uploads/2014/01/Technical-Data-Sheet-PE-100-Pipes-USA.pdf>
- [3] Sina Ebnesajjad, in Fluoroplastics (Second Edition), Volume 2: Melt Processible Fluoropolymers - the Definitive User's Guide and Data Book, 2015, Pages 236-281
- [4] DSM Design Guide, Performance and Value with Engineering Plastics, 52 p. 2005.
- [5] Mahesh S. Shinde¹ and Kishor M. Ashtankar², Cycle Time Reduction in Injection Molding by Using Milled Groove Conformal Cooling, CMC, vol.53, no.3, pp.207-217, 2017
- [6] K. M. Au, ConFormal Cooling Channels Design for Rapid Plastic Injection Mould, 2009.
- [7] D. V. Rosato and M. G. Rosato, Injection Molding Handbook, Springer, 2000.
- [8] EN ISO 527-2, Plastics - Determination of tensile properties - Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics, 2012
- [9] Chun-Ting Lu, Chun-Hsein Chen and Shi-Chang Tseng: Application of Conformal Cooling to Reduce Cooling Time and Warpage of a U-Shaped Plate, *AIP Conference Proceedings* 2065, 030007 (2019)

- [10] Demirer, A., Çakırgil E , Çoban A., ve Durat M., PP ve YYPE Malzemelerin Enjeksiyon Kalıplarında Üretilmesinde Soğutma Sisteminin Parça Kalitesine Etkisi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.
- [11] D.E. Dimla, M. Camilotto, F. Miani, Design and optimisation of conformal cooling channels in injection moulding tools, Journal of Materials Processing Technology 164–165 (2005).
- [12] M. Abasalizadeh, R. Hasanzadeh, Z. Mohamadian, T. Azdast and M. Rostami ,Experimental Study to Optimize Shrinkage Behavior of Semi-Crystalline and Amorphous Thermoplastics, Iranian Journal of Materials Science & Engineering Vol. 15, No. 4, December 2018

METİLPREDNİZOLON VE METİRAPON TEDAVİLERİNİN TRAVMA SONRASI STRES BOZUKLUĞUNDA NÖROKİMYASAL ETKİLERİ

Ayşe Melek Tanrıverdi Bademci

Marmara Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü/ Biyofizik
aysemelek42@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4785-1916

Banu Aydın

Marmara Üniversitesi / Tıp Fakültesi/ Biyofizik
banuaydin@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3267-8620

M. Zafer Gören

Marmara Üniversitesi / Tıp Fakültesi/ Tıbbi Farmakoloji
zgoren@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8800-4043

Hülya Cabadak

Marmara Üniversitesi / Tıp Fakültesi/ Biyofizik
hcabadak@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5757-2198

Özet

Travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) yaşanan bir travmayı çağrıştıran bir hatırlatıcının kişide travmayı yeniden oluşturması ile seyreden bir anksiyete bozukluğudur. Stresli uyaranlar ve olaylar, hipotalamik-hipofiz-adrenal (HPA) eksenini aktive eden bir dizi beyin yolağını etkiler. Stres dönemlerinde, hipotalamusun paraventriküler çekirdeği, enerji depolarının katabolizmasını artıran, fizyolojik ve psikolojik kaynaklarını harekete geçiren sinyal iletim yollarını aktive eden stres peptidi kortikotropin salgılatıcı faktörü salıverir. Bu da bireyin strese karşı uygun bir davranış tepkisine izin vermesinde etkilidir. Noradrenerjik iletinin miktarındaki veya etkisindeki artışlar, TSSB patofizyolojisine dahil edilmiştir. Bu artan ileti; artan noradrenalin salınımından, değişen beyin yanıtlarından veya her iki faktörün bir kombinasyonundan kaynaklanabilir. Önceki çalışmamızda TSSB sıçan modelinde metilprednizolon ve metiraponun rostral ponsdaki noradrenalin (NA) seviyeleri üzerine etkileri incelenmiş, travmaya maruz kalan sıçanların anksiyete indeksleri, kontrol sıçanlarının anksiyete indekslerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Hem stresli hem de stresli olmayan sıçanlarda metilprednizolon tedavisinin ardından donma süresinde önemli bir azalma gözlemlendi. Stresli sıçanların rostral pons'undaki NA içeriği, stresli olmayan sıçanlarınkinden önemli ölçüde daha yüksekti. Metilprednizolon veya metirapon tedavileri, stresli olmayan sıçanlarda NA içeriğini salin tedavisine kıyasla azalttığı bulunmuştur. Bu çalışmada, steroidlerin rolünü göstermek üzere TSSB sıçan modelinde travma öncesi metilprednizolon ve steroid sentez inhibitörü metirapon kullanılarak, hipotalamus bölgesinde NA düzeyi üzerindeki etkileri incelenmiştir. 200-250 gram ağırlığındaki Sprague-Dawley suşu dişi sıçanlar, fizyolojik tuzlu su, metilprednizolon veya metirapon tedavisi gören gruplara ayrılmıştır. Enjeksiyonları takiben, kontrol grupları ve travmatize gruplar iki oturumdan oluşan gerekli temiz ya da kirli kedi kumuna (doğal stres unsuru) maruz bırakılarak stres oluşturulmuştur, dekapitasyon işleminden sonra hipotalamustaki NA düzeyleri ELİSA kiti kullanılarak analiz edilmiştir. Metilprednizolonla tedavi edilen sıçanların NA konsantrasyonu stresli sıçanlarda, stresli olmayan sıçanlara göre daha az bulunmuştur ($p<0.05$). Travmatik olay ile hipotalamustaki NA düzeylerinin arttığı sonucuna vardık. Bulgular, metilprednizolon tedavisinin, anksiyeteyi baskılayabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Noradrenalin, hipotalamus, metilprednizolon, metirapon.

NEUROCHEMICAL EFFECTS OF METHYLPREDNISOLONE AND METYRAPONE THERAPY IN POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER

Abstract

Post-traumatic stress disorder (PTSD) is an anxiety disorder characterized by a reminder that reminds a trauma experienced and re-creates the trauma in the person. During periods of stress, the paraventricular

nucleus of the hypothalamus releases the stress peptide CRF, which increases the catabolism of energy stores and activates signal transduction pathways. Increases in the amount or effect of noradrenergic transmission have been included in the pathophysiology of PTSD. This ascending message; It may be caused by increased noradrenaline release, altered brain responses, or a combination of both factors. In our previous study, the effects of methylprednisolone and metyrapone on noradrenaline levels in the rostral pons were examined in PTSD, and the anxiety index of rats exposed to trauma was found to be significantly higher than the anxiety index of control rats. A significant reduction in freezing time was observed following methylprednisolone treatment in both stressed and non-stressed rats. The noradrenaline(NA) content in rostral pons of stressed rats was significantly higher than that of non-stressed rats. Methylprednisolone or metyrapone treatments have been found to reduce NA content compared to saline treatment in non-stressed rats. In this study, to demonstrate the role of steroids, their effects on the NA level in the hypothalamus region were investigated using methylprednisolone and metyrapone in a rat model of PTSD. Female rats of the Sprague-Dawley strain were divided into groups treated with physiological saline, methylprednisolone, or metyrapone. Following the injections, rats were exposed to the necessary clean or dirty cat litter consisting of two sessions to create stress. NA levels were analyzed using the ELISA kit. NA concentration of methylprednisolone-treated rats was found to be less in stressed rats than non-stressed rats ($p<0.05$). We concluded that the NA levels in the hypothalamus increased with the traumatic event. The findings suggest that methylprednisolone treatment may suppress anxiety.

Keywords: Noradrenaline, hypothalamus, methylprednisolone, metyrapone.

1. GİRİŞ

Travma sonrası stres bozukluğu, yaşanan bir travmayı çağrıştıran hatırlatıcının kişide travmayı yeniden oluşturması ile seyreden bir anksiyete bozukluğudur. Özellikle depresyon, yangın, sel baskınları, terör saldırıları, savaşlarda vb. durumlarda travmaya maruz kalan kişilerde görülmekte ve bu kişilerin topluma adaptasyonunda zorluklar görülmektedir. TSSB yaşanacak herhangi bir travmatik olaydan veya yoğun korku, dehşet ya da bedensel zarara maruz kalmayı içeren yaşamı tehdit edici olaylardan sonra meydana gelebilmektedir. TSSB gelişimini etkileyen sayısız risk faktörleri öne sürülmüştür. TSSB doğrudan travma ile ilişkilendirilen ruhsal bozukluklar arasında yer almaktadır (American Psychiatric Association DSM-V, 2013). Şimdiye kadar TSSB'nin farmakolojik tedavisi bulunamamıştır. Mevcut tedaviler daha çok semptomları hedef almakta ve bu semptomları hafifletmek amacıyla uygulanmaktadır. Hafifleyen semptomlar kişisel olarak travma ile baş etmeye olanak sağlamaktadır.

HPA aksı aktivasyonu, adrenal korteks içinde endojen glukokortikoidlerin üretimini uyarmaktadır (Cain ve Cidlowski, 2017) HPA aksı, stres gibi uyarınları yorumlar ve karşılık gelen bir fizyokimyasal yanıtı dönüştürür (Xavier ve ark., 2016). HPA aksı vücutta geniş bir dağılımla glukokortikoid reseptörlerine bağlanarak bir haberci görevi görmektedir (Cain ve Cidlowski, 2017). Stres periferik sinir sisteminde, NA'nın salgılanmasını indükleyen sempatik sinir sisteminin aktivasyonuna neden olmakta ve adrenal medulladan epinefrin /adrenalin salgıya ya da kaç (fight or flight) cevabına aracılık etmektedir. Yani bir stresöre maruz kalmak sempatik sinir sisteminde aktivasyona neden olur ve adrenal medulladan NA salınımına öncülük eder. Glukokortikoid salınımı sempatik sinir uçlarından NA salınımı inhibisyonundan sorumludur. Sempatik sinir sisteminin uzun süreli hiperaktivitesi TSSB'nin karakteristiklerinden biridir (Zatzick ve ark., 2005; Pacak ve ark., 2005; Pervanidou ve Chrousos, 2010). TSSB hayvan modeli oluşturmak için sık olarak kullanılan 2 hayvan modeli vardır. Kaçınılmaz elektrik şoku ve saldırgan hayvan stresi uygulamalarıdır. Herhangi tek bir hayvan modeli ile TSSB'nin içerdiği tüm karmaşayı taklit etmek mümkün değildir. Bununla birlikte seçilmiş başlıca özellikler modellenilebilmekte, bunlar üzerinde çalışılabilmektedir. Çalışmamızda saldırgan hayvan stresi oluşturmak için kirli kedi kumu protokolü uygulandı (Aykaç ve ark., 2012; Cohen ve ark., 2012; Gören ve Cabadak, 2016).

Metilprednizolon sentetik bir glukokortikoiddir (Timmermans ve ark., 2019). Glukokortikoid reseptör agonisti olarak işlev görmektedir. Metilprednizolon yapısal ve işlevsel olarak endojen kortikoidleri taklit eder ve benzer bir şekilde HPA aksı üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir (Xavier ve ark., 2016).

Metirapon çalışmalarında adrenal fonksiyonun aktivitesini değerlendirme amacıyla kullanılan adrenal steroid inhibitörüdür (Mycek ve ark., 2001).

Önceki çalışmamızda metirapon ve metilprednizolon tedavisinin, kirli kedi kumu ile oluşturulan TSSB sıçan modelinde anksiyete indeksi, dona kalma süresi ve rostral ponsta NA düzeyi üzerine etkisi incelenmiş ve travmaya maruz kalan sıçanların anksiyete indeksleri, kontrol sıçanlarının anksiyete indekslerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Hem stresli hem de stresli olmayan sıçanlarda metilprednizolon tedavisinin ardından dona kalma sürelerinde önemli bir azalma gözlenmiştir. Stresli sıçanların rostral ponsundaki NA içeriği, stresli olmayan sıçanlarından önemli ölçüde daha yüksekti. Metilprednizolon veya metirapon tedavileri, stresli olmayan sıçanlarda NA içeriğini salin tedavisine kıyasla azaltmıştır (Tanrıverdi Bademci ve ark., 2019). Bu çalışmada, steroidlerin rolünü göstermek üzere TSSB sıçan modelinde travma öncesi metilprednizolon ve steroid sentez inhibitörü metirapon kullanılarak, hipotalamus bölgesinde NA düzeyi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Stres Oluşturulma Protokolü

200-250 gram ağırlığındaki Sprague-Dawley suşu dişi sıçanlar Marmara Üniversitesi Deney Hayvanları Merkezi'nden (DEHAMER) temin edildi. Deney ve kontrol gruplarının her birinde 7 sıçan olacak şekilde ayrıldı. Sıçanlar nem oranı %50±5 ve sıcaklığı 21±3°C olan ortamda 1 hafta boyunca ters sıklusa alışma evresi geçirmişlerdir (Şekil 1). Gerekli ilaç enjeksiyonlarını takiben deney grupları kirli kedi kumuna 10 dakika boyunca maruz bırakılmışlardır (Kirli kedi kumu, aynı kedi tarafından 3 gün boyunca kullanılmış 125 ml kedi kumundan oluşmaktadır). Bir haftalık bekleme süresinin ardından travma çağrıştırıcısı olarak temiz kedi kumuna maruziyet sağlandı. Kontrol grupları ise her iki aşamada da temiz kedi kumuna maruz bırakıldı.



Şekil 1. Stres oluşturulma protokolü

2.2. İlaçlar

Sıçanlara gerekli fizyolojik tuzlu su (FTS, 0.1 ml / 100 gr), metilprednizolon (20 mg/kg; Mustafa Nevzat, Türkiye) veya metirapon (100 mg/kg; Santa Cruz Biotechnology, Inc, CA, ABD) tedavileri intraperitoneal enjeksiyonlar şeklinde uygulandı.

2.3. Doku Örneklerinin Hazırlanması

Hipotalamus dokuları 1 mg doku örneği başına 200 µl soğuk PBS (pH = 7.4) ilave edilerek homojenat haline getirilmiştir. 3000 rpm'de (4° C) 20 dakika santrifüjlendikten sonra, süpernatant toplandı ve deney yapılana kadar -80 ° C'de tutuldu. Doku homojenatlarının protein içeriği Lowry yöntemi (Lowry ve ark., 1951) kullanılarak belirlendi.

2.4. Noradrenalin Analizi

Doku homojenatlarında, NA seviyesi 450 nm'de kolorimetrik yöntem kullanılarak belirlendi . NA seviyesi, Rat Noradrenaline ELISA test kiti (Sunred Biotechnology Company, Çin) protokolüne göre

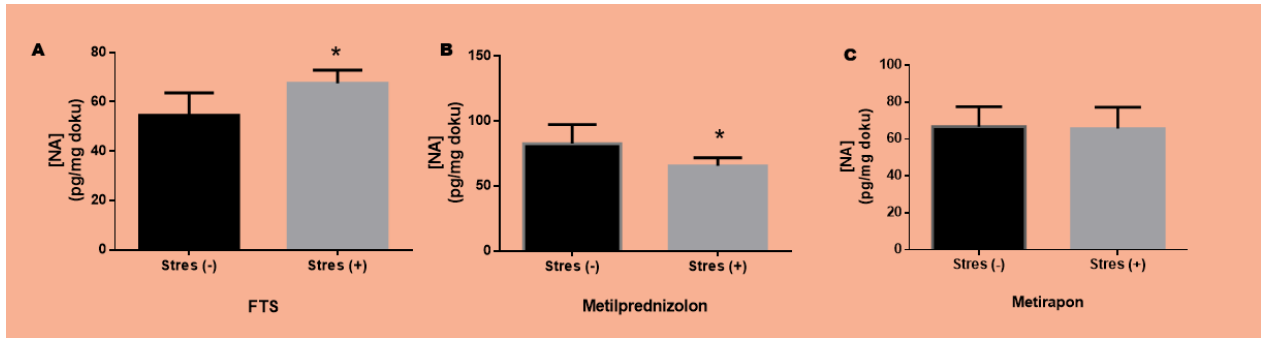
ile tespit edildi. Homojenatlardaki NA içeriği dokulardaki protein seviyelerine göre ayarlandı ve pg / mg doku olarak ifade edildi.

2.5. İstatistiksel Analiz

Tüm veriler ortalama \pm SEM olarak ifade edilmiştir. Stresli ve stresli olmayan sıçanların NA düzeyleri unpaired Student's t-test kullanılarak karşılaştırıldı. Tüm istatistiksel hesaplamalar için, $p < 0.05$ değerinde anlamlılık kabul edildi. İstatistiksel analiz için GraphPad Prism 6.0® kullanıldı (GraphPad Software, San Diego, ABD).

3. SONUÇ

NA seviyesi, stres oluşturulmamış sıçanlarda 54.58 ± 4.54 pg/mg iken stres oluşturulmuş sıçanlarda 67.53 ± 2.16 pg/mg'a yükseldi (Şekil 2). Stres oluşturulmuş sıçanların hipotalamuslarındaki NA içeriği, stres oluşturulmamış sıçanlarınkinden önemli ölçüde daha yüksek bulundu ($p = 0.0203$). Metilprednizolon ile tedavi edilen sıçanların NA konsantrasyonu stres oluşturulmuş sıçanlarda, stres oluşturulmamış sıçanlara kıyasla azaldı (sırasıyla 82.72 ± 6.56 pg/mg ve 65.54 ± 2.79 pg/mg, $p = 0.0426$). Metiraponla tedavi edilen sıçanlarda hipotalamusta NA konsantrasyonlarının stres oluşturulmamış ve stres oluşturulmuş sıçanlarda sırasıyla 66.72 ± 4.84 pg/mg ve 65.60 ± 4.74 pg/mg olduğu bulundu; ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p = 0,8734$).



Şekil 2. Stres oluşturulmuş ve stres oluşturulmamış sıçan gruplarında hipotalamusta Noradrenalin düzeyleri: FTS tedavisi sonrasında (A), metilprednizolon (20 mg/kg) tedavisi sonrasında (B) ve metirapon (100 mg/kg) tedavisi sonrasında (C), *

Travmatize sıçanlardaki NA seviyeleri, travmatize olmamış kontrol gruplarına göre artışa neden oldu ($p < 0.05$). Metilprednizolon tedavileri, fizyolojik tuzlu su ile tedavi edilen travmatize olmamış sıçanlardan farklı bulunmuştur, bu da metilprednizolonun NA seviyelerini azaltmada etkili olduğunu gösterir.

4. TARTIŞMA

Glukokortikoidlerin HPA aksı üzerinde negatif geri bildirim uyguladığı ve stresin HPA aksı aktivasyonuna neden olduğu gösterildiğinden, metilprednizolon uygulamasının hipotalamusta NA düzeyi üzerindeki etkilerini araştırdık. Bu çalışmanın amacı, TSSB'de görülen aşırı uyarılma semptomlarından artmış noradrenerjik aktivitenin yer alıp almadığını araştırmaktır. Farklı araştırmacıların bulguları, amigdaladaki artmış noradrenerjik aktivitenin TSSB hastalarının aşırı uyarılma semptomlarında rol oynadığı hipotezini desteklemektedir (Krystal ve Neumeister, 2009; O'Donnell ve ark., 2004; Southwick ve ark., 1999; Strawn ve Geraciotti, 2008; Ronzoni ve ark., 2016). Noradrenerjik aktivitenin azalması ve artması sırasıyla TSSB hastalarında bazı semptomları hafifletmiş ve hızlandırmıştır (Boehnlein ve Kinzie, 2007; Bremner ve ark., 1997; Raskind ve ark., 2007; Southwick ve ark., 1993; Taylor ve ark., 2008; Ronzoni ve ark., 2016). Kortizol NA aktivitesinin azalmasına neden olduğundan, düşük kortizol düzeylerinin hastaların kolaylıkla TSSB geliştirmesine neden olabileceği varsayılmıştır.

Sonuç olarak, sonuçlarımız, kirli kedi kumu ile travmatize olmuş sıçanlarda hipotalamustaki NA içeriğinin arttığını ve bu artışın model için ek bir nörokimyasal kanıt görevi görebileceğini göstermiştir. Metilprednizolon veya metirapon ile tedavi edilen stres oluşturulmuş sıçanlarda NA

seviyelerinde azalma eğilimi tespit etmemize rağmen, sadece metilprednizolon ile tedavide istatistiksel anlamlılık saptandı. Metilprednizolon uygulaması, HPA aktivitesini inhibe ederek kortikotropin salgılatıcı faktörde azalmaya ve bunun sonucunda da hipotalamusun uyarılmasında azalmaya neden olabilir. Bu, stres oluşturulmuş sıçanlar travma hatırlatıcısına maruz bırakıldığında metilprednizolon uygulamasının ardından hipotalamusta NA'daki azalmayı açıklayabilir.

Bulgularımız ayrıca glukokortikoidlerin strese farmakolojik olarak profilaktik olduğunu, ancak sentezin inhibisyonunun stres devresinde etkili olmadığını göstermektedir. TSSB'nin patofizyolojisini ortaya koyabilmek için diğer beyin bölgelerinde ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- American Psychiatric Association. (2013), *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edn*, Washington: American Psychiatric Association.
- Aykaç A, Aydın B, Cabadak H, Gören MZ (2012), The change in muscarinic receptor subtypes in different brain regions of rats treated with fluoxetine or propranolol in a model of post-traumatic stress disorder. *Behav Brain Res.* 232:124–129.
- Cohen H, Kozlovsky N, Alona C, Matar MA, Joseph Z (2012), Animal model for PTSD: from clinical concept to translational research. *Neuropharmacology.* 62(2):715–724.
- Boehnlein, J.K., Kinzie, J.D. (2007), Pharmacologic Reduction of CNS Noradrenergic Activity in PTSD: The Case for Clonidine and Prazosin. *J.Psychiatr.Pract.* 13, 72-78.
- Bremner, J., Innis, R.B., Ng, C.K. (1997), POsition emission tomography measurement of cerebral metabolic correlates of yohimbine administration in combat-related posttraumatic stress disorder. *Arch.Gen.Psychiatry* 54, 246-254.
- Cain DW, Cidlowski JA (2017), Immune regulation by glucocorticoids. *Nature Reviews. Immunology.* 17 (4): 233–247.
- Gören MZ, Cabadak H. (2016), *Noradrenaline and Post-traumatic Stress Disorder*. In: Martin, Colin R, Preedy, Victor R, Patel, Vinood B. editors. *Comprehensive Guide to Post-Traumatic Stress Disorder*. p.1–16.
- Krystal, J.H., Neumeister, A. (2009), Noradrenergic and serotonergic mechanisms in the neurobiology of posttraumatic stress disorder and resilience. *Brain Res.* 1293, 13-23.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ (1951), Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem*,193:265–327.
- Mycek MJ, Harvey RA, Champe PC (2001), *Lippincott's Illustrated Reviews: Pharmacology: Millennium Edition-Updated Second Edition* Çeviren: Zergeroğlu S, Zergeroğlu AM. Lippincott's Illustrated Reviews: Farmakoloji. 2. basım, Güneş Kitapevi Ltd. Şti., Ankara;, s: 263-278.
- O'Donnell, T., Hegadoren, K.M., Coupland, N.C. (2004), Noradrenergic mechanisms in the pathophysiology of post-traumatic stress disorder. *Neuropsychobiology*, 50, 273-283.
- Pacak K, Palkovits M, Kvetnansky R, Matern P, Hart C, Kopin IJ, Goldstein DS (2005), Catecholaminergic inhibition by hypercortisolemia in the paraventricular nucleus of conscious rats. *Endocrinology*,. 136, pp. 4814-4819.
- Pervanidou P, Chrousos GP (2010), *Chapter 5 - Neuroendocrinology of Post- Traumatic Stress Disorder*. In: *Neuroendocrinology Pathological Situations and Diseases*. Vol. Volume 182. Elsevier. pp. 149–160.
- Raskind, M.A., Peskind, E.R., Hoff, D.J., Hart, K.L., Holmes, H.A., Warren, D., Shofer, J., O'Connell, J., Taylor, F., Gross, C., Rohde, K., McFall, M.E. (2007), A Parallel Group Placebo Controlled Study of Prazosin for Trauma Nightmares and Sleep Disturbance in Combat Veterans with Post-Traumatic Stress Disorder. *Biol.Psychiatry* 61, 928-934.
- Ronzoni, G., Antón, M., Mora, F., Segovia, G., del Arco, A. (2016), Infralimbic cortex controls the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis and the formation of aversive memory: Effects of environmental enrichment. *Behav.Brain Res.* 297, 338-344.
- Ronzoni G, Arco A, Mora F, Segovia G (2016), Enhanced noradrenergic activity in the amygdala contributes to hyperarousal in an animal model of PTSD. *Psychoneuroendocrinology.* 70: 1-9.
- Southwick, S.M., Bremner, J.D., Rasmusson, A., Morgan III, C.A., Arnsten, A., Charney, D.S. (1999), Role of norepinephrine in the pathophysiology and treatment of posttraumatic stress disorder. *Biol.Psychiatry* 46, 1192-1204.
- Southwick, S.M., Krystal, J.H., Morgan, C. (1993), Abnormal noradrenergic function in posttraumatic stress disorder. *Arch.Gen.Psychiatry* 50, 266-274.
- Strawn, J.R., Geraciotti, T.D. (2008), Noradrenergic dysfunction and the psychopharmacology of posttraumatic stress disorder. *Depress.Anxiety* 25, 260-271.

- Tanrıverdi Bademci AM, Aydın B, Terzioğlu Bebitoğlu B, Cabadak H, Gören MZ (2019), The behavioral and neurochemical effects of methylprednisolone or metyrapone in a post-traumatic stress disorder rat model. *North Clin Istanb.* 6(4):327–333.
- Taylor, F.B., Martin, P., Thompson, C., Williams, J., Mellman, T.A., Gross, C., Peskind, E.R., Raskind, M.A. (2008), Prazosin Effects on Objective Sleep Measures and Clinical Symptoms in Civilian Trauma Posttraumatic Stress Disorder: A Placebo-Controlled Study. *Biol.Psychiatry*, 63, 629-632.
- Timmermans S, Souffriau J, Libert C (2019), A General Introduction to Glucocorticoid Biology. *Frontiers in Immunology*. 10: 1545.
- Xavier AM, Anunciato AK, Rosenstock TR, Glezer I (2016), Gene Expression Control by Glucocorticoid Receptors during Innate Immune Responses. *Frontiers in Endocrinology*. 7: 31.
- Zatzick DF, Russo J, Pitman RK, Rivara F, Jurkovich G, Roy-Byrne P (2005), Reevaluating the association between emergency department heart rate and the development of posttraumatic stress disorder: A public health approach. *Biological Psychiatry*. 57:91–95.

UZAKTAN İZLENEBİLEN KUVÖZ TASARIMI

Özlem OKYAR

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
ozlemokyar@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4097-5369

Emine DOĞRU BOLAT

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
ebolat@kocaeli.edu.tr, ORCID:0000-0002-8290-6812

Özet

Bu çalışma, yenidoğan yoğun bakımında yatan bebekler ve bebeklerin aileleri için tasarlanmış bir uygulamadır. Yenidoğan yoğun bakımında aileler bebeklerini çok kısıtlı bir zaman diliminde görebilmektedir. Bunun sonucunda hem aileler bebekleri için endişelenmekte hem de bebekler anne özlemi çekmektedir. Bu çalışmada amaç, ailelerin bebeklerini uzaktan da olsa görebilmesi ve bebeklerin annesinin kalp sesini dinleyerek kendilerini anne karnında hissetmesidir. Bu çalışmada video görüntüsü kuvöze ESP32-CAM modülü yerleştirilerek elde edilmiştir. Kuvözün içerisindeki sıcaklık ve nem ölçmek için DHT11 sensörü kullanılmıştır. Bu bilgiler wifi aracılığıyla Blynk arayüz geliştiricisi kullanılarak mobil ortamdan görüntülenmektedir. Bu sayede aileler, istedikleri zaman bebeklerini izleme olanağı bulabilirler. Ayrıca yenidoğan hemşiresi de bu uygulamayı kullanarak kuvözün sıcaklığını ve nemini kontrol edebilir. Kuvözün içerisine yerleştirilen ISD1820 ses kayıt modülüne kaydedilen kalp sesi sayesinde bebekler annelerinin kalp sesini duyarak sakinleşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kamera, Kuvöz, Ses Kayıt Modülü, Sıcaklık ve Nem Sensörü, Yenidoğan Yoğun Bakım

REMOTE MONITORED INCUBATOR DESIGN

Abstract

This study is an application designed for the babies in the neonatal intensive care unit and their families. In neonatal intensive care unit, families can see their babies in a very limited period. As a result, both families worry about their babies and babies long for their mothers. The aim of this study is to enable families to see their babies, even from a distance and babies feel themselves in the womb, by listening to their mother's heart sounds. In this study, the video image was obtained by placing the ESP32-CAM module in the incubator. The DHT11 sensor was used to measure the temperature and humidity inside the incubator. This information is displayed in mobile environment using Blynk interface developer via wifi. In this way, families can find the opportunity to watch their babies whenever they want. In addition, the neonatal nurse can use this app to control the temperature and humidity of the incubator. Due to the heart sound recorded in the ISD1820 sound recording module placed in the incubator, babies calm down by hearing the heart sound of their mothers.

Keywords: Camera, Incubator, Neonatal Intensive Care, Sound Recording Module, Temperature and Humidity Sensor

1. GİRİŞ

İlk defa kuvöz, Fransa'nın Nice şehrinde Dr. Alexandre LION tarafından geliştirilmiştir. Kuvöz, prematüre bebeklerin hastalıklardan korumak için gelişimlerini tamamlayana kadarki süreçte bakımlarının yapıldığı, sıcaklık, nem, oksijen gibi hayati parametrelerin kontrol altında tutulduğu yaşam alanıdır. Yenidoğan yoğun bakım üniteleri, stabil olmayan bebeklerin devamlı olarak hemşire kontrolünde ve invaziv girişimler gerektiren bebeklerin gözlem altında tutulduğu alanlardır. Yenidoğan yoğun bakımlarda hasta ya da erken doğmuş bebeklerin tedavisi amacıyla kullanılan kuvözlerin kontrolünü yenidoğan hemşireleri sürekli ve sırayla tek tek yaparak yapmaktadır. Aynı anda bebeklerin durumunu ve hayati parametrelerini de kontrol etmesi gerekmektedir. Bu sebeple gelişen ağ ve haberleşme teknolojileri ile kuvözü bir araya getirerek merkezi bir wifi üzerinden uzaktan izleme ve kontrol etme imkânı tanınabilir (Öztürk ve Cerrahoğlu,2016).

Yeler, rezistanslı kuvözlerin eksikliklerini ve problemlerini ortadan kaldırmak için bir sistem tasarlamıştır. Bebeklerde yaşanan hipertermi ve hipotermi problemlerini tek bir cihaz sayesinde kuvözü ısıtarak ve soğutarak düzenleyen bu çalışma, termoelektrik ısı pompası sistemidir (Yeler,2020).Tan ve arkadaşları, yenidoğan yoğun bakımda bulunan kuvözlerden veri toplayarak yenidoğan hemşiresinin internet üzerinden bu verilere ulaşmasını sağlayacak bir sistem geliştirmiştir. Bu veriler; ortamın sıcaklık ve nem değerleri, yenidoğanın vücut parametreleridir (Tan ve ark.,2018). Altan, kuvöze entegre edilebilen yenidoğan hasta takip sistemi tasarlamıştır (Altan,2019). Kılıçarslan ve Yaz'ın tasarladığı çalışmada, yenidoğan yoğun bakımda bulunan kuvözlerde çevre ve vücut parametrelerin izlenmesinin yanı sıra termal kamera ile analiz sayesinde iç kanama, dolaşım hastalıkları gibi konularda erken teşhis sağlanmaktadır (Kılıçarslan ve Yaz,2019). Kale ve arkadaşları, kuvöz parametrelerini izleyen ve risk altındaki durumlarda alarm sistemi ve GSM teknolojisi sayesinde aileye haber veren bir sistem tasarlamıştır. Ayrıca bu projede, sarılığı önlemek için kuvözün içerisine yerleştirilmiş LED'ler mevcuttur (Kale ve ark.,2018).

Bu çalışmada amaç, kuvözün üzerinde bulunan kontrol paneline ek, kuvözlerin tüm parametrelerini merkezi bir bilgisayardan veya wifiye bağlı herhangi bir cihazdan kontrol edebilmektir (bu çalışmada kuvöz nem ve sıcaklığı kontrol edilmiştir). Bu sayede yenidoğan hemşireleri tek bir merkezi bilgisayardan tüm kuvözlerin parametrelerine tek seferde ulaşabilmektedir. Yenidoğan hemşireleri bu uygulamayı kullanarak kazandığı zamanı yenidoğanın bakımı için kullanabilir.

Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde bulunan yenidoğanın bireyselleştirilmiş gelişimsel bakımında anne sesi ve anne kalp sesinin faydaları ile ilgili bir araştırmada anne sesi ve anne kalp sesinin bebeklerin beslenme, davranış, stres ve beyin gelişimini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Gelişimsel bakımın bir parçası olan ses kontrolü, yenidoğanın davranışlarının ve tüm alt sistemlerinin düzenlenmesini sağlayabilmektedir. Yenidoğan bebeğin duyuşal-fonksiyonel gelişimi için duyduğu sesin niteliği ve zamanı oldukça önemlidir. Yüksek sesler bebeğin gelişimini olumsuz etkilerken düşük frekanslı sesler bebeğin gelişimini olumlu etkilemektedir. Yenidoğan bebek anne sesini ve anne kalp sesini tanımlayabilmektedir. Araştırmacılar anne sesine maruz kalmanın bebeğin fizyolojik parametreleri üzerinde etkili olduğunu, bebeğe enerji verdiğini, uyarıcı rolü olduğunu, beslenme ve beyin gelişimini etkilediğini belirlemiştir. Buna rağmen ülkemizde yenidoğan hemşirelerinin bireyselleştirilmiş gelişimsel bakım uygulamalarının yeterli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle anne sesi ve anne kalp sesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmuştur (Tuncay ve Sarman,2020).

Bu çalışmanın en önemli ve özgün tarafı kuvöz parametreleri alınırken aynı anda kuvöze yerleştirilen bir kamera sayesinde canlı görüntüyü wifi üzerinden bebeğin ailesinin de izleyebilme imkânıdır. Ayrıca bebeğin yanına bırakılan ses kayıt modülü sayesinde bebek huysuzlandığında annesinin kalp sesi dinletilerek sakinleşmesi sağlanmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Arduino tabanlı bu çalışmada gerekli malzemeler ve uygulamalar kullanılarak kuvözün bir prototipi oluşturulmuştur. Prototip kuvözün içerisine yerleştirilen modül ve sensör sayesinde elde edilen veriler wifi üzerinden Blynk uygulaması ile Android arayüzü kullanılarak görüntülenmektedir.

Bu çalışmada kuvöze yerleştirilecek bir kamera modülü ve sıcaklık-nem sensörü sayesinde IoT tabanlı gerçek zamanlı bebeğin izlenmesi ve kuvözün sıcaklık-nem kontrolü sağlanmaktadır. Ayrıca bebeğin bireyselleştirilmiş gelişimsel bakımına destek olmak için ses kayıt modülü sayesinde oluşturulan kalp sesi bebeğe dinletilmektedir. Nesnelerin interneti olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, ESP32-CAM modülü, DHT11 sensörü, ISD1820 ses kayıt modülü ve Blynk Uygulamasından faydalanılmıştır.

2.1. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti, herhangi bir nesnenin aynı nesneyle ya da farklı büyük sistemle bağlantı kurarak oluşturduğu bir sistemdir. Bu ağ sayesinde, hayatımızı kolaylaştıran cihazlardan alınan farklı veriler toplanarak anlamlı bilgiye dönüşür. Bu teknoloji çağında kullanılan özellikle akıllı telefon ve tablet gibi cihazlar ve makineler, başka birimler ile uzaktan rahat bir şekilde izlenmekte veya kumanda

edilmektedir. Android ve IOS arayüz geliştirme programlarının kullanıcı dostu haline gelmesiyle IoT uygulama örnekleri hızla artmıştır (Taştan,2019).

2.2. ESP32-CAM Modülü

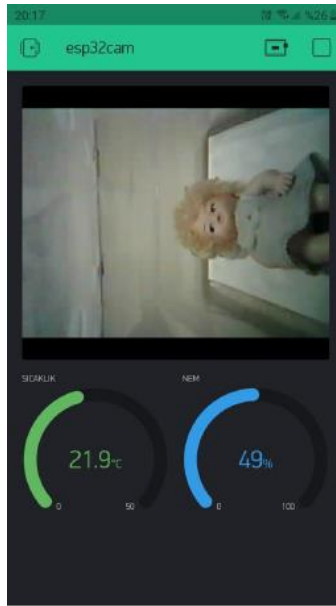
ESP mikro kontrolcüler genellikle nesnelerin interneti alanında kullanılır. ESP32-CAM modülü, nesnelerin interneti uygulamalarında kullanılan bir modüldür ve üzerinde OV2640 veya OV7670 kameraları mevcuttur. Ayrıca dahili olarak wifi, bluetooth gibi kablosuz özellikleri üzerinde bulundurmaktadır. Dahili olarak bulunan wifi özelliği sayesinde bu projede gerçek zamanlı görüntü elde etmek amacıyla kullanılmıştır.

2.3. DHT11 Sensörü

DHT11 sensörü sıcaklık ve nem bilgisini dijital olarak gösteren kalibre edilmiş bir sensördür. Güvenirliliği ve kararlılığı yüksektir. Bu projede kuvözün iç ortamının sıcaklık ve nemini tespit etmek için kullanılmıştır.

2.4. Blynk Uygulaması

Blynk uygulaması, nesnelerin interneti için kullanılan bir uygulamadır. Bu projede Şekil 1’de görüldüğü gibi sıcaklık ve nem sensörü verilerini gözlemleyebilmek ve gerçek zamanlı görüntüyü izleyebilmek için kullanılmıştır. Wifi sayesinde eş zamanlı olarak hem yenidoğan hemşiresi tarafından hem de bebeğin ailesi tarafından izlenebilir.



Şekil 1. Tasarlanan Uygulamanın Blynk Platformu Tarafından Android Arayüzü

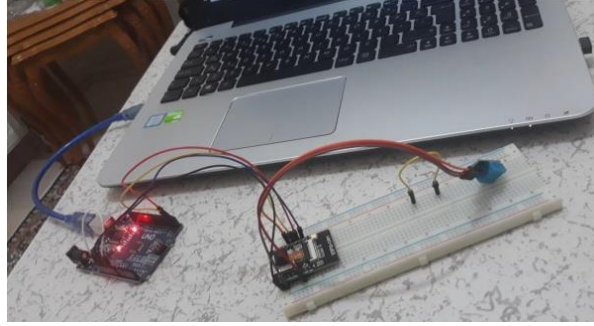
2.5. ISD1820 Ses Kayıt Modülü

Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde bulunan yenidoğanın bireyselleştirilmiş gelişimsel bakımında anne sesi ve anne kalp sesinin faydaları üzerine yapılmış araştırma sonucundan yola çıkarak yenidoğanın bireyselleştirilmiş gelişimsel bakımını sağlamak için ISD1820 ses kayıt modülü kullanılmış ve ses kayıt sistemi tasarlanmıştır. ISD1820 ses kayıt modülü, üzerinde bulunan mikrofon ve hoparlör sayesinde on saniye boyunca ses kaydedip bu sesi tekrar oynatabilen bir modüldür. Bu projede anne kalp sesinin kaydedilip bebek huysuzlandığında sesin dinletilmesi için kullanılmıştır.

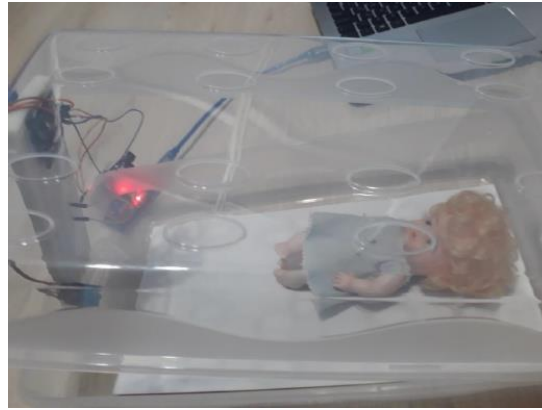
3. TASARLANAN CİHAZ BİLGİLERİ

Tasarlanan uzaktan kontrollü kuvöz sisteminde öncelikle ESP32-cam modülü entegre edilerek kamera sistemi oluşturulmuştur. Ardından Şekil 2’de görüldüğü gibi DHT11 sıcaklık ve nem sensörü eklenerek ortam sıcaklığı ve nemi kontrol altına alınmıştır. Bu devre Şekil 3’te görüldüğü gibi bir kuvöze yerleştirilmiştir. Tüm bilgileri tek bir kanaldan görebilmek için nesnelerin interneti amacıyla tasarlanmış bir uygulama olan Blynk arayüz geliştiricisi kullanılmıştır. Bu uygulama içerisinde bulunan “Video

Streaming” widget box, ESP32-cam den alınan görüntünün video olarak ekranda oynatılmasını sağlamaktadır. “Gauge Settings” widget box, DHT11 sıcaklık ve nem sensöründen aldığı bilgiyi sıcaklık ve nem olarak ayırarak ekranda görsel ve sayısal olarak göstermektedir.

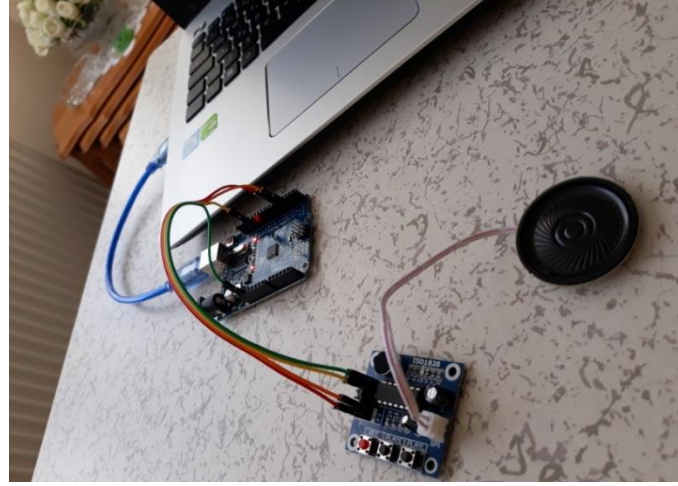


Şekil 2. ESP32-CAM Modülü ve DHT11 Sensörü Devre Kurulumu



Şekil 3. ESP32-CAM Modülü ve DHT11 Sensörünün Kuvöze Yerleştirilmesi

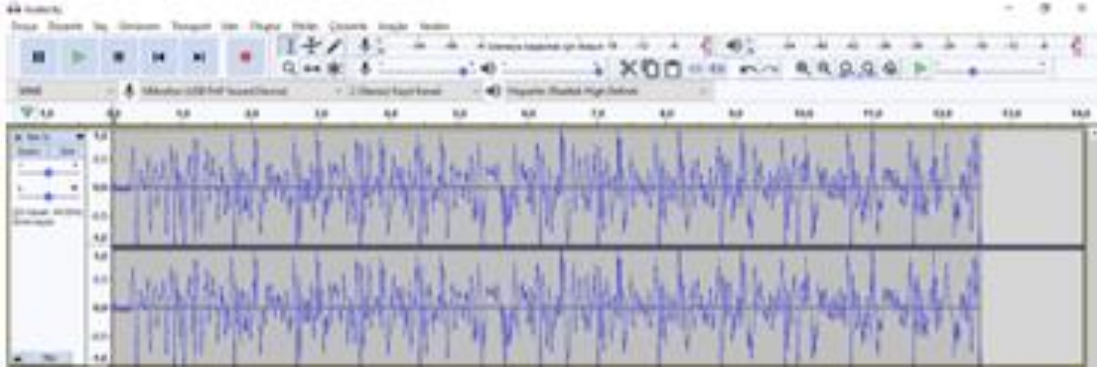
Şekil 4’te görülen ISD1820 ses kayıt modülü kullanılarak oluşturulan sistemde; “REC” butonuna basılı tutularak 10 saniye boyunca bebeğin annesinin kalp sesi modüle kaydedilir ve bebek huysuzlandığı zaman “PLAY E” butonuna basılıp bırakılarak kalp sesi 10 saniye boyunca dinletilir veya “PLAY L” butonuna basılı tutularak kalp sesi istenildiği kadar dinletilir. Ses kayıt modülüne annenin kalp sesini kaydetmek için Şekil 5’te görülen önceki projede tasarlanmış elektronik stetoskop kullanılmaktadır. Stetoskoptan alınan kalp sesi, stetoskop mikrofonda sesin yüksekliği ayarlanarak bilgisayara gönderilir. Elektronik ortama bu sayede gönderilen kalp sesi audacity programı kullanılarak bilgisayara kaydedilir. Şekil 6’da bu kalp sesinin grafiği görülmektedir. Ses kayıt modülünün üzerinde bulunan mikrofona ses modüle kaydedilir. Bu projede kullanılan kalp sesi önceki projede tasarlanmış elektronik stetoskoptan alınarak oluşturulmuş bir kalp sesidir. Bu oluşturulan ses kayıt sistemi devresi Şekil 7’de görüldüğü gibi bir kuvöze yerleştirilir.



Şekil 4. ISD1820 Ses Kayıt Modülü Devre Kurulumu



Şekil 5. Tasarlanmış Elektronik Stetoskop

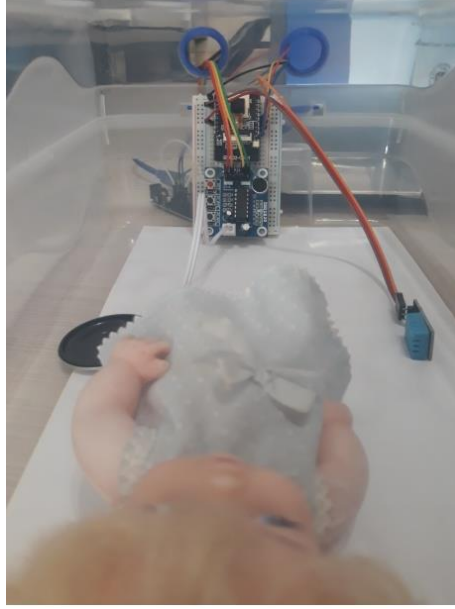


Şekil 6. Elektronik Stetoskoptan Alınan Kalp Sesi



Şekil 7. ISD1820 Ses Kayıt Modülünün Kuvöze Yerleştirilmesi

Yapılan kuvöz tasarımının tüm ekipmanlarının bulunduğu son hali Şekil 8'de gösterilmiştir. Kamera sayesinde bebek izlenmekte, sıcaklık ve nem sensörü sayesinde kuvözün iç ortamının sıcaklık ve nemi ölçülmekte, dahili mikrofon sayesinde audacity programından alınan kalp sesi modüle kaydedilip dahili hoparlör sayesinde ses bebeğe dinletilmektedir.



Şekil 8. Kuvözün Tüm Ekipmanlarının Olduğu Son Hali

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılmış olan çalışma sayesinde internet ortamında kuvöze yerleştirilen kamera modülü ve sıcaklık-nem sensörüyle hem bebek izlenebilmekte hem de kuvöz sıcaklığı ve nemi kontrol altında tutulmaktadır. Ayrıca kalp sesi kaydedilmiş ses kayıt modülü de kuvöze yerleştirilmiştir.

Araştırmalar sonucunda anne kalp sesinin bebeği rahatlattığı, stresini azalttığı belirlenmiştir. Bu bilgiden yola çıkarak yenidoğanın bireyselleştirilmiş gelişimsel bakımını sağlamak için tasarlanan bu ses kayıt modülü sistemi kullanışlıdır.

Yenidoğan yoğun bakımında ailelerin bebeklerini görememesi veya çok az miktarda görebilmesi sorununu ortadan kaldırmak amacıyla tasarlanmış kamera modülü sistemi kullanışlıdır. Ayrıca bu sistem wifi aracılığıyla kontrol edildiği için eş zamanlı olarak yenidoğan hemşiresi de bu görüntülerden ve kuvözün sıcaklık ve nem bilgilerinden yararlanabileceği için yenidoğan hemşiresinin işi kolaylaşmış olacak ve kolay bir şekilde kameradan takip edebileceği için dikkatsizlikten kaynaklanan sorunlar en aza inmiş olacaktır.

Bu projeye eklenecek bir mesaj ile bildirim sistemi sayesinde daha kullanışlı bir sistem elde edilebilir. Kamera modülü her zaman açık olmayabilir. Bu durumda kamera açıldığında aileye bir mesaj gönderilebilir.

KAYNAKLAR

- Altan, U. (2019), *Bulut Tabanlı Çoklu Akıllı Kuvöz İzleme Sistemi Tasarımı*, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Kale, A. W., Raghuvanshi, A. H., Narule, P. S., Gawatre, P. S., Surwade, S. B. (2018), *Arduino Based Baby Incubator Using GSM Technology*, Int. Res. J. Eng. Technol., 5(4), 462-465.
- Kılıçarslan, K. C., Yaz, M. (2019), *Incubator Automation and Medical Thermal Image Control System Design for Newborns*, El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 6(3), 868-880.

- Öztürk M., Cerrahoğlu B. (2016), *Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitelerinde Kullanılan Kuvöz Parametrelerinin Online İzlenebilmesi ve Uzaktan Arıza Müdahale Sistemleri*, Yakın Doğu Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Lisans Programı.
- Tan, K., Kavsaoğlu, A. R., Koçak, O., Akbay, C. (2018), *Remote Monitoring System For Incubator Data*, Medical Technologies National Congress (TIPTEKNO) (pp. 1-4). IEEE.
- Taştan M. (2019), *Akıllı Ev Uygulamaları için Yeni Nesil IoT Denetleyici ile Gerçek Zamanlı Uzaktan İzleme ve Kontrol Uygulaması*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(2), 481-487.
- Tuncay S., Saman A. (2020), *Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakımda Anne Sesi ve Anne Kalp Sesinin Yenidoğan Bebekler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: Sistematik Derleme*, ADYÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(3), 357-366.
- Yeler, O. (2020), *Termoelektrik Isı Pompalı Prematüre Bebek Kuvözü Tasarımı, Geliştirilmesi ve Termal-Hidrolik Karakteristiklerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

AN INVESTIGATION INTO THE SERVICE LIFE OF SEAL COATED ROADS IN TURKEY

Yavuz Abut

Yalova University / Faculty of Engineering, Division of Transportation Engineering
yavuz.abut@yalova.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4249-7791

Abstract

Various effects such as service loads, uncertainties in material characteristics, changing environmental conditions (precipitation and temperature), and geographical differences are largely responsible for the pavement performance. Use of mechanistic-empirical methods is increasing in the recent years, and many approaches based on experimental works leave their place to the mechanistic approaches which take into account several performance criteria. In many countries, project administrations or organizations have started to formulate their specifications based on these methods. These adaptation studies are also continuing in Turkey. Mechanistic design is generally used in flexible and rigid pavements, but for low-volume roads, its use limited due to the economic reasons. Seal coating is designed using empirical methods with ten years as “estimated project period” in Turkey, and since it is based on empirical approach, maintenance and repair activities are very common and serious financial costs arise in the service life. In this study, thickness of seal coats is handled with a mechanistic approach and a design algorithm has been proposed depending on the compressive strain on the top of the subgrade. Due to the acceptable axle load repetition into the service life, an analysis with KENPAVE has been performed, which is the amount of permanent deformation that is likely to occur at the end of ten years. In an economic evaluation, it was determined that the mechanistic method offered a relatively more expensive solution and the difference depended on the resilient modulus of the subgrade soils.

Keywords: Seal Coats, Resilient Modulus of Subgrade, Mechanistic Pavement Design, Permanent Deformation.

1. INTRODUCTION

Pavement design is a broad process that concerns dynamic loads, nonlinear material characteristics and different environmental conditions. Some empirical formulas were obtained based on road tests in pavement design guides published by American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1993). After 1993, mechanistic-empirical design methods began to be developed and the principles in this design method were largely specified in the “1-37A Project” published by the National Unified Road Research Program (NCHRP, 2004). In this way, performance criteria were developed by accepting a comprehensive approach about some mechanical effects such as fatigue, rutting, creep, surface smoothness and the boundary conditions was determined by considering the mechanistic factors such as stress, strain or displacement. According to mechanical theories, the mechanistic method analyzes the stress-strain relationship caused by traffic and environmental factors on a road. In this respect, it is one step ahead of the empirical approach because the results are based on mechanical behavior rather than estimation and observation. In empirical methods, it is important that benefit from previous field experience, observations and experimental results where one of the common tests is CBR (California Bearing Ratio). First of all, axle loads are transformed to Equivalent Single Axle Load (ESAL) and a series of tests such as CBR, Atterberg Limits and Sieve Analysis are carried out to determine the soil index of the roadbed or M_R can be estimated from the experimental works or its relationship with CBR from charts and formulas. Finally, based on the climatology, amount of precipitation, frost penetration depth, the drainage infrastructure is designed in order to provide the necessary service index (AASHTO, 1993).

Seal coats dominate approximately 55% of the road network under the responsibility of the General Directorate of Highways in Turkey (KGM, 2020), and these lanes also have important roles in the transportation plans and infrastructure services of the Metropolitan Municipalities. It can often be designed as a protective, regenerative coating or as a “stage construction” on low volume roads and after few years, it is paved with asphalt. For thickness design, Flexible Pavement Guide (FPG-2008) (Saglik & Güngör, 2008), is used. It is largely based on the 1993-AASHTO empirical method where it has been

reported that a 10-years service life should be achieved. Although the service life of seal coats is considered to be ten years, it has been reported that these roads require ten times maintenance or repair tasks compared to asphalt roads and they cost four times more expenditure in terms of annual maintenance or repair budget (Dikicioglu, 2004). According to the General Directorate of Highways, construction, maintenance and repair works were completed between 2003 and 2020 with 28,384 km of asphalt and 252,363 km of seal coats. In the light of these 18-years data, the length of seal coats network constitutes 90% of the total roads. In 2020, the length of asphalt and seal coats construction, maintenance and repair is 1,756 km and 9,061 km, respectively. It is seen that seal coats constitute 84% of the total network in 2020 (Figure 1) (KGM, 2020).



Figure 1. Asphalt and seal coats construction, maintenance and repair in 18 years (KGM, 2020)

In order to reduce the costs for repair of seal coats, thickness design can be made with a mechanistic approach so that behavior of the soil can be incorporated into design. In this context it may be possible to design the seal coated roads with longer service capability, less deformation during service period and less maintenance and repair demand. Within the scope of this study, it is aimed to discuss the possible economic evaluations that may arise in case the thickness design of the seal coats is made with a mechanistic method instead of the empirical one such as FPG-2008. This was made by assigning a threshold value to the permanent deformation expected to occur on the subgrade after ten years, subbase thickness was examined according to the low, medium and high levels of M_R and ESALs in KENPAVE.

2. MATERIALS AND METHODS

According to FPG-2008, if ESAL is less than 500,000 single-layered solution should be chosen. If ESAL is less than 2×10^6 , seal coats should be applied as double-layered. For between $2 \times 10^6 - 3 \times 10^6$ ESAL, the hot mix asphalt (HMA) may also be chosen, but when considering the economic situation and the short life of the project, double-layered may be feasible. Subbase thickness can be optimized to combination of M_R of subgrade by design chart given Figure 2.

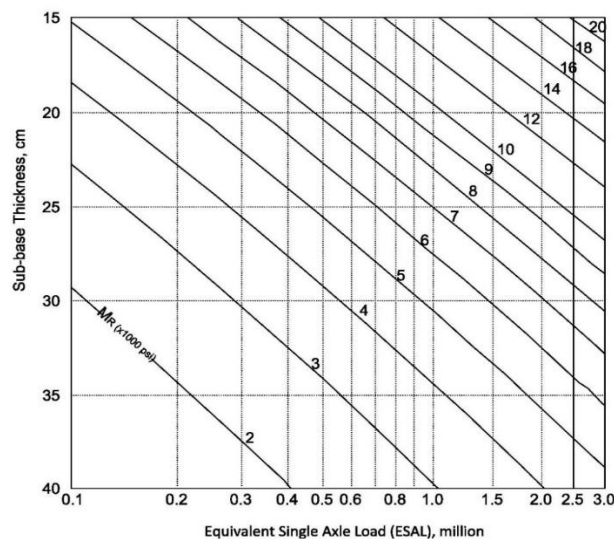


Figure 2. Design Chart for Seal Coats

In this study, thickness design of seal coats is handled with a mechanistic approach. Considering the project period, a design algorithm has been proposed depending on the compressive strain on the top of the subgrade. Due to the acceptable axle load repetition into the service life, a linear elastic analysis with KENPAVE has been examined, which is the amount of permanent deformation that is likely to occur at the end of ten years (Huang, 1993). Subbase and base layers as two-layered linear elastic system (Figure 3.a) modelled in KENPAVE is analyzed with a flowchart given Figure 3.b.

Following information is entered to the program; number of layers and the thickness, Resilient Modulus and Poisson's Ratio, the number of axle load repetition, tire's location, radius, force and pressure, desired coordinates for stress and strain values, performance criteria (rutting, fatigue, etc.). A performance criterion that is proposed by Asphalt Institute (1982) to be used in the model:

$$N_d = f_4(\epsilon_c)^{-f_5} \tag{1}$$

Where;

- N_d : the allowable number of load repetitions to limit permanent deformation,
- ϵ_c : the compressive strain on the top of subgrade,
- f_4 and f_5 : constants determined from road tests or field performance (1.365×10^{-9} and 4.477)

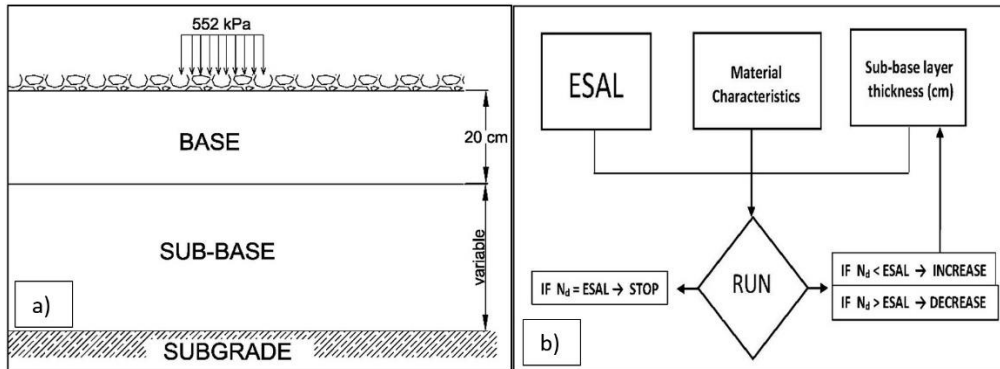


Figure 3. (a) Linear elastic multilayer system, (b) KENPAVE analysis flowchart

3. RESULTS AND DISCUSSION

According to the results in Table 1, it is seen that the service life demand is realized because a ten-year deformation demand is targeted as a result of a mechanistic design and naturally, subbase thicknesses are thicker than when they are compared with the empirical design. Therefore, it can be said that mechanistic design may offer a more expensive initial construction cost.

If the differences in subbase thicknesses obtained from the two methods are evaluated, in low- M_R subgrade types were found as 17.5 cm, for medium- M_R subgrade types as 20.7 cm, and for high- M_R subgrade types as 12.0 cm. More differences emerged in the middle subgrades due to the restrictive effect of the boundary conditions of the design chart given in Figure 2. For instance, when an ESAL value below or above limit is selected in designs based on this type of charts, a certain threshold level acceptance is made. This creates a restrictive effect on the design. Figure 4 shows the deformations on the subgrade layer. As can be seen here the highest rate of deformation varied in the middle- M_R subgrade class.

Table 1. Results of Analysis

G r o u p N o	R o w N o	Subgrade Resilient Modulus (M _R) (psi)	ESAL (millio n)	Mechanistic-Empirical Design (KENPAVE)			Flexible Pavement Guide (FPG-2008)		
				Subbas e thickne ss (cm)	ε _c : the compressi ve strain on the top of subgrade	Servi ce Life (year)	Subbas e thickne ss (cm)	ε _c : the compressi ve strain on the top of subgrade	Servi ce Life (year)
1	1	2,000 (low)	0.1	44.5	0.000801	9.9	29.0	0.001286	1.2
	2	2,000 (low)	0.4	56.7	0.000587	10.0	40.0	0.000910	1.4
2	3	3,000 (low)	0.1	40.2	0.000800	10.0	23.0	0.001404	0.8
	4	3,000 (low)	0.4	51.7	0.000587	10.0	32.5	0.001011	0.9
	5	3,000 (low)	0.8	58.1	0.000503	10.0	38.0	0.000853	0.9
3	6	5,000 (medium)	0.1	34.0	0.000800	10.0	15.1	0.001580	0.5
	7	5,000 (medium)	0.4	44.6	0.000588	10.0	24.0	0.001119	0.6
	8	5,000 (medium)	0.8	50.5	0.000503	10.0	28.0	0.000973	0.5
	9	5,000 (medium)	1.5	56.2	0.000438	9.9	33.0	0.000825	0.6
	10	5,000 (medium)	3.0	63.0	0.000375	10.0	38.5	0.000698	0.6
4	11	9,000 (medium)	0.1	25.8	0.000801	9.9	15.0	0.001205	1.6
	12	9,000 (medium)	0.4	35.3	0.000588	9.9	15.1	0.001200	0.4
	13	9,000 (medium)	0.8	40.6	0.000503	10.0	20.0	0.000989	0.5
	14	9,000 (medium)	1.5	45.7	0.000437	10.0	23.5	0.000869	0.5
	15	9,000 (medium)	3.0	51.7	0.000375	10.0	28.0	0.000743	0.5
5	16	17,400 (high)	0.1	15.6	0.000801	9.9	15.0	0.000821	8.9
	17	17,400 (high)	0.4	23.8	0.000588	9.9	15.0	0.000821	2.2
	18	17,400 (high)	0.8	28.3	0.000503	10.0	15.0	0.000821	1.1
	19	17,400 (high)	1.5	32.7	0.000436	10.0	15.0	0.000821	0.6
	20	17,400 (high)	3.0	37.7	0.000375	9.9	18.0	0.000729	0.5

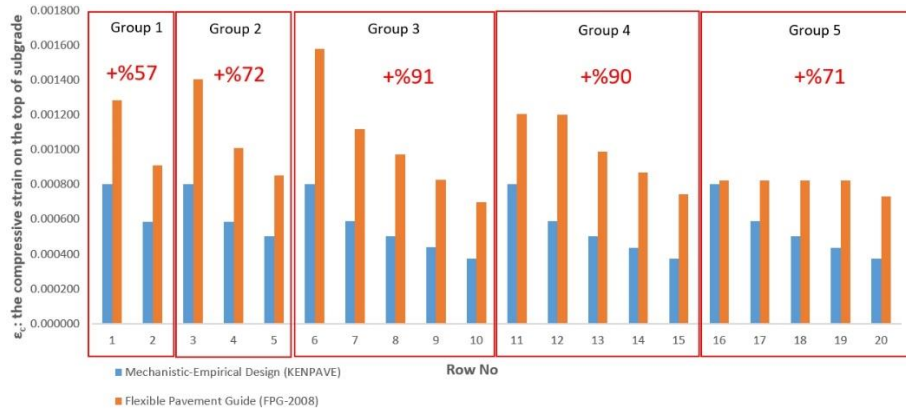


Figure 4. The compressive strain on the top of subgrade

4. CONCLUSION

- * Deformation on the subgrade is calculated theoretically, it should also be determined experimentally in a similar load and material conditions. The analysis should be carried out in more than two layers with multilayer sections.
- * Experimental works, in-situ observation (Falling Weight Deflectometer (FWD), plate load-test, in-situ CBR-test etc.) will support the verification of the mechanistic-empirical model.
- * Although mechanistic design causes extra costs in terms of initial construction, it is understood that longer life is possible for seal coats. Maintenance and repair costs should consider the broad assessments in terms of the life cycle costs (LCC).

REFERENCES

- AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 1993.
- Asphalt Institute, Research and Development of Asphalt Institute Thickness Design Manual, 9th ed., Research Report, The Asphalt Institute, 1982, 82–2
- Dikicioglu, A., E., “Ülkemizdeki Sathi Kaplamalı ve Sıcak Karışım Kaplamalı Yollarda Ömür-Maliyet İlişkisine Genel Bakış” 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu, Karayolları Genel Müdürlüğü, Yollar Türk Milli Komitesi, Ankara, in Turkish. 405-413, 25-26 Kasım 2004.
- Huang, Y.H., 1993, Pavement Analysis And Design. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- KGM, Turkish General Directorate of Highways, Activity Report in Turkish, <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Kurumsal/FaaliyetRaporu/2020FaaliyetRaporu.pdf>. 2020.
- NCHRP, Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, National Cooperative Highway Research Program, NCHRP Project 1-37A, National Research Council, Washington, DC, 2004.
- Saglik, A., & Gungor, A. G. (2008). Guide for designing flexible pavements, in Turkish. Turkish General Directorate of Highways.

SENTIMENT ANALYSIS ON COVID-19 VACCINES TWEETS

Ghadir Abdulhakim Abdo Abdullah Alselwi^a

abdulhakim.alselwi@ogr.sakarya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2763-9766

Sümeyye Kaynak^b

Sakarya University, Computer and Information Sciences Faculty,
Information Systems Engineering Department^{a,b}

sumeyye@sakarya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7500-4001

Abstract

The recent coronavirus disease (COVID-19) pandemic is straining the world's healthcare system as well as humanity's social, economic, and psychological well-being. Individuals, organizations, and governments are using social media to communicate with each other about the COVID-19 vaccines. Twitter is a social media platform with over 500 million users around the world. It has evolved into a tool for disseminating information, debating ideas, and providing commentary on global events. Given the amount of news, views, and knowledge exchanged by both citizens and official sources, Twitter is also a significant source of health-related information. Since so little is known about how people reacted to the COVID-19 vaccines that were posted on Twitter, analyzing such data will assist policymakers and health care organizations in assessing and responding to the needs of their stakeholders. In this article, we use sentiment analysis to analyze 78,320 English tweets by using natural language processing. ULMFiT approach which is built-in fastai Python library has been used. AWD-LSTM model also used to train and fine-tune a classifier that obtained 76.30% accuracy. We noticed that most tweets are neutral, with more negative than positive. We hope that negative feelings aren't more prevalent!

Keywords: COVID-19, Vaccine, Universal Language Model Fine-tuning (ULMFiT), Twitter Sentiment Analysis, AWD-LSTM

1. INTRODUCTION

The World Health Organization (WHO) has declared the COVID-19 outbreak a pandemic due to its extensive spread and severity, which can result in extreme pneumonia, respiratory failure, and death (Gandhi, 2020). It was identified as a coronavirus (SARS-CoV-2) which is causing the extreme acute respiratory syndrome. Many public health strategies, such as hand hygiene, social distancing, and self-isolation, have been implemented, particularly because there is no vaccine or effective treatment for COVID-19. Yet, in the eleven months, since the SARS-CoV-2 virus and its genome were discovered, the scientific community has made an extraordinary effort that has resulted in the creation of over 300 vaccine projects. Over 40 are currently being evaluated clinically, ten of which are in Phase III clinical trials, with three of them having completed Phase III with positive results (Forni, G. and Mantovani, A., 2021). A few of these new vaccines have been licensed for use in emergencies. Existing evidence suggests that new vaccine candidates may play an important role in protecting individuals and limiting pandemic spread (Forni, G. and Mantovani, A., 2021).

Every day, a massive amount of data is produced by many websites and online social media platforms. There are several different types of social networks, such as microblogging websites, blogging, instant messaging apps, networking, software development, and photo/video sharing. Many of these social media platforms can provide valuable data for predicting outbreaks and understanding public perceptions and behaviors during a crisis (Sinnenberg, 2017; Jordan, 2019). Furthermore, they allow for the faster exchange of information than textbooks or journals, which can be crucial for knowledge translation and dissemination. They also have an effect on political communication and public discourse (Garcia and Berton, 2021).

World leaders are using social media and online channels to quickly communicate public health information to people. Twitter is one of the most famous and used. The G7 world leaders have approximately 85.7 million followers (Rufai, 2020). Twitter is a free microblogging website with 152

million registered daily users¹, and over 500 million people visit Twitter without creating an account each month². Tweets can easily relay first-hand knowledge in many situations, and tweets from people can reach broad audiences during emergencies.

Many people, organizations, and governments use Twitter to communicate content relevant to COVID-19. Many studies have been carried out to learn people's opinions about Covid19 and to predict their future behavior. Most of these studies concentrate on English tweets and short time periods (less than one month). Machine learning (ML) and natural language processing (NLP) methods can be very useful in describing the amount of knowledge being micro-blogged about COVID-19 vaccines.

Sentiment analysis can be viewed as a classification task, with each group representing a sentiment. The sentiment included in comments, reviews, or critiques may be used for a variety of purposes. These feelings can be divided into two categories: positive and negative, or into an n-point scale, such as very nice, good, satisfactory, poor, very bad. Sentiment analysis allows businesses to predict the level of product acceptance and devise strategies to increase product quality. It also enables policymakers or lawmakers to analyze public opinion against programs, public services, or political issues (Prabowo, R. and Thelwall, M., 2009). In this paper aims to apply sentiment analysis methods on COVID-19 vaccines Twitter data. 'Complete Tweet Sentiment Extraction Data' and 'All Covid-19 Vaccines Tweets' datasets were used in this study. This paper is organized as follows: Section 2 presents some related works. Section 3 presents the methodology employed in this work. Section 4 presents the results. Section 5 presents discussion and conclusion.

2. RELATED WORK

A variety of published scientific works have been published from 2019 until now, according to the research work on COVID-19 some studies used topic models in tweets to investigate various COVID-19 concerns. We have summarized them below in terms of the techniques used and the main topics identified. Most of the papers focused solely on English tweets.

(Sv, 2021) gathered information from Twitter. They scraped the English tweets of Indian citizens discussing the COVID-19 vaccine using Python. In Study 1, they conducted a sentimental analysis to determine how Indian citizens' general perception of the COVID-19 vaccine changes over the course of the COVID-19 crisis. In Study 2, they used topic modeling to better understand the major concerns that the public has about the COVID-19 vaccine. According to their findings, 47 percent of tweets about vaccines were neutral, while nearly 17 percent were negative. Fear of illness and allergic reactions to the vaccine are the two major issues that Indian citizens are concerned about when it comes to the COVID-19 vaccine.

(Garcia and Berton, 2021) used topic identification and sentiment analysis to examine a large number of tweets in both countries with a high number of COVID-19 spread and deaths, Brazil and the United States. They compared and discussed the effectiveness of topic identification and sentiment analysis in both languages using tweets in English and Portuguese. They ranked ten topics and analyzed the content discussed on Twitter for four months to provide an assessment of the evolution of discourse over time. The topics they identified were representative of the news outlets in both countries between April and August. They contribute to the study of the Portuguese language, the analysis of long-term sentiment trends and their relationship to announced news, and the comparison of human behavior in two different geographical locations affected by the pandemic.

(Abd-Alrazaq, 2020) used a variety of tools, including API, Tweepy, and PostgreSQL, as well as a set of keywords ("corona," "2019-nCov," and "COVID-19"). They also extracted the text of public English language tweets from February 2, 2020, to March 15, 2020, and used unigrams, bigrams, and topic modeling using Latent Dirichlet Allocation (LDA) to identify topics. They also conducted sentiment analysis, calculating the average number of retweets, likes, and followers for each topic as well as the

¹ <https://investor.twitterinc.com/financial-information/quarterly-results/default.aspx>.

² https://blog.twitter.com/en_us/a/2015/testing-promoted-tweets-on-our-logged-out-experience.html

interaction rate per topic. As a result, their analysis identified 12 major topics related to COVID-19, which were divided into four major themes: the virus's origin, its sources, its impact on people, countries, and the economy, and ways to mitigate it. As a result of their research, they identified 12 major topics related to COVID-19, which were divided into four major themes: the virus's origin, its sources, its impact on people, countries, and the economy, and ways to reduce the risk of infection. The average sentiment was positive for ten topics and negative for two (deaths caused by COVID-19 and increased racism).

From March 3–20, 2020 by using an unsupervised machine learning approach, (Mackey, 2020) detected and characterized user-generated conversations that may be associated with COVID-19-related symptoms, testing experiences, and disease recovery mentions. The biterm topic model (BTM) was used to analyze tweets, which separated groups of tweets with the same word-related themes into topic clusters that included conversations about symptoms, testing, and recovery. Tweets from these clusters were then extracted and manually annotated for content analysis, as well as evaluated for statistical and geographic characteristics. These tweets were classified into five major categories: first- and second-hand reports of symptoms, symptom reporting concurrent with a lack of testing, discussion of recovery, confirmation of a negative COVID-19 diagnosis after testing, and users recalling symptoms and wondering if they had previously been infected with COVID-19. Users reporting symptoms with a lack of testing and a discussion of recovery had a statistically significant co-occurrence of tweets for these themes. Rufai conducted a content analysis on viral tweets from G7 world leaders (Rufai, 2020). Thelwall, M. and Thelwall, S. examined the most retweeted English-language tweets referencing COVID-19 on Twitter in March 2020 (Thelwall, M. and Thelwall, S., 2020).

Tweets can easily relay first-hand knowledge in many situations, and tweets from people can reach broad audiences during emergencies. Some resources are available for obtaining Twitter patterns, the majority of which are focused on hashtags; however, not all tweets linked to a specific subject are hashtagged. It is difficult to locate relevant details or issues since there are millions of regular tweets covering thousands of topics, there is noisy vocabulary (slangs, emoticons, grammar errors), the text is quite small (140 characters), and there are multilingual tweets.

3. Methodology

The methodology employed in this work is as shown in **Figure 1**. English tweets were collected in Kaggle using Twitter API. The dataset was upload and process the messages using the natural language processing step and analyze the data in the analysis step. The Universal Language Model Fine-Tuning (ULMFiT) approach for Text Classification, which is a built-in fastai Python library, was used. Recurrent neural networks (RNNs), such as long short-term memory networks (LSTMs), are key building blocks for many sequence learning applications, such as machine translation, language modeling, and question answering (Merity, 2017). Therefore; The AWD-LSTM model was used to train and fine-tune a classifier.

As shown in **Figure 2**. ULMFiT is divided into three stages: a) The LM is trained on a general-domain corpus to collect broad language features in several layers. b) On target task data, the whole LM is fine-tuned using discriminative fine-tuning ('Discr') and slanted triangular learning rates (STLR) to learn task-specific characteristics. c) The classifier is fine-tuned for the target task by employing gradual unfreezing, 'Discr,' and STLR to preserve low-level representations while adapting high-level ones (shaded: unfreezing stages; black: frozen) (Howard, and Ruder, 2018). Accordingly, the stages are starting by loading the data, fine-tuning the language model, training a sentiment classifier, fine-tuning the classifier, and ending with analyzing the tweets.

Transfer learning is used here to assist in developing a model for analyzing tweet sentiment. The idea underlying transfer learning is that neural networks, particularly the early layers of the network, learn knowledge that generalizes to new situations. In computer vision, for example, we can take a model that was trained on the ImageNet dataset to recognize various visual features such as circles and apply it to a smaller dataset to fine-tune the model to be more suitable to a specific purpose (e.g. classifying images as cats or dogs). This method enables us to train neural networks faster and with far less data than we

would normally require.

The tweets (data) were collected using tweepy Python package to access the public streaming Twitter application programming interface (API). To delimit the results in English, the API filtering and a set of terms in English are used. For each of the vaccines, a relevant search term (most frequently used in Twitter to refer to the respective vaccine) is used to get the ‘All Covid-19 Vaccines Tweets’ dataset which contains vaccine-related keywords including Pfizer/BioNTech, Sinopharm, Sinovac, Moderna, Oxford/AstraZeneca, Covaxin, Sputnik V.

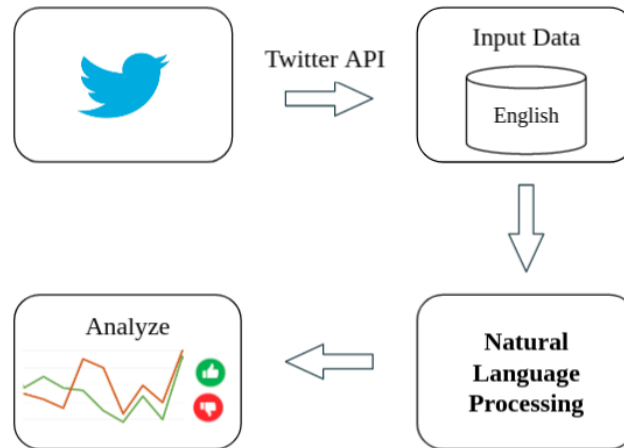


Figure 1. Workflow.

Recent tweets about the used COVID-19 vaccines in the entire world on a large scale are extracted. The studied dataset contains 78,320 tweets and the trained dataset that we used for transfer learning contains 40001 tweets. Transfer learning is used to assist in developing a model for analyzing tweet sentiment. (Howard, and Ruder, 2018) introduced the 'ULMFiT' transfer learning technique for NLP. The strategy is starting by training a language model to predict the next word in a sentence. This move has already been completed, using Python's fastai library. This method enables us to train neural networks much faster and with much less data than we would otherwise need. A strong language model already knows a lot about how language functions in general.

The second stage involves fine-tuning the language model to a more complex role. The pre-trained language model understands Wikipedia English well, but twitter English is a different story. That is why, for Twitter data, a pre-trained model is used. After using the pre-trained language model, fine-tune a classification model to classify sentiment is done. Since the trained language model already knows a lot about Twitter English, it's not a big leap to train a classifier that recognizes that 'love' refers to positive sentiment and 'hate' refers to negative sentiment. If a classifier is trained without a pre-trained model, it would have to learn the entire language from scratch, which would be extremely challenging and time-consuming. Following that, the latest trained classifier is used to analyze sentiment in COVID-19 vaccine tweets and correlate shifts in sentiment over time to vaccination progress in different countries.

After loading the data, the dataset's text column is used to train a Twitter language model. To train the classifier, the ‘Complete Tweet Sentiment Extraction Data’ dataset is used, which contains 78,320 tweets labeled as negative, neutral, or positive sentiment. Since fastai can handle text preprocessing and tokenization, Twitter handles, URLs, hashtags, and emojis were omitted to achieve better performance. There are also several rows of empty tweets that should be deleted. The language model is ideally required to learn not only tweet language but vaccine tweet language in particular. As a result, text from both datasets is used as input for the language model. Rows with missing sentiment are omitted from the classification model.

Self-supervised learning is employed to train the language model. Text is entered as an independent variable into the model, and fastai automatically preprocesses it and creates a dependent variable. The DataLoaders class is used for this, which turns the input data into a DataLoader object that can be used as an input to a fastai Learner. Using fastai a random 20% of the training data is held out for the validation set. By default, fastai uses word tokenization, which splits the text into spaces and punctuation marks and breaks up words like cannot into two separate tokens. fastai also has some special tokens starting with 'xx' that are designed to make things easier for the model; for example, xxmaj indicates that the next word begins with a capital letter, etc.

Fine-tune the language model was developed using language_model_learner. Then DataLoaders, dls_lm, and the pre-trained RNN model, AWD_LSTM are passed to the language_model_learner which is built into fastai. drop_mult is a multiplier applied to all dropouts in the AWD_LSTM model to reduce overfitting. For example, by default fastai's AWD_LSTM applies EmbeddingDropout with 10% probability (at the time of writing), but here it is reduced to 3%.

The metrics are used to track the model which we want to train. They are perplexity, which is the exponential of the loss (in this case cross entropy loss), and accuracy, which shows how often the model predicts the next word correctly. To find a good learning rate for training lr_find function is used and use that to fit the model. As shown in **Table 1**. different values and parameters have been used to fine-tune the model and track the accuracy which is 32.6% when the model was fine-tuned.

When the Learner has created the embeddings from the pre-trained AWD_LSTM model were merged with random embeddings added for words that weren't in the vocabulary. The pre-trained layers were also automatically frozen. Using fit_one_cycle with the trained Learner will train only the new random embeddings (i.e. words that are in our Twitter vocab) in the last layer of the neural network.

After one epoch the trained language model is predicting the next word in a tweet around 25% of the time. Therefore, the entire model is unfrozen to find a more suitable learning rate and to train for a few more epochs to improve the accuracy further. After a bit more training, the next word in a tweet is predicted around 29% of the time. After that, the model encoder is used to fine-tune the trained classifier. The encoder is all of the model except for the final layer, which converts activations to probabilities of picking each token in the vocabulary.

After fine-tuning the model, training a sentiment classifier is done to get the DataLoaders for the trained classifier by using the DataBlock API which is more customizable. When an API is used, fastai needs blocks, get_x, get_y, splitter, and dataloaders. Then initializing a text_classifier_learner is done. Finally, the encoder from the language model that we trained early is uploaded, so the trained classifier uses pre-trained weights.

To fine-tune the classifier, the classifier needed to be trained using discriminative learning rates and gradual unfreezing, which has been found to give better results for this type of model. First, all layers except the last one have been frozen. Then all layers except the last two layers have been frozen. Then all layers except the last three layers have been frozen. Finally, the entire model has been frozen and trained a bit more to get better accuracy. As shown in **Table 2**. different values and parameters have been used to fine-tune the classifier and track the accuracy which is 76.30% when the classifier was finally fine-tuned.

To check the mode, predict function is called which returns the predicted sentiment, the index of the prediction, and predicted probabilities for negative, neutral, and positive sentiment. Finally, to analyze the tweets and carry out a sentiment analysis on the vaccine tweets, they are being added to the DataLoaders as a test set. Using get_preds predictions are made.

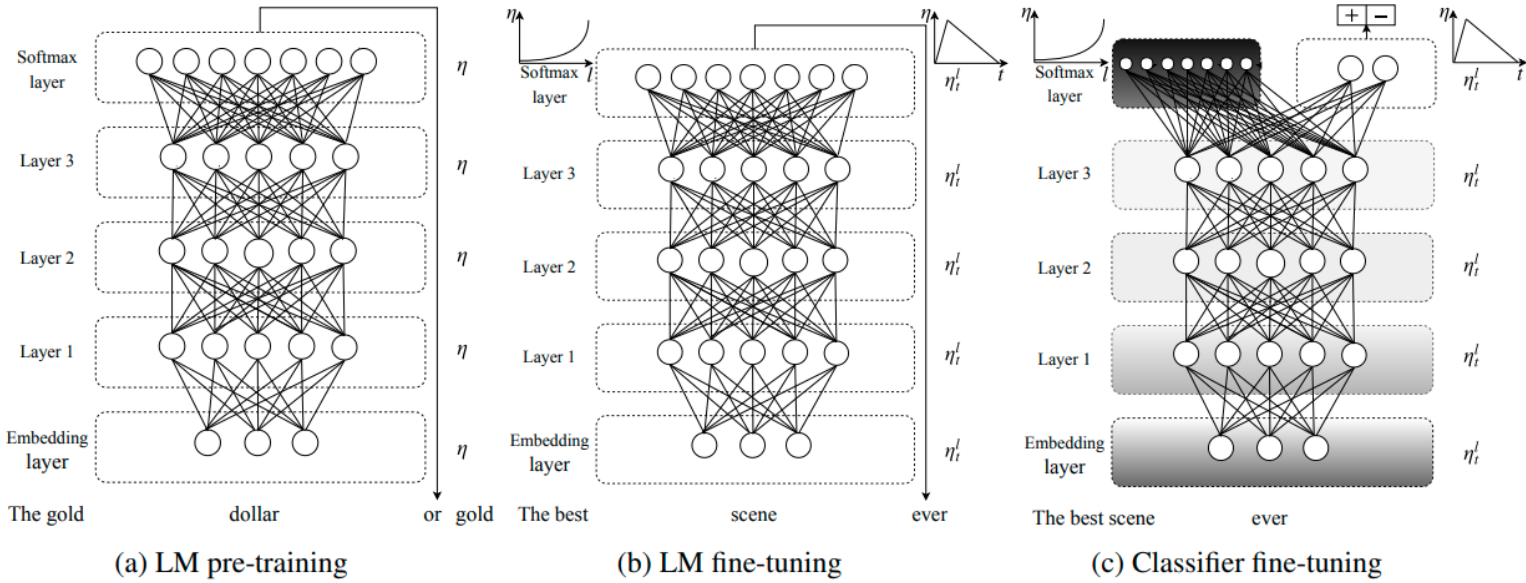


Figure 2. The structure and steps of the ULMFiT.

Table 1. The Used Values and Parameters to Fine-tuning the Model

Number of Epochs	Learning Rate	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Perplexity	Time
1	3e-2	4.213216	4.108834	0.284427	60.87571	2:08
4	1e-4	3.766183	3.969511	0.30423	52.958618	2:09
1	5e-3	3.749705	3.890936	0.312587	48.956684	2:08
10	1e-3	2.658066	4.055896	0.326351	57.736862	2:08

Table 2. The Used Values and Parameters to Fine-tuning the Classifier

Number of Epochs	Learning Rate	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Time
1	3e-2	0.84166	0.789956	0.633142	0:34
1	1e-2	0.741271	0.641034	0.726373	0:35
1	5e-3	0.663762	0.577137	0.753991	0:36
3	1e-3	0.521599	0.568332	0.763091	0:37

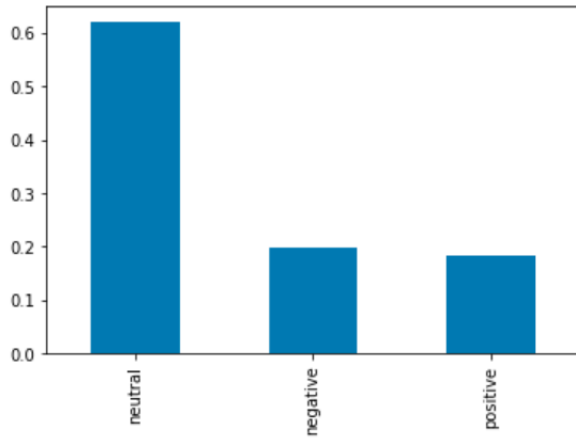
4. Results

By using fastai and ULMFiT approach, the model is trained and the vaccine tweets are classified. Different parameters and values are used to train the model and fine-tune it to get the most suitable accuracy. The used values and parameters to fine-tune the model including learning rate, number of epochs, training loss, validation loss, accuracy, and time to get 76% accuracy is shown in **Table 1**. From 12 December 2020 until 21 May 2021, as it is shown in **Figure 3(a)**, it is obvious that the predominant sentiment is neutral, with more negative tweets than positive with a small difference.

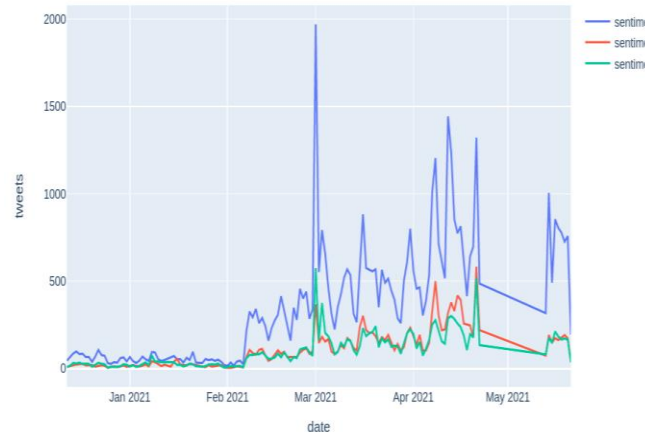
Figure 3(b), represents the timeline which is showing sentiment of tweets about COVID-19 vaccines. The timeline covers the date from 12 December 2020 to 5 April 2021. It is indicating that there was a big spike in the number of tweets on March 1st 2021 as neutral sentiment with 2126 tweets. **Figure 3(c-i)**, represents the timeline showing sentiment of tweets about each vaccine including the date, the number of tweets, and the sentiment. To simplify the visualizations z score negative sentiment for all vaccines is used to see the average value, as shown in Eq. (1) below while z is the standard score, x is

the observed value, μ is the mean of the sample, and σ is the standard deviation of the sample. As shown in **Figure 3(j)**, the overall sentiment of the Oxford/AstraZeneca vaccine is therefore significantly more negative than average according to the other vaccines.

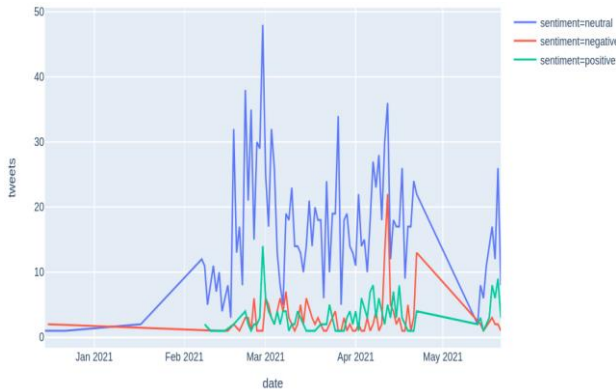
$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$



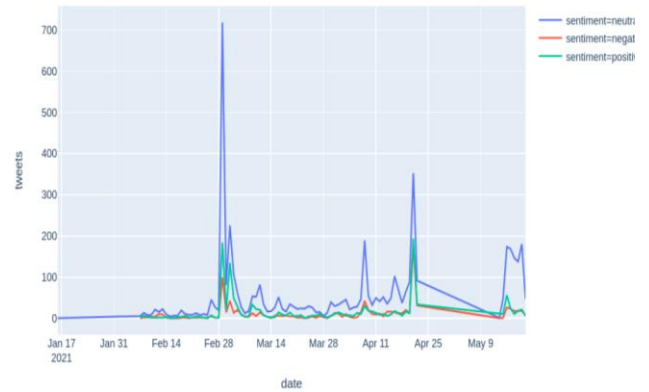
a. The Number of Positive, Negative, and Neutral Tweets



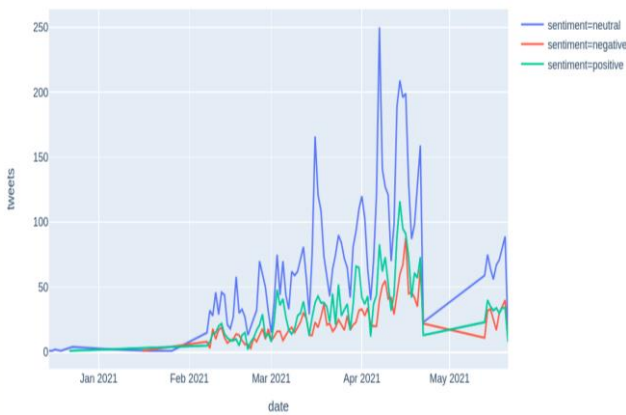
b. Timeline Showing Sentiment of Tweets about COVID-19 Vaccines



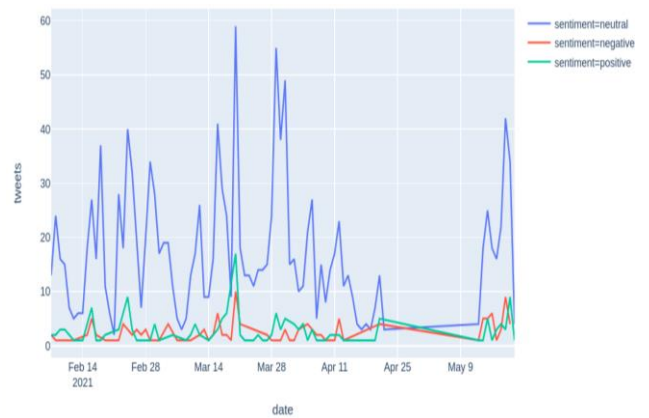
c. Timeline Showing Sentiment of Tweets about Sinovac Vaccine



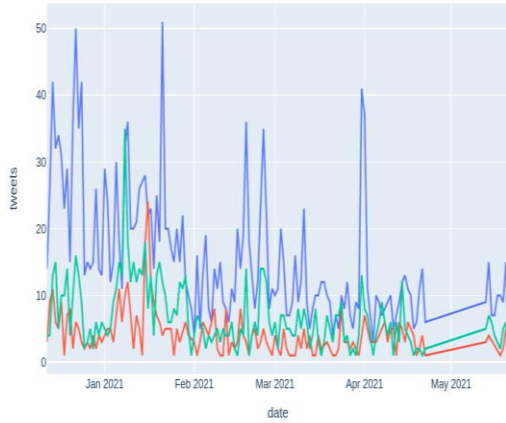
d. Timeline Showing Sentiment of Tweets about Covaxin Vaccine



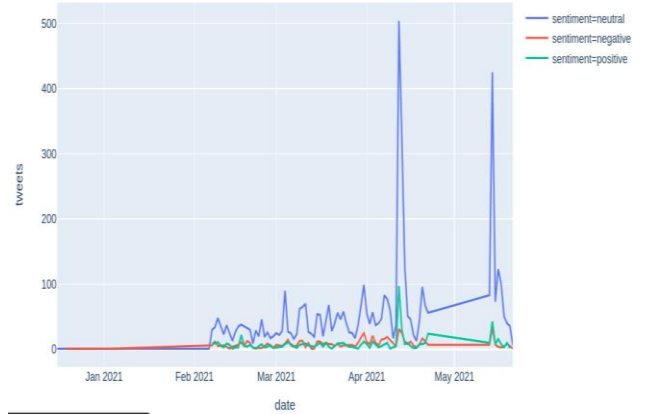
e. Timeline Showing Sentiment of Tweets about Moderna Vaccine



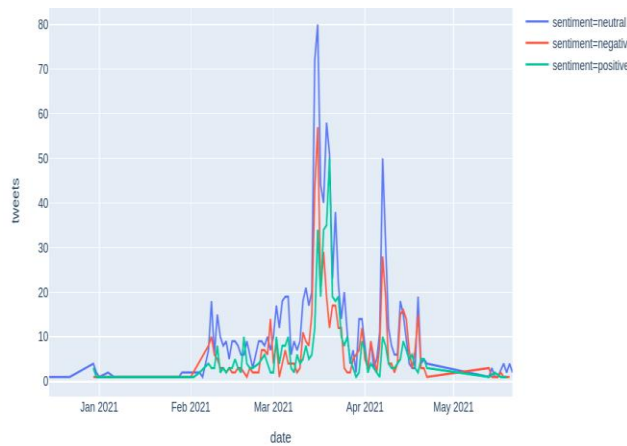
f. Timeline Showing Sentiment of Tweets about Sinopharm Vaccine



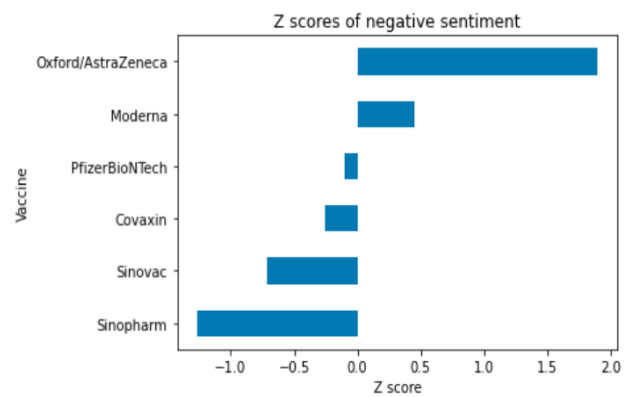
g. Timeline Showing Sentiment of Tweets about Pfizer Vaccine



h. Timeline Showing Sentiment of Tweets about Sputnik Vaccine



i. Timeline Showing Sentiment of Tweets about Oxford Vaccine



j. Z score negative Sentiment for all Vaccines

Figure 3. The Counts and the Timeline of the Tweets, the Timelines of each Vaccine, and the Z Score for all Vaccines from 12Dec. 2021 to 5Apr. 2021.

5. DISCUSSION and CONCLUSION

2020 has been a rough year for everyone, but it has also witnessed the development and testing of 58 vaccinations against the severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV-2), with some vaccinations apparently having more than 90% efficacy against COVID-19 in clinical trials³. In addition, vaccines generally require years of study and testing before they can be used in the clinic, but in 2020, scientists set out on a race to develop safe and effective coronavirus vaccines in record time. Currently, 92 vaccinations are being tested in human clinical trials, with 27 having reached the final stages of testing. At least 77 preclinical vaccinations are now being tested in animals⁴.

Twitter is a global social networking network with over 500 million members. It has evolved into a platform for spreading information, debating ideas, and providing comments on current events throughout the world. Twitter is a key source of health-related information because of the volume of news, perspectives, and knowledge shared by both citizens and official sources. In this paper, we use natural language processing to analyze 78,320 English tweets using sentiment analysis. The ULMFiT technique, which is available in the fastai Python module, employed the AWD-LSTM model to train and fine-tune our classifier that achieved 76.30 percent accuracy. We observed that most tweets are neutral, with more negative than positive sentiment. It's encouraging that negative emotions aren't

³ <https://bit.ly/3fVA6ue>

⁴ <https://nyti.ms/2SEw2qa>

becoming more common. However, during the COVID-19 pandemic, negative emotions dominated almost all of the English topics. Given the prevalence of negative attitudes, it is critical to sustain the people's mental well-being during the pandemic through smart public health communication and measures (Garcia and Berton, 2021). **Figure 3(a)**, shows that the dominant sense is neutral and the negative senses are slightly more dominant than the positive senses. We hope that this difference will decrease with the support of politicians and health institutions. Future work can be a study on the different vaccines and what are the main reasons behind the negative sentiments and what are the main topics of those tweets. The accuracy of the model can be increased too.

REFERENCES

- Abd-Alrazaq, A., Alhuwail, D., Househ, M., Hamdi, M. and Shah, Z., 2020. Top concerns of tweeters during the COVID-19 pandemic: infoveillance study. *Journal of medical Internet research*, 22(4), p.e19016.
- Forni, G. and Mantovani, A., 2021. COVID-19 vaccines: where we stand and challenges ahead. *Cell Death & Differentiation*, 28(2), pp.626-639.
- Gandhi, R.T., Lynch, J.B. and Del Rio, C., 2020. Mild or moderate COVID-19 [published online ahead of print, 2020 Apr 24]. *N Engl J Med*, 10.
- Garcia, K. and Berton, L., 2021. Topic detection and sentiment analysis in Twitter content related to COVID-19 from Brazil and the USA. *Applied soft computing*, 101, p.107057.
- Howard, J. and Ruder, S., 2018. Universal language model fine-tuning for text classification. arXiv preprint arXiv:1801.06146.
- Jordan, S.E., Hovet, S.E., Fung, I.C.H., Liang, H., Fu, K.W. and Tse, Z.T.H., 2019. Using Twitter for public health surveillance from monitoring and prediction to public response. *Data*, 4(1), p.6.
- Mackey, T., Purushothaman, V., Li, J., Shah, N., Nali, M., Bardier, C., Liang, B., Cai, M. and Cuomo, R., 2020. Machine learning to detect self-reporting of symptoms, testing access, and recovery associated with COVID-19 on Twitter: retrospective big data infoveillance study. *JMIR public health and surveillance*, 6(2), p.e19509.
- Merity, S., Keskar, N.S. and Socher, R., 2017. Regularizing and optimizing LSTM language models. arXiv preprint arXiv:1708.02182.
- Prabowo, R. and Thelwall, M., 2009. Sentiment analysis: A combined approach. *Journal of Informetrics*, 3(2), pp.143-157.
- Rufai, S.R. and Bunce, C., 2020. World leaders' usage of Twitter in response to the COVID-19 pandemic: a content analysis. *Journal of Public Health*, 42(3), pp.510-516.
- Sinnenberg, L., Buttenheim, A.M., Padrez, K., Mancheno, C., Ungar, L. and Merchant, R.M., 2017. Twitter as a tool for health research: a systematic review. *American journal of public health*, 107(1), pp.e1-e8.
- Sv, P., Ittamalla, R. and Deepak, G., 2021. Analyzing the attitude of Indian citizens towards COVID-19 vaccine—A text analytics study. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*.
- Thelwall, M. and Thelwall, S., 2020. Retweeting for COVID-19: Consensus building, information sharing, dissent, and lockdown life. arXiv preprint arXiv:2004.02793.
- Twitter. Quarterly results: 2019 fourth quarter, 2020, URL <https://investor.twitterinc.com/financial-information/quarterly-results/default.aspx>. [Accessed: 2021-05-10].
- Twitter. Testing promoted tweets on our logged-out experience, 2015, URL https://blog.twitter.com/en_us/a/2015/testing-promoted-tweets-on-our-logged-out-experience.html. [Accessed: 2021-05-10].
- [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it). [Accessed: 2021-05-10].
- <https://www.kaggle.com/maxjon/complete-tweet-sentiment-extraction-data>. [Accessed: 2021-05-10].
- <https://docs.fast.ai/>. [Accessed: 2021-05-14]
- Weiss, K., Khoshgoftaar, T.M. and Wang, D., 2016. A survey of transfer learning. *Journal of Big data*, 3(1), pp.1-40.

SOSYAL MEDYA PLATFORMLARINDA VERİ GÜVENLİĞİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRME: TWITTER ÖRNEĞİ

Çilem Koçak

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi/ Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu/ Bilgisayar Programcılığı

cilemkocak@isparta.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4516-2076

Tuncay Yiğit

Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği
tuncayyigit@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6741-7826

Özet

Sosyal Medya Platformlarının kullanım durumunun dünya geneliyle birlikte Türkiye’de de gün geçtikçe artmaktadır. Sosyal medya kullanım oranı dünya genelinde ki artışa bakıldığında statista’nın hazırlanmış olduğu raporda Ocak 2021 verilerine göre insanların %63 ü Facebook kullanmakta olup, %61’i de youtube aktif olarak kullanmaktadır. Ayrıca insanların %48 i mesajlaşma uygulaması olan WhatsApp kullanmakta ve bunu sırası ile birlikte Facebook Messenger, Instagram, Twitter, Snapchat takip etmektedir. We Are Social’in hazırlanmış olduğu 2020 raporuna göre ise Türkiye de ki İnternet, sosyal medya ve mobil kullanıcı istatistiklerine göre Türkiye nüfusunun %74’ü yani 62 milyon internet kullanıcısı bulunmakta olup, Türkiye nüfusunun %64’üne karşılık gelen 54 milyon kişide sosyal medya kullanıcısıdır. Türkiye nüfusunun %92’sini oluşturan 77 milyon kişi mobil telefon kullanmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre toplamda Türkiye nüfusunu oluşturan 85 milyonun yaklaşık 60 milyonu sosyal medya kullanıcısı olduğu görülmektedir. Bu sayıda ülke nüfusun %70,8’inin sosyal medya kullanıcısı olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda Türkiye’de her 10 kişiden 7’si sosyal medya kullanmakta ve her 10 kişiden 9’u mobil cihaz kullanıcısı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Sosyal Medya Platformlarının kullanım oranını artışı ile bazı sorunları da beraber getirdiği görülmektedir. Bunların en önemlilerinden biri de bu platformlarda paylaşılan verilerin güvenliğinin nasıl sağlandığıdır. Yapılan araştırmalarda kullanıcıların bu platformlarda ki kullanım sözleşmelerini es geçerek güvenlik önlemleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Twitter da Türkiye de etkin kullanılan hatta ülke gündemini değiştirecek kadar güce sahip olan platformlardan bir tanesi olarak atılan twitlerin fotoğrafların paylaşım durumunda veri güvenliği sorunu ile doğrudan ilişkilidir. Yapılan çalışmada ülkemizdeki sosyal medya platformları incelenerek veri güvenliği ve twitter özelinde ihlal durumları hakkında değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Medya, Veri Güvenliği, Twitter.

ASSESSMENT ON DATA SECURITY ON SOCIAL MEDIA PLATFORMS: THE EXAMPLE OF TWITTER

Abstract

The usage of Social Media Platforms is increasing day by day in Turkey as well as in the world. Considering the rate of increase in social media usage worldwide, according to the statista's January 2021 data, 63% of people worldwide use Facebook, 61% use youtube, 48% use WhatsApp and follow this respectively Facebook Messenger, Instagram, Twitter, Snapchat. It has been observed. According to the We Are Social 2020 report, looking at Turkey's Internet, social media and mobile user statistics, 74% of Turkey's population is 62 million internet users, 64% of Turkey's population is 54 million social media users, 92% of Turkey's population is 77 million mobile users. . According to the results of the research, we see that there are 60 million social media users among the total population of approximately 85 million in Turkey. This means that 70.8% of the population is social media users. In Turkey, 7 out of every 10 people are social media users and 9 out of every 10 people use mobile devices. It is seen that the increase in the usage rate of Social Media Platforms brings along some problems. One of the most important of these is how the data shared on these platforms is secured. In the researches, it was concluded that the users bypassing the usage agreements on these platforms and did not have enough information about the security measures. Twitter is one of the platforms that is used effectively in Turkey

and even has the power to change the country's agenda, and it is directly related to the data security problem in the case of sharing photos of tweets. In the study, social media platforms in our country were examined and an evaluation was made about data security and violation cases specific to Twitter.

Keywords Social Media, Data Security, Twitter.

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte internet kullanım oranları günden güne artmaktadır. İnternet kullanımı ile de bir takım gizlilik sorunları söz konusu olmuştur. Kullanıcılar internet ortamında her tık ile dijital ayak izleri oluşturmakta ve bu izler kişisel veriler, kullanıcı bilgileri ve oluşturulan profiller de ki kullanıcı tarafından belirlenen bilgiler olabilmektedir. Bu dijital ayak izlerinin yanında içinde bulunduğumuz toplumda kullanılan teknolojiler vasıtasıyla da (akıllı şehirler, güvenlik kameraları, akıllı ev sistemleri, cep telefonları, mobil araçlar, giyilebilir teknolojiler, sağlık gözlem cihazları) birçok sistem ve uygulama ile her an kişisel verilere erişilmektedir. Bu kullanılan sistemler günlük yaşamda büyük avantajlar sağlaması ile birlikte, kullanılan verilerin gizliliği konusunda riskler oluşturmaktadır.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde veri güvenliği ve çevrimiçi gizlilik konularında yaşanan sorunlara ilişkin olarak devlet tarafından gerçekleştirilen yaptırımlar üzerinde durulduğu ve kişinin kendini korumaya yönelik yapması gerekli olan diğer unsurların göz ardı edildiği görülmektedir (Tokgöz, 2011; Karakaya, 2014; Karşlıoğlu, 2014). Bu bağlamda kullanıcıların sosyal medya güvenlik sözleşmeleri ve genel hakları konusunda farkındalık oluşturulması durumu mevcuttur. Dijital dünyada internet ortamında tüm bilgiler takip edilebilmektedir. (Tan ve Pivot, 2015).

İnternet kullanımının artışı teknolojiye ulaşma imkânının kolaylığı ile sosyal medya kullanımında artış görmüştür. Sosyal Medya platformlarının kullanımının artışı ile de kişisel verilerin çok hızlı bir şekilde işleme, iletilme, saklanma ve kullanılma kapasitesinin artmasını sağlamış ve kişilerin kendileriyle ilgili bilgiler üzerindeki kontrol gücünü azaltmıştır. Sosyal medyada bulunan kişisel verilerin işlenmesi ile ortaya çıkan hak ihlalleri sorunu, ulusal ve uluslar arası alanda kişisel verilen korunması için güvenlik önlemleri geliştirilmiştir. Bu kapsamda kişisel verilerin korunmasına yönelik düzenleme yapılması gerekliliği doğmuştur. Ülkeler bu kapsam da kendi güvenlik önlemlerini alacak kanunlar çıkarmış uluslar arası anlaşmalarla da kişisel verilerin korunması konusunda kararlar alınmıştır (Atasoy, K., 2016., Yılmaz, B. 2019).Bilgimiz dışında sosyal medyada kullanılan resim,yazı, ses vb. verilerin işlenmesi ile kullanıcı hakkında verileri işlenerek kişinin özel hayatına ve gizliliğine ihlal haline dönüşebilmektedir. Bu noktada yasal düzenlemeler ile kullanıcılar korunmalı, hakları haberdar edilmelidir çünkü “ ‘biz’e ilişkin olanın üzerindeki denetimimizi kaybettiğimiz noktada kendimiz olmamız birey olmamız ve bireysel özerkliğimizi korumamız da olanak dışına çıkacaktır.” (Küzeci, E., 2010).

2. SOSYAL MEDYA

Sosyal medya platformları günümüzde “bireylerin belli bir sistem içinde kamuya açık veya yarı açık profil oluşturmasına, bir bağlantıyı paylaşacağı diğer kullanıcılara ilişkin bir liste belirlemesine, diğer kişilerin sistem içindeki bağlantı listelerini görme ve bu bağlantılarda dolaşmasına izin veren web tabanlı hizmetlerdir.” olarak tanımlanmaktadır (Boyd, Ellison, History, s.211, Papacharissi, Gibson, Privacy and Publicity, s.77, Turley, Facebook Users, s.8, Brunty,Helenek, Social Media, s.2)

Sosyal medya siteleri kullanıcılarına sosyal ağ oluşturmasına olanak sağlayarak içerik paylaşımı yapabileceği ortamlarda ilgi alanlarında göre kişilerle buluşabileceği ortam sağlar. Ayrıca bu platformları ile mesajlaşma, görüntülü ve sesli görüşme de yapılabilmektedir. Sosyal medyanın kullanım amaçları ise sosyal etkileşim kurma, bilgi arama, zaman geçirme, rahatlama, eğlenme, iletişim kurma, fikir açıklama, bilgi paylaşımı yapma gibi durumlardır.

Sosyal Medya Platformlarının kullanım durumuna bakıldığında ise dünya geneliyle birlikte Türkiye’de de gün geçtikçe artmaktadır. Sosyal medya kullanım oranı dünya genelinde ki artışa bakıldığında statista’nın hazırlanmış olduğu raporda Ocak 2021 verilerine göre insanların %63 ü Facebook kullanmakta olup, %61’i de youtube aktif olarak kullanmaktadır. Ayrıca insanların %48 i mesajlaşma

uygulaması olan WhatsApp kullanmakta ve bunu sırası ile birlikte Facebook Messenger, Instagram, Twitter, Snapchat takip etmektedir. We Are Social'in hazırlamış olduğu 2020 raporuna göre ise Türkiye de ki İnternet, sosyal medya ve mobil kullanıcı istatistiklerine göre Türkiye nüfusunun %74'ü yani 62 milyon internet kullanıcısı bulunmakta olup, Türkiye nüfusunun %64'üne karşılık gelen 54 milyon kişide sosyal medya kullanıcısıdır. Türkiye nüfusunun %92'sini oluşturan 77 milyon kişi mobil telefon kullanmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre toplamda Türkiye nüfusunun oluşturan 85 milyonun yaklaşık 60 milyonu sosyal medya kullanıcısı olduğu görülmektedir. Bu sayıda ülke nüfusun %70,8'inin sosyal medya kullanıcısı olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda Türkiye'de her 10 kişiden 7'si sosyal medya kullanmakta ve her 10 kişiden 9'u mobil cihaz kullanıcısı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. (Most popular social networks worldwide as of January 2021). Sosyal medya platformlarının kullanım durumunun artışı işlevsel olması ile ekonomik manada etkin olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Sosyal medya platformlarındaki dijital veri paylaşımı, piyasalardaki bilgi seviyesini artırmakta ve daha iyi kararlar alınmasını sağlayabilmektedir (Demir, İ., ve Özbuğday, F. C., 2021).

2.1. Twitter

Sosyal Medya platformlarından Türkiye'de en çok kullanılanların arasında yer alan Twitter, kullanıcılarının ilgi alanları olan konularda en yeni ve anlık güncellenen bilgilere ulaşmasını imkan sağlayan, kişisel görüşlerin, videoların, resimlerin paylaşılabilirdiği gerçek zamanlı bir bilgi almayı sağlayan sosyal medya platformu olarak tanımlanmaktadır (Tosun, 2013: 24). Twitterda, 280 karakterden oluşan ve tweet adı verilen internet ortamına paylaşım yapılabildiği, başkalarının bu tweetleri okunabildiği bir mikroblog servisi olarak hizmet vermektedir (www.twitter.nedir.com). Twitter, kullanıcılarını ilgi alanlarına göre konularda en güncel bilgilere ulaşma imkanı sunan gerçek zamanlı bir platform olarak kullanılmaktadır. Kullanıcılar ilgilendiği konularda en son tartışmaları kolayca takip edebilmektedirler. Twitterin amacı insanların kısa ve öz ifadelerle anlık durumları paylaşmak olarak bilinmektedir.

Twitter ilk kullanıma sunulduğunda ana ekranda yazan 'what are you doing?' yani türkçesi şu an ne oluyor? yazısı 2009 yılından itibaren 'what's happening?' yani şu anda neler oluyor? olarak değiştirilerek toplumsal olarak insanları bilgilendirme amacı gütmektedir (Genç, 2010: 4). Ayrıca Twitteri sivil toplum kuruluşları, özel kuruluşlar yapılan faaliyetlerini tanıtmak için, siyasi liderler seçim çalışmalarında, şirketler ürünlerinin reklam tanıtımlarında, özellikle üniversite öğrencilerinde kendi düşüncelerini özgürce ifade ederek tartışma ortamı oluşturmak amacıyla kullanabilmektedir. Kullanıcı sayısı da her geçen gün tüm dünya da hızla artmaktadır (Çalışkan, M., Mencik, Y. 2015).

Twitter'ın Hizmet Sözleşmesi ve Gizlilik Politikası 18 Haziran 2020 tarihli en son sürüm üzerinden güncellenmiştir. Twitter Hizmet Sözleşmesi'nde, paylaşılan içeriğin kullanıcı tarafından özel bir kısıtlama koyulmadığı durumlarda küresel ölçekte tüm kullanıcılara açık olduğu ve her türlü veri işleminin yapılacağı vurgulanmaktadır. Sözleşmeye aykırı olan durumlarda; telif hakkı, taciz, yasa dışı davranış ve fikri mülkiyet haklarının suiistimali gibi içeriğin kaldırılması hakkına sahiptir. Hassas içerikler konusunda ise sorumluluk kullanıcıya ait olarak sözleşmede yer almaktadır. Özel durumlarda hesabın askıya alınabileceği veya kaldırılabilirliği de belirtilmektedir. Gizlilik Politikasında, kullanıcıların kendilerinden hangi verilerin toplandığını ve bunların nasıl kullanıldığını her zaman bilmeleri gerektiği açıkça belirtilmiştir. Bu durumda kullanıcının tweet olarak gönderdiği her türlü içerik veri işlenmesi için kabul edilmiş durumdadır. Twitter Gizlilik Politikası'nda, hesabın oluşturulmasından itibaren kullanıcıya ait özel bilgilerin de (kullanıcı adı, şifre, e-posta, telefon numarası, konum, IP ve cihaz bilgileri, çerezler, gönderilen bağlantılar üzerinden erişim sağlanan web siteleri vb.) toplandığı ve işlenerek bu bilgilerin diğer ortaklarla, şirketlerle ve reklam verenlerle paylaşıldığı belirtilmektedir. Twitter toplumsal olayların nabzını tutmak için kullanılmakta, toplumu yönlendirmekte, ürün reklamları için veri içeriği oluşturmaktadır. Ayrıca Twitter apiler ile sistemdeki tweetlerin farklı amaçlar için kullanılmasında izin verilmektedir. Bu durumlarda paylaşılan tweetlerin hak sahibi olarak twitter sorumluluk aldığından dolayı kullanıcılara karşı bir very güvenliği sorumluluğuna üçüncü şahıslar dahil olmamaktadır.

3. VERİ GÜVENLİĞİ

Kişisel veriler olarak kişinin birey olmasından kaynaklanan, insana ait olan ve kişiyi belirleyen bilgiler olarak bilinmektedir. Kişisel veriler insanın var olmasından itibaren hayatı boyunca artarak çoğalan veriler topluluğudur. Bununla birlikte korunması gereken hukuksal bir alan olarak da hukuki değere sahiptir. (Dülger, M. V. 2018). Teknolojinin gelişmesiyle kişisel verilerin gizliliği konusunda tehditler oluşmaya başlamıştır. Çevrim içi veri güvenliği kavramı internet üzerindeki her türlü platformdan kullanıcıların istemli yada istemsiz bir şekilde paylaştığı kişisel bilgilerle ilgilidir. Örneğin bir e-ticaret sitesinden yapılan alışveriş sonucu kredi kartı bilgilerinin üçüncü şahısların eline geçmesi gibi durumlar ki çok kısa bir zaman önce yemek sepetinin kullanıcı bilgilerinin çalınması ile veri gizliliği ihlali oluşmuş ve yasal süreç başlamıştır. Günlük hayatta kredi kartı hırsızlığı yada kimlik çalınması durumları internet ortamına taşınmış ve bir çok aktivite ile bu olaylar gerçekleşebilmektedir. İnternete yapılacak her bir faaliyet ve paylaşılan bilgiler konusunda önceden düşünmeye sebep olmaktadır (Tan, Q., ve Pivot, F. 2015).

Sosyal medya platformları verilerin korunması konusunda en çarpıcı örnekleri sunmaktadır. Bu platformlar kişiler arası iletişimi kolaylaştırdığı, mesafeleri ortadan kaldırdığı, kişilerin ilgi alanlarına göre konularda kolaylıkla bilgi edinebildiği, dünyadan haberdar olabildiği ve kişilerin sosyallüğünü artırdığı ortamları sunmaktadır. Bu süreç içerisinde ise kullanıcılar üyelik başlangıcında kişisel bilgiler ile sisteme dâhil olmaları ile veri gizliliği sorunu oluşmaya başlamaktadır. Daha sonraki süreçte kişilerin paylaşımları, beğenileri ve daha birçok durum ile veri gizliliği kullanılan platformun kullanıcı sözleşmesi dâhilinde söz konusu olmaktadır. Kullanıcı hangi bilgilerin paylaşılacağını, yüklenen tüm verilerin özlük haklarının kendinden çıkarak üçüncü şahıslarla kullanma yetkisine sahip olacağı bilgisine sahip olması gerekmekte güvenlik sürecini bu bilinçle şekillendirmelidir. Bu durumda oluşabilecek sorunlar ise sözleşme maddelerince hangi verilerin kişisel veriler olarak kabul edileceği?, bu verilerin kimler tarafından toplanacağı?, bu verilerin nerelerde kullanılacağı?, Verilerin bu şahısların elinde ne kadar süre tutularak kullanılacağı? Gibi sorulara cevap aramaktadır (Kılınç, D. 2012).

Sosyal medya platformlarında paylaşılan bilgilerin, paylaşımların kullanıcının isteği doğrultusunda silinip silinemeyeceği konusunda tartışma konusu olarak gündeme gelmektedir. Kullanıcı paylaşımı silmiş olsa da kayıt altında olup olmadığı bilgisine sahip değildir. Yasal olarak unutulma hakkına sahip olan kullanıcılarla platformlar arasında bu ikilem devam etmektedir. Unutulma hakkı gereği kullanıcılar, geçmişte dijital ortamda yer alan içeriklerini ve kişisel verilerini silme, yayılmasını engelleme hakkına sahip olabilmelidirler (Şebnem Ahi, 2016, Karaarslan, E., Eren, M. B., & Koç, S. 2014).

Veri güvenliği sorunu günümüzde sosyal medya hizmet sağlayıcısı ile kullanıcısı arasında sosyal medya hizmetinden yararlanma, platforma ulaşma ve kullanma konusunda bir sözleşme yapılarak çözülmektedir. Bu sözleşmede kullanım kuralları genel olarak taraflar arasındaki hak ve yükümlülükleri belirleyen hükümleri içeren ifadeler yer almaktadır. Sosyal medya platformlarının kullanıcılarına kabul ettirdikleri sözleşmeler bireylerin kişisel bilgilerinin üçüncü şahıslarla paylaşma izinlerini de içermektedir (Kaya, M. 2015).

Dünya genelinde ilk olarak 1980 yılında yayımlanmış ve 2013 yılında güncellenmiş olan Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) Rehber İlkeleri kapsamında kişisel verilerin korunması ve işleme sürecinde dikkate alınması gereken prensipleri şu şekilde belirlemiştir (OECD, 2013):

- ✓ Sınırlılık: Kişisel veriler yasaya uygun sebepler ve ortamlardan toplanmalıdır. Veri toplama süreci önceden kişilere bilgilendirilmelidir.
- ✓ Kalite: kişisel veriler belirlenen amaç doğrultusunda doğru ve tam olmalıdır.
- ✓ Amaca Özgünlük: Verilerin amacı belirlenmeli elde edilen veriler sadece amaç doğrultusunda kullanılmalıdır.
- ✓ Kullanım Sınırlaması: Veriler belirtilen amaçlar dışında yayılmadan amaca yönelik kullanılması. Veri sahibinin rızası dâhilinde ve kanuna dayalı yetkiler ile sözleşme maddelerinde yer verilmelidir.
- ✓ Güvenlik: Elde edilen verilerin tehlike oluşturabilecek güvenlik tedbirlerinin alınması.

- ✓ Açıklık: Veri toplayıcı kurum bireylerin kendileri ile ilgili kurumların politikalarına kolayca ulaşabilmelidirler.
- ✓ Bireyin Rızası: Veri sahibinin rızası ile veriler paylaşılabilir halde olmalıdır.
- ✓ Hesap Verebilirlik: Veri sahipleri veri toplayıcı ve yayınlayıcılarına karşı hesap sorma hakkına sahip olabilmelidir.

Bu doğrultuda sosyal medya platformları kullanıcı sözleşmelerini bu prensiplerle şekillendirerek kullanıcıya sunmaktadırlar.

4. SONUÇ

İnternet kullanımının artışı ile sosyal medya kullanımının da artması ile insanların zamanının çoğunu geçirdikleri platformlar olarak yer almaya başlamıştır. Bu şartlarda da insanlar internete bağımlı durumda yaşamaktadırlar. İnternet ortamındaki kişinin güvenliği ve veri gizliliği ihlali durumları da kullanım oranının artışı ile paralellik göstermektedir. Sosyal medya hesabı oluşturmak isteyen kullanıcılar kayıt sürecinde bir çok kişisel veri ile üyelik oluşturmakta ve süreçte neyi ne kadar paylaşacağına kullanıcı karar vermektedir.

Ülkemizde kişisel verilerin işleme şartlarını düzenleyen KVKK md.5 hükmüne göre,

“(1) Kişisel veriler ilgili kişinin açık rızası olmaksızın işlenemez.

(2) Aşağıdaki şartlardan birinin varlığı hâlinde, ilgili kişinin açık rızası aranmaksızın kişisel verilerinin işlenmesi mümkündür:

a) Kanunlarda açıkça öngörülmesi.

b) Fiili imkânsızlık nedeniyle rızasını açıklayamayacak durumda bulunan veya rızasına hukuki geçerlilik tanınmayan kişinin kendisinin ya da bir başkasının hayatı veya beden bütünlüğünün korunması için zorunlu olması.

c) Bir sözleşmenin kurulması veya ifasıyla doğrudan doğruya ilgili olması kaydıyla, sözleşmenin taraflarına ait kişisel verilerin işlenmesinin gerekli olması

ç) Veri sorumlusunun hukuki yükümlülüğünü yerine getirebilmesi için zorunlu olması.

d) İlgili kişinin kendisi tarafından alenileştirilmiş olması.

e) Bir hakkın tesisi, kullanılması veya korunması için veri işlemenin zorunlu olması.

f) İlgili kişinin temel hak ve özgürlüklerine zarar vermemek kaydıyla, veri sorumlusunun meşru menfaatleri için veri işlenmesinin zorunlu olması.”. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve Uygulaması, <https://www.kvkk.gov.tr/>.

İlgili Kanunun 7253 sayısı ile getirilen Sosyal Medya Platformlarında temsilci atama zorunluluğunun yerinde bir karar olduğu değerlendirilmektedir. Söz konusu kanunda, “Türkiye’den günlük erişimi bir milyondan fazla olan yurt içi veya yurt dışı kaynaklı sosyal ağ sağlayıcı, Türkiye’deki kullanıcıların verilerini Türkiye’de barındırma yönünde gerekli tedbirleri alır”, hükmü yer almaktadır. Kanunda yer alan bu ifade, son yıllarda sosyal medyaya ilişkin devletin her kademesinde dile getirilen “Türkiye’nin Verisi Türkiye’de Kalmalı” söyleminin oldukça önemlidir. Ancak yasa da açıkça belirtildiği gibi bu hükmün gereğinin yapılmadığı durumlarda ise herhangi bir yaptırım bulunmamaktadır.

Sosyal medya platformları tarafından sunulan hizmetler ücretsiz gibi görünse de, kullanıcılar tarafından sağlanan verilerin işlenerek anlamlı hale getirilmesi ve yeniden kullanılmasıyla (kişisel verilerin kişiselleştirilmiş reklam olarak kullanıcıya sunulması gibi) sosyal medya şirketleri bu süreçten önemli miktarda kazançlar elde ederek sürekli büyümektedirler.

Twitter Güvenlik sözleşmesinde “Twitter’ı kullandığınızda, sadece Tweet’lere baksanız bile, kullandığınız cihaz türü ve IP adresiniz gibi sizden bazı kişisel bilgiler alırız. E-posta adresiniz, telefon numaranız, adres defterinizdeki kişiler ve genel bir profil gibi ek bilgileri bizimle paylaşmayı seçebilirsiniz. Bu bilgileri, hesabınızı güvende tutmak ve size daha alakalı Tweetler, takip edilecek kişiler, etkinlikler ve reklamlar göstermek gibi şeyler için kullanırız.” maddesi oldukça etkili ve kullanım durumlarında ortaya çıkabilecek sorunların kişinin kullanımından doğması sonucuna ulaşılmaktadır (<https://help.twitter.com/tr/using-twitter#fleets>, 20.05.2021).

KAYNAKLAR

- Boyd, Ellison, History, s.211, Papacharissi, Gibson, Privacy and Publicity, s.77, Turley, Facebook Users, s.8, Brunty, Helenek, Social Media, s.2
- Çalışkan, M., & Mencik, Y. (2015). Değişen Dünyanın Yeni Yüzü: Sosyal Medya. Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi, (50), 254-277.
- Demir, İ., & Özbuğday, F. C. Siber Güvenlik Bağlamında Sosyal Medya Platformları Ekonomisi ve Endüstriyel Organizasyonu.2021
- Dülger, M. V. (2018). İnsan hakları ve temel hak ve özgürlükler bağlamında kişisel verilerin korunması. İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 5(1), 71-144.
- Genç, H. (2010). "İnternetteki Etkileşim Merkezi Sosyal Ağlar Ve E-İş 2.0 Uygulamaları", Akademik Bilişim Konferansı Muğla: Muğla Üniversitesi.
- Gülaslan, T. Sosyal Medya Güncel Tartışmalar: Sosyal Medyanın Kontrolü & Sosyal Medya Hizmet ve Gizlilik Sözleşmeleri & Yerli ve Milli Sosyal Medya. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 4(1), 1-21.
- Hazar, M. (2011). "Sosyal Medya Bağlılığı-Bir Alan Çalışması", İletişim Kuram Ve Araştırma Dergisi, Sayı: 32, Ss.151-175.
- <https://help.twitter.com/tr/using-twitter#fleets> 20.05.2021.
- Kara, T. (2012). Sosyal Medya Üzerinde Yeni Nesil Pazarlama Ve Türkiye Bilgi & İletişim Hizmetleri Endüstrisinde Sosyal Ağların Kullanımına Yönelik Bir Araştırma. Global Media Journal Gmj 4. Sayı Bahar.
- Karaarslan, E., Eren, M. B., & Koç, S. (2014). Çevrimiçi Mahremiyet: Teknik ve Hukuksal Durum İncelemesi. In *Internet Conference Proceedings in Turkey, İzmir*.
- Karakaya, Aslı (2014), Yeni İletişim Ortamları İle Sömürgeciliğin Dönüşümü Gözetim Olgusu Ve Bireylerin Farkındalık Ve Teslimiyetleri Üzerine Bir Araştırma. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karshoğlu, Figen (2014), Siber Gözetim: Toplumsal Denetim Aracı Olarak İnternetin Dönüşümü. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Kaya, M. (2015). Sosyal Medya Ve Sosyal Medyada Üçüncü Kişilerin Kişilik Haklarının İhlali. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, (119), 277-306.
- Kemal Atasoy, "Kişilik Hakkı Kapsamında Sosyal Medyada Kişisel Verilerin Korunması Ve Veri Sahibinin Rızası", Marmara Üniversitesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, Cilt:22, Sayı:3, 2016, S.274.
- KILINÇ, D. (2012). Anayasal bir hak olarak kişisel verilerin korunması. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 61(3), 1089-1172
- Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve Uygulaması, s.15, (Çevrimiçi), <https://www.kvkk.gov.tr/>.
- Küzeci, E., Kişisel Verilerin Korunması. Ankara: Turhan Kitabevi, 2010.
- Most popular social networks worldwide as of January 2021, ranked by number of active users, <https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>, Erişim Tarihi: 08.04.2021.
- OECD. (2013). New data for understanding the human condition: international perspectives. 17 Mayıs 2021 tarihinde <https://www.oecd.org/sti/sci-tech/new-data-for-understanding-the-human-condition.pdf> adresinden erişildi.
- Şebnem Ahi, "Unutulma Hakkı". (<http://www.bilisimhukuk.com/2014/02/unutulma-hakkithe-right-to-be-forgotten>) (01.11.2016).
- Tan, Q., ve Pivot, F. (2015). Big Data Privacy: Changing Perception of Privacy. 2015 IEEE International Conference on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity) içinde (ss. 860-865).
- Tokgöz, Cemile (2011), Bilişim Çağında Toplumsal Denetim Aracı Olarak Gözetim Olgusu Ve Yeni İletişim Ortamlarında Bireyin Gözetim Farkındalığı Üzerine Bir Araştırma. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tosun, G. (2013). Sosyal Medyanın Yazılı Basında Gündem Oluşturmadaki Rolü (Örnek Çalışma: Twitter), Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi Sbe.
- Yılmaz, B. (2019). Türk Anayasa Mahkemesi Ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi Kararları Işığında Kişisel Verilerin Korunması. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Hukuku Anabilim Dalı Doktora Tezi Ankara, 2019

BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ YAPISAL İNCELEMESİ VE GELİŞİM SÜRECİ

Çağlar Şimşek

Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
cağlar.simsek2@ogr.sakarya.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7973-3888

Özet

Blockchain, temelde veri veya değer içerebilen dijital dünyadaki verilerin açık ve güvenli olacak yöntemler ile depolanabilmesi ve yönetilebilmesine olanaklar sağlayan bir teknolojik gelişim olarak tanımlanır. Blok zinciri teknolojisinin ortaya çıkışı bugüne kadarki gelişim süreci ile gelecekteki durumu bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Blockchain teknolojisi ile tedarik zinciri yönetimi alanında yapılan uygulamalar ve bu uygulamalar hakkında bilgiler toplanarak tedarik zinciri yönetim süreçleriyle ilgili olarak araştırmalara katkı sağlamak amaçlanmıştır. Bu amaçla blok zinciri yönetimi üzerinde ulusal ve uluslararası literatür taranmıştır.

Çalışmanın birinci aşamasında blok zincir teknolojisinin tanımlanması, yapıları, işleyişleri, faydaları, blok zincir türleri ve uygulama alanları, ikinci aşamada tedarik zincirinin kavramsal yapısı açıklanmaya çalışılmıştır. Üçüncü aşamada ise blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri üzerinde yapılan uygulamaları, tedarik zinciri yönetimine sağladığı yararlar ve bu konu üzerinde yapılmış olan çalışmalara yönelik bilgiler araştırılmıştır. Yapılan çalışmanın kalan aşamasında ise çalışmada dilenilen veriler üzerinde genel değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik zinciri, Blockchain, Blok yapısı

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, STRUCTURAL REVIEW AND DEVELOPMENT PROCESS

Abstract

Blockchain is defined as a technological development that enables the storage and management of data in the digital world, which may contain data or value, with open and secure methods. The emergence of blockchain technology, its development process to date and its future situation are examined within the scope of this study. It is aimed to contribute to researches related to supply chain management processes by collecting information about the applications made in the field of supply chain management with blockchain technology and these applications. For this purpose, national and international literature on blockchain management has been reviewed.

In the first stage of the study, the definition of blockchain technology, its structures, functioning, benefits, blockchain types and application areas, and in the second stage, the conceptual structure of the supply chain was tried to be explained. In the third stage, the applications of the blockchain technology on the supply chain, the benefits it provides to the supply chain management and the information about the studies on this subject were researched. In the remaining phase of the study, a general evaluation was made on the data requested in the study.

Keywords: Supply chain, Blockchain, Block Structure

1. GİRİŞ

Tedarik zinciri ağıyla, günümüzde dijital veriler üzerinde vazgeçilmez bir yapı ve bu yapıların dijital veriler açısından önemi çok yüksek veri düzeyleri oluşturmaktadır. Tedarik zinciri elemanlarıyla birlikte, daha verimli olacak şekilde ağ yapısı oluşturmak amaçların bütünü olmaktadır. Bu kurulacak ağ yapısını verimli kılmayı sağlama işlemleri ise, ağ yapısındaki bütün elemanların çok iyi oran içerecek şekilde bu ağ yapısına katkı sağlamasıyla mümkün hale gelebilmektedir. Tedarik zinciri, çizge özelliğine sahip (graph) gibi düşünülp yönetilebilir ve bu elemanlar ile çizge özelliğinin elemanları olacak şekilde hareket edebilir. Tedarik zinciri yapısı bir bütün olmalı ve yapısallık gereği hareketin her anından bütün yapı etkilenme durumu olabilir.

Tedarik zinciri yapısı, tedarikçilerden ve son müşterilerine varana kadar etkileşimli olan, etkileşimli bir ağ yapısı özelliğine sahip şekildedir. Bu ağ yapısının elemanlarından tedarikçiler ve müşteriler arasında veri alışverişi sağlayarak koordineli hareket eder ve birbirlerini etkilerler. Etki durumunda olumlu ya da olumsuz durumlar tedarik zinciri yapısıyla ve bu yapının iyi yönetilmesine bağlıdır. Tedarikçi seçmek tedarik yönetiminde zinciri oluşturan önemli bir aşamadır.

Teknoloji gelişmeler ile birlikte iletişimdeki kolaylıklar ve müşteri beklentilerini karşılama ve küreselleşen dünyada rekabet etmek günden güne zorlaşmıştır. Bu zorluklara karşı değişim ve adaptasyon sağlayabilmek için işletmeler tedarik zinciri yönetimine önem vermektedirler.

Şirketlerin büyümesi kar oranının yükselmesi, maliyet azaltıcı tedarik yönetimini doğru seçmek önemlidir. Tedarik zinciri yönetmede karşılaşılan eksik ve yetersiz ekipman ve bütçe istenilen hedefe ulaşmada önemli rol oynar. Hammaddede ve ürün üretimi için gerekli tedarik süreçlerinin yakın veya uzak coğrafyalardan temini ürün tesliminde tedarik zinciri yapısını karmaşık hale getirmektedir.

2. BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ

İnternette günlük yaşantımızda kullanılan sosyal medya içerikli uygulamalar, mail uygulamaları, mesajlaşma uygulamalarında yapılan veri alışverişi genelde düşük güvenlik içeren veri transferi içermektedir. Özel ve değerli veri transferlerinde dağıtık veri yapısına sahip blok zinciri teknolojisi kullanılmaktadır.

Blockchain merkezi yapısı olmaksızın dağıtık yapısal özelliği sayesinde onay için ayrı bir kişiye ihtiyaç duymaksızın sahtecilik, hırsızlık yapılabilmesinin önlenmesi bu gelişen teknolojinin özellikleri ve güvenliğinin yüksek olduğu sektörlerde çalışabilmesi için önemli bir hal almaktadır. Blok zincirinin sağlamakta olduğu bu avantajlar ile birbirlerinden farklı olacak alanlar için kullanılabilir. Blockchain teknolojisi ve kullanılabilir alanları oldukça çeşitlidir. Bu özelliğinden elektronik para transferleri, elektronik kimlik işleri, elektronik akıllı sözleşme, elektronik doğrulama, şifrelemeler, elektronik oy verme işlemleri, tedarik zinciri, elektronik ithalat, ihracatlar, sigortalar, telifler, yönetsel emir komuta işlemleri gibi birçok farklı işlemler için kullanım olanakları sağlayabilmektedir. Blok zincir işlemleri doğru ve geçerli kabul edilebilmesi ve yeni blokların sisteme eklenerek düğüm ağı yapısı oluşturma durumu ile elde edilir.

Blok zincirinin sağladığı yararlar;

- Blok zincirinde verilerin yedeği diğer üye gruplar ile paylaşılarak kayıt altına alınır.
- Blok zincirindeki verilere grup üyeleri erişebilir ve veri kaybının önüne geçilir.
- Elektronik imza ve güvenlik doğrulamaları ile grup üyeleri arasında güvenilirlik durumu oluşur.
- Blok zincirindeki veriler korunur ve silinme durumu olmaz.
- Blok zinciri dağıtık veri yapısı özelliği ile merkezi bir sisteme ait olmadan yönetilebilir.

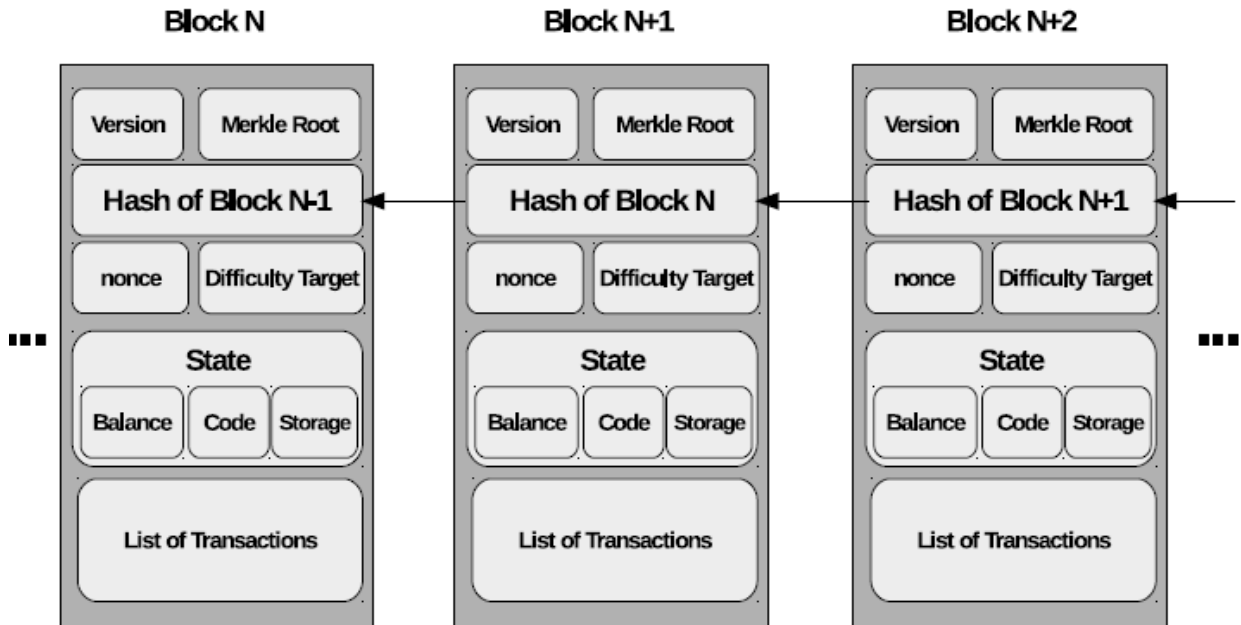
Blok zincirinin öngörülebilir sorunlar;

- Blok zinciri için kullanılan elektronik cihazlar yüksek enerji tüketen cihazlar olduğundan enerji verimi sağlanamayabilir.
- Blok zincirinde verilerin yedeği her bir blok için ayrı tutulduğundan veri tabanı performansı ve zaman süresi veri tabanına göre yeterli olmayabilir.
- Blok zincirinde veriler diğer grup üyeleri ile paylaşıldığı için güvenlik zafiyeti oluşturabilir.
- Blok zincirinde veriler diğer grup üyeleri ile paylaşılmasından kaynaklı kullanıcı kaynaklı güven problemleri ortaya çıkarabilir.

Blok zincirin gelişimi ilk olarak kripto yapısında şifrelenmiş değerli paralar üzerinde geleneksel ödeme yöntemlerinin haricinde elektronik ödemeler için kullanılmıştır. Kripto olarak şifrelenmiş paralar içerisinde yer almış olan Bitcoin kredi kartına oranla daha çok gizlilik oluşturarak elektronik para birimleri için gizlilik içeren kriptolojik özelliği ile elektronik para birimlerini altyapıyı oluşturmuştur. Daha sonra blok zinciri bankalarda ve finans uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde blok zinciri teknolojisi eğitim, sağlık, denetleme gibi birçok alanda karşımıza çıkmaktadır.

Blok zinciri sistemleri; Genel Blok Zinciri(GBZ), Özel Blok Zinciri(ÖBZ), Konsorsiyum Blok Zinciri(KBZ) olmak üzere üç grupta sınıflandırma yapılmıştır. Genel blok zinciri yapısında kullanıcıların katılımlarıyla sisteme kayıt verisi ekleme, madencilik yapma işlemine izin veren ve kısıtlama olmadan kullanılabilen açık izinsiz yapıdadır. Güvenlik ve veri tutarlılığın tüm zincir içinde olduğundan verideki değişiklik zincir protokollerindeki yükü artırmaktadır. Özel blok zinciri az sayıda kişiler arasında veri paylaşımı yapılabilen blok zincir yapısıdır. Bu zincire katılım sağlanabilmesi için özel izin olması gerekmektedir. Tüm katılımcılar erişim sağlayamadığı için şeffaflık yapısı için uygunluk durumu düşüktür. Konsorsiyum blok zincirinde veri ve blok doğrulama işlemleri daha önceden belirlendiği için kısmi özel izinli blok zinciri olarak değerlendirilmektedir. Veri ve blok doğrulama işlemleri yetkili düğümler tarafından onaylanırsa geçerli olacağından doğrulama işlemi konsorsiyum tarafından onay verilir.

Blok zinciri mimarisinde blok yapısı içerisinde yapılan tüm işlemler ve gerçek kayıtların yer aldığı sıralı blok yapısı yer alır. Bloklar yalnızca bir bloğa sahip olur ve blok bilgisi bir önceki blok bilgi özetinde yer alır. Blok zincirindeki ilk blok bir önceki bloğa bağlı olmadığı için genesis veya ana bloğu olmayan blok olur.



Şekil 1: . Blokzinciri Yapısı (Dorri, Kanhere, Jurdak & Gauravaram, 2017)

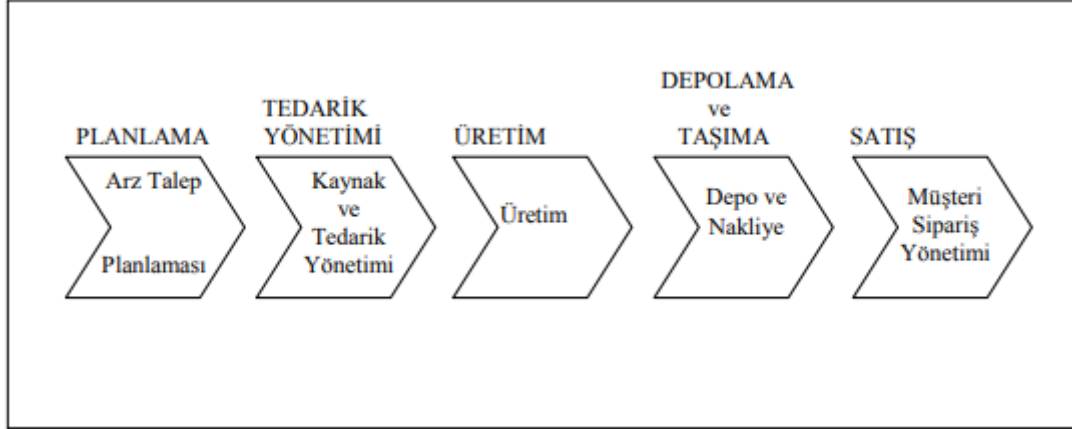
Zincir içerisindeki bütün bloklar, kendinden önce olan blok yapısına ait özel hash kodlarını içermektedir ve kendinden bir sonra olan blok yapısının hash kodunda bu şekilde yer almış olmaktadır. Blok zinciri yapılarında birbirleri üzerine hash kodları yardımıyla bağlanabilmekte bu sayede yapı içerisinde bir zincir oluşturabilmektedir. Zincir içerisindeki bütün bloklar, blok başlıkları ve blok gövdeleriyle özgün bir yapı şeklinde zincir yapısı meydana gelebilmektedir. Zincir blokların başlıkları içerisinde; blok sürüm türleri, bir önceki blok yapısına erişebilmek için hash kodunu, blok nonce olan bir kez kullanılabilen blok değerini, blok zorluk hedeflerini, blok için zaman damgası ve blok hash(merkle) ağacının olduğu kısımlardan oluşmaktadır. Blok gövdesi üzerinde yer alan işlemler bölümü (transaction) yer almaktadır. Blok yapısı başlık kısmında ise veriler bir hash fonksiyonuyla işleme girmekte ve bu işlemler ile hash fonksiyonunun sonucunda blok hash kodu oluşmaktadır.

3. TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik zincirinde tedarikçilerden, işletmelerden imalat işletmelerine dağıtım, perakende ve birçok sayıda işletmelerin yer aldığı üretimden hammaddeye kadar ürün oluşum ve teslimini barındıran geniş yapıdaki sistemin sürecidir. Tedarik zincirinde iki temel süreç yer alır. Bunlardan birincisi üretim planlaması ve stokların kontrol edilme süreci diğeri ise dağıtım yapılması ve lojistik işlemlerin süreçleri bulunmaktadır.

Tedarik zinciri yapısı ürün ve hizmet planı tasarlamak ve bunu dağıtabilmek dağıtılmış olan ihtiyaca uygun olarak işletmelerde kullanabilmektir. İşletmeler için önem taşıyan bu tür ihtiyaçlar tedarik zincirinin önemini artırmaktadır.

Tedarik zincirinin işleyişinde üretimin, envanterin, konumun, taşımacılığın ve bilgi bileşenlerinin yer alması önemli olmaktadır. Bu işleyiş tedarik zinciri yönetimi sırasında malzeme ve hammaddenin üretimi sırasında ve dağıtımını stok oluşturmadan talepleri karşılayacak şekilde tüketici ve müşteri taleplerine karşı hizmet sağlayabilen ağ yapısına sahip yapı bütünüdür.



Şekil 2: . Tedarik Zincirinin Bileşenleri(Nalbantçılar, 2012:22)

4. BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİNİN TEDARİK ZİNCİRİ ÜZERİNE UYGULAMALARI

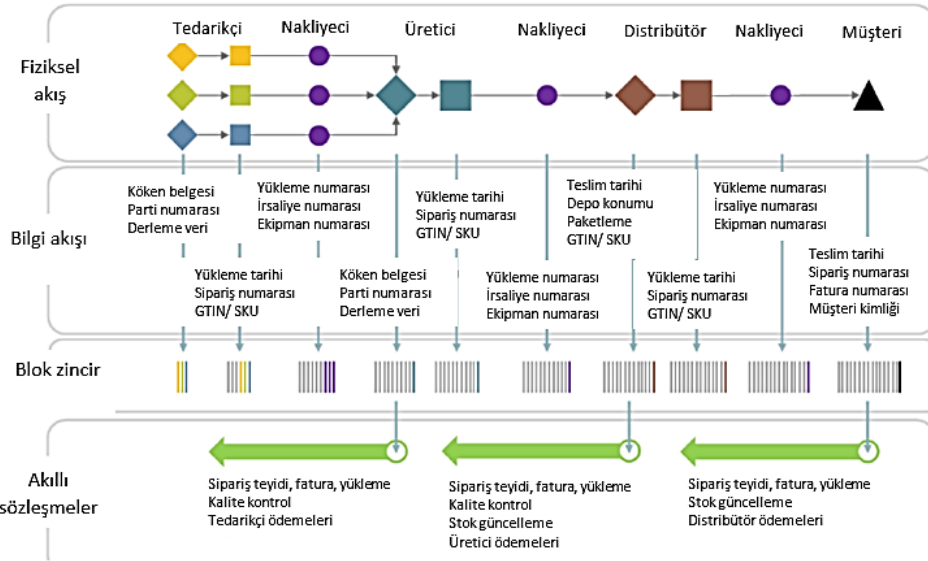
Tedarik zinciri içerisinde yer alan birçok yapısal organizasyonlar yer alır ve birden fazla işletme bulunabilmektedir. İhtiyaç olan hammaddeden nihai ürün için oluşacak süreçleri içeren bilgi dağılımı yer almaktadır. Bu bilgi dağılımları blok zincir yapısı ile tedarik zinciri arasında benzer yapılar elde edilebilmektedir.

Literatür çalışmaları incelendiğinde Türkiye de son yıllarda iyice popüler olmakla birlikte yapılan araştırmalarda artış olduğu gözlemlenmiştir.

İmparator Serhat Karaköse 2017 yılında yaptığı çalışmada Elektronik ödeme üzerinde blok zincir yapısı ve blok sistematiği ve blok üzerinde uygulamalar yaptığı çalışmada blok zincir teknolojisiyle finansa özel sektörleşmiş yapısal ekonomik özellikleri için elektronik ödeme yapılabilmesi alanı üzerine yapısal etkilemelerin hangi düzeyde olduğunu incelemiştir. Ayrıca blok zinciri yapısının kullanımındaki artmalar ile oluşan verilerde ve bu verilerin ölçülebilir olmasıyla ekonomik ve finansal analizlerin yapılmasının mümkün olabileceğini belirtmiştir.

Mahmut Aldemir 2018 yılında yaptığı çalışmada dijital paralar ile Blok zincirinin ekonomik yönetime kattığı fırsatları incelemiştir.

Global ticari aktivitelerin artması insanların ihtiyaç duyduğu ürünleri karşılamak amacıyla dünya çapında ödemeler üzerine geliştirmeler yapılarak ve elektronik paralar üzerinde insanlar açısından talep ve desteklerin olmadığı durumlarda kullanmış olduğumuz merkezileşmiş sistemlere olan bağıllığımızın bir süre daha zaman alabileceğini ve bunun sonucunda kullanılan önceki düzenlerin değiştiremeyeceği fikirlerini yaptığı çalışmada bildirmiştir.



Şekil 3: Tedarik zinciri yapısında blok zincir üzerine uygulamaları(Rodrigue, 2018, p. 22)

Salih Cemil Çetin 2018 yılında yaptığı çalışmada blok zinciri protokollerinin geliştirilebilmesi ve bu yapısal protokoller üzerine elektronik değerlerin transferleri ortamının oluşturulmasını analiz etmiştir. Çalışmasında dağıtık defter içeren teknolojik gelişmenin temel yapısını oluşturan blok zincir uygulaması, uygulamanın geliştirilebilmesi ve blok zincir uygulaması incelemeleri ele alınmıştır.

Hamza Sezer 2019 yılında yaptığı çalışmada taşınmaz mallar ve emlak sektörü üzerine blok zincir sistemi kullanarak ve yeni nesil kontratların incelenme yapılması üzerine yaptığı çalışmada blok zinciri teknolojisiyle birlikte gayrimenkul geliştirmelerini içeren süreçlerde yüksek düzeyde yıkıcı etkilemelere sebep olacağını belirtmiştir. Ayrıca sistemin kurulması için kurulacak sistemin vergilendirme sistemine entegre edilebilmesi, bu sisteme özel hukuki altyapılarının sağlanmış ve gayrimenkul sektörü üzerindeki teknolojilere bağlı olabilecek seviyelerin artış göstermesinin gerektiği fikrini yapılan çalışmada bildirmiştir.

Türkiye de blok zinciri teknolojisinin geliştirilmesi adına TÜBİTAK kuruluşu tarafından Bilgem yapısı altında kamu ve özel kuruluşlar için blok zinciri kurulumu, analizi ve altyapı çalışması, güvenliğin sağlanması işlemleri üzerine çalışmalar yapan BZLab kurulmuştur. Yapılan Blockchain Çalıştayı kapsamında blok zincir teknolojisini anlama ve kullanma becerilerini geliştirmeyi hedeflemiştir.

Literatür üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde Wüst ve Gervais 2017 yılında yaptığı Do you need blockchain?, IACR CryptologyePrint Archive, çalışmada blok zinciri ve blok zincir türlerinde yapılan analiz çalışması ve bu yapının merkezi olarak yönetimi olan veritabanı yapısına göre karşılaştırma yapmış ve analiz sonuçları elde etmiştir. Blok zinciri teknolojisinde problemlere karşı yararlı çözümler üzerinde yapılabirlik işlemi için yöntem çalışması hazırlamıştır. Yapmış olduğu çalışma ile problemlerin çözümü için kullanılacak blok zinciri türünün seçilmesi gerekliliğine yönelik fikir ve düşüncelerini yaptığı çalışmada bildirmiştir.

Blok zincir teknolojisi üzerine Xu ve arkadaşları yaptıkları a taxonomy of Blockchain_based systems for architecture design adlı çalışmada blok zinciri sistemlerinin özelliklerini ve blok zincirinin çalışma yapısı üzerine çalışmalar yapmıştır. Blok zincirinin yapısal özelliklerini model oluşturarak mimarisi üzerinde çalışmışlardır.

5. SONUÇ

Teknolojinin gelişmesi, son dönemdeki korona salgını ve alışveriş tercihlerimizin internet çağı üzerine etkisi ile günlük hayatımızda ve yaşantımızda değişiklere neden olmuştur. Dijitalleşen dünyada alışveriş tercihlerimiz ve ekonomik kolaylıklar hayatımızda yer edinmiştir. Bu dijitalleşme ile birlikte artan rekabet koşullarına karşı şirketlerin müşteri talepleri karşısında rakiplerinde hızlı ve avantajlı bir şekilde

gelişen talep ve isteklere uygun olarak faaliyetlerini devam ettirebilme, kolay çözüm sağlayabilmesi blok zincir teknolojisi sayesinde avantaj oluşturmaktadır.

Blok zinciri teknolojisi kripto paralar üzerinde ekonomik durum olarak görünse de aslında veri bütünlüğü, veri gizliliği ve güvenliği sağladığı görülmüştür. Bu sayede birçok farklı alanda kullanılabilir bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Teknolojik gelişmelerin artmasıyla küresel pazardaki şirketler yenilik çalışmaları yapmaya başlamışlardır. Rekabet, hız ve güvenilirliğin ön planda olduğu online alışveriş sisteminin popülerleşmesi ile birlikte mükemmeliyetçi politikaya önem veren kuruluşlar maliyeti düşürmek ve zaman tasarrufu sağlamak için global şirketler arasında yer alan Amazon internet alışverişinde aracı kurumlar ile tedarik zinciri oluşturarak lojistik süresi ve maliyetleri için blok zinciri sistemi ile takip ve izleme yaparak faaliyetler sunmaktadır.

Blok zinciri teknolojisi hem ülkemizde hem de dünya genelinde dijital dönüşümün altyapısını hazırlayarak ekonomik ve ticari açıdan hızla gelişim göstermektedir.

Yapılan çalışmada blok zincirinin olası kullanım alanlarının daha iyi anlaşılabilmesi amaçlanmıştır. Blok zincir teknolojisinin üzerine Türkiye de v e yurtdışında yapılan çalışmalar incelenmiş literatüre bu yönlü bir çalışma ile destek verilmesi amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Akben, İ., Özel, M. (2017). Supply Chain Visibility: Control Tower Approach. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 16 (3), 612-627
- Akben, İ. ve Çınar, S. (2018). Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde Block-chain: Vaatler, uygulamalar ve engeller. *Anadolu I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar kongresi*, 2018, Diyarbakır.
- Babacan, M. (2003). Lojistik sektörünün ülkemizdeki gelişimi ve rekabet vizyonu. *Ege Akademik Bakış*, 3(1), 8-15.
- Bakan, İ., & Şekkeli, Z. H. (2019). Blok Zincir Teknolojisi ve Tedarik Zinciri Yönetimindeki Uygulamaları. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 2847-2877.
- Bocek, T., Rodrigues, B.B., Strasser T., and Stiller B., (2017). Blockchains everywhere - A use-case of blockchains in the pharma supply-chain, in the *Proceedings (772-777) .IM 2017 - 2017 IFIP/IEEE In-ternational Symposium on Integrated Network and Service Manage-ment*, 8-12 May, Lisbon, Portugal.
- Catalini, C., & Gans, J. (2017). Some Simple Economics of the Blockchain. *Rotman School of Management Working Paper No.2874598; MIT Sloan Research Paper No.5191-16*
- Christopher, a. M. (1992). *Logistics: the strategic issues*. London: Chapman & Hall.
- CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals), (2008). <http://cscmp.org/>
- Dorri, A., Kanhere, S. S., Jurdak, R., & Gauravaram, P. (2017, March). Blockchain for IoT security and privacy: The case study of a smart home. In *2017 IEEE international conference on pervasive computing and communications workshops (PerCom workshops)* (pp. 618-623). IEEE.
- E. Gaetani, L. Aniello, R. Baldoni, F. Lombardi, A. Margheri, and V. Sassone, Blockchain-based database to ensure data integrity in cloud computing environments, In *Italian Conference on Cybersecurity (ITA-SEC)*,1816, 2017.
- F. Hawlitschek, B. Notheisen, T. Teubner, “The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy”, *Electronic Commerce Research Application*, 29, 50–63, 2018.
- K. Burgess, “The Promise of Bitcoin and the Blockchain”, *Consumers Research Primary*, 2015.
- K.Wüst, A. Gervais, Do you need blockchain?, *IACR CryptologyePrint Archive*, 2017, pp. 375.
- KIRBAŞ, İ. (2018). Blokzinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 75-82.
- Kumar, D., Rahman, Z. ve Chan, F. T. (2017). A fuzzy ahp and fuzzy multi-objective linear programming model for order allocation in a sustainable supply chain: a case study. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(6), 535-551.
- Lee, H. L., ve Billington, C. (1992). *Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities*. MIT Sloan Management Review, 33(3), 65-73.
- M. English, S. Auer, and J. Domingue, Blockchain technologies & the semantic web: a framework for symbiotic development, In *Computer Science Conference for University of Bonn Students*, 2016, pp. 47-61.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. Alındığı tarih: 22.11.2019, adres: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

- Nalbantçılar, A. B. (2012). Tedarik zinciri yönetiminde alıcı-tedarikçi ilişkileri ve makine tedarikçisi seçimi probleminin AHP ile çözümlenmesi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Rodrigue, J. P. (2018). Efficiency and sustainability in multimodal supply chains. International Transport Forum Discussion Paper.
- Sousa, J., Bessani, A., & Vukolic, M. (2018, June). A byzantine fault-tolerant ordering service for the hyperledger fabric blockchain platform. In 2018 48th annual IEEE/IFIP international conference on dependable systems and networks (DSN) (pp. 51-58). IEEE.
- T. Moore, "The promise and perils of digital currencies", International Journal of Critical Infrastructure Protection, 6(3-4), 147-149, 2013.
- Tian, F. (2016). An agri-food supply chain traceability system for china based on RFID & Blockchain technology. Service Systems and Ser-vice Management (ICSSSM), 13th International Conference on. IEEE, 24-26 June, Kunming, China.
- TEKİN, M., ÖZTÜRK, D., & BAHAR, İ. (2020). Akıllı Lojistik Faaliyetlerinde Blokzincir Teknolojisi. Kent Akademisi, 13(3), 570-583.
- Timur, M. N., & Başkol, M. 2013, "Tedarik zinciri yönetimi", M. N. Timur & G. S. Çekerol (Edt.), (s. 25----46). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları
- TUBİTAK (2017). Blokzincir teknolojiler, 15 Kasım 2019 tarihinde <http://blokzincir.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html> adresinden erişildi.
- TÜRKMEN, S. Y., & DURBİLMEZ, S. E. (2019). Blockchain teknolojisi ve Türkiye finans sektöründeki durumu. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(1), 30-45.
- Ünsal, E., ve Kocaoğlu, Ö. (2018). Blok zinciri teknolojisi: Kullanım alanları, açık noktaları ve gelecek beklentileri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13, 54-64. doi:10.31590/ejosat.423676
- V. Gatteschi, F. Lamberti, C. Demartini, C. Pranteda, and V. Santamaria, To blockchain or not to blockchain: That is the question, IEEE IT Professional, 20(2),2018, pp. 62-74.
- X. Xu, I. Weber, M. Staples, L. Zhu, J. Bosch, L.Bass, C. Pautasso, and P. Rimba, A taxonomy of Blockchain_based systems for architecture design, IEEE International Conference on Software Architecture (ISCA), 2017, pp. 243-252.
- Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Chen, S., 2016. The Blockchain as a Software Connector. 2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture, 182-191.
- Y. Cai, D. Zhu, "Fraud detections for online businesses: A perspective from blockchain technology", Finance Innovation, 2(1), 20, 2016.
- Zheng Zibin, Shaoan Xie, Hongning Dai, Xiangping Chen ve Huaimin Wang. "An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends". IEEE 6th International Congress on Big Data. China: IEEE. 25-30 Haziran 2017.
- Bakan, İ., & Şekkel, Z. H. (2019). Blok Zincir Teknolojisi ve Tedarik Zinciri Yönetimindeki Uygulamaları. OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 11(18), 2847-2877.
- Karaarslan, E., & Akbaş, M. F. (2017). blokzinciri tabanlı siber güvenlik sistemleri. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*, 3(2), 16-21.

REVERS OSMOZ TESİSİNDE ÜRETİLEN SAF SU KALİTESİNİN UZAKTAN KONTROLÜ

Abdulrahman SARKHOCH

Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Mekatronik Mühendisliği
sarkhoch95@gmail.com, ORCID:

İsmet KANDİLLİ

Kocaeli Üniversitesi / Karamürsel Meslek Yüksekokulu / Elektronik ve Otomasyon Bölümü
kandilli@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000- 0002-3470-9646

Özet

Endüstride su artıma tesislerinde kullanılan RO(Reverse Osmoz) tesisleri, RO cihazına giren iletkenliği yüksek olan ham suda bulunan iyonları, istenmeyen molekülleri ve içme suyundan daha büyük parçacıkları, ham sudan gidermek için kullanılan bir su arıtma işlemidir. RO tesisinin verimi üretilen suyun saflığı açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu noktada, RO tesisinin veriminin uzaktan izlenilip kayıt altına alınması, RO tesisinin sağlıklı çalışması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda programlanabilir denetleyici ile kontrol edilen RO tesisinin verim bilgisini, C# yazılım programı kullanarak, programlanabilir denetleyiciye bağlanarak, RO tesisinin verimini hesaplanması gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan verim bilgisini C# programında yazılan ilgili yazılım CloudMqtt ortamında paylaşılmaktadır. Ayrıca, yeni bir yazılımla, C# ortamında yazılan Windows uygulaması ise CloudMqtt ortamına gönderilen ilgili verim bilgisini çekilip Access veri tabanına kayıt edilmektedir. Bu sayede RO tesisinin verim değeri uzaktan izlenilip geçmişe yönelik kayıt altına alınmaktadır. Böylelikle yüksek maliyetli cihaz kullanmak yerine, daha düşük maliyetle yeni bir algoritma ve yazılımla sistem veri kontrolü sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Reverse Osmoz Tesisi, Uzaktan İzleme, Endüstri 4.0

REMOTE MONITORING OF THE QUALITY OF PURE WATER PRODUCED AT THE REVERS OSMOSIS PLANT

Abstract

Ro (Reverse osmosis) plants used in industrial water treatment plants are a water treatment process used to remove ions, unwanted molecules and particles larger than drinking water from raw water with high conductivity entering the RO device. The efficiency of the RO plant is of great importance in terms of the purity of the water produced. At this point, remotely monitoring and recording the efficiency of the RO facility is of great importance for the healthy operation of the RO facility. For this purpose, the efficiency information of the RO facility controlled by the programmable controller was calculated by connecting to the programmable controller using the C# software program and calculating the efficiency of the RO facility. Calculated efficiency information is shared in the CloudMqtt environment of the corresponding software written in the C# program. In addition, with a new software, the Windows application written in the C# environment pulls the relevant yield information sent to the CloudMqtt environment and saves it to the Access database. In this way, the efficiency value of the RO facility is monitored remotely and recorded in the past. In this way, instead of using a high-cost device, System data control was provided with a new algorithm and software at a lower cost.

Keywords: Reverse Osmosis Plant, Remote Monitoring, Industry 4.0

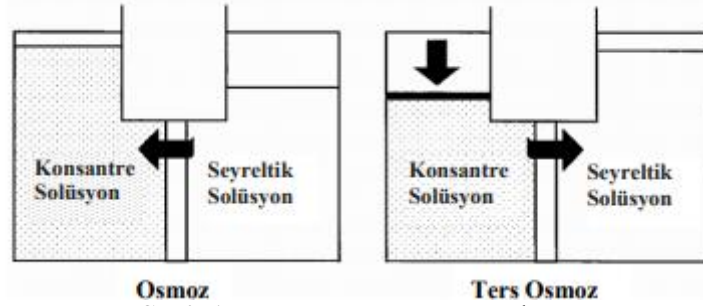
1. GİRİŞ

Endüstride su artıma işlemlerinde sıkça kullanılan Reverse Osmoz (RO); sudaki iyonları, istenmeyen molekülleri ve içme suyundan daha büyük parçacıkları gidermek için kısmen geçirgen membran kullanan su artıma işlemidir. RO cihazları sudaki istenmeyen iyon ve molekülleri tutarak suyun iletkenliğini düşürür. RO cihazının ürettiği düşük iletkenlikli su başta gıda, tekstil ve enerji olmak üzere birçok sektördeki düşük iletkenlikli su ihtiyacını karşılamada kullanılmaktadır. Reverse Osmoz tesisinin

sağlıklı çalışması açısından, Reverse Osmoz'un verimi oldukça büyük önem taşır. Bu bağlamda RO'nun verim değerinin uzaktan takip edilmesi ihtiyacı doğmaktadır. PLC ile kontrol edilen Reverse Osmoz tesislerinden, Reverse Osmoz 'un verim bilgisi PLC üzerinden endüstriyel GSM modem kullanılarak ilgili Reverse Osmoz 'un verim bilgisini paylaşabilir, fakat endüstriyel GSM modemlerin fiyatı çok yüksek olduğu için alternatif bir çözüm ihtiyacı oluşu bunun üzerine. C# ortamında yazılan MQTT uygulaması ile, ilgili Reverse Osmoz 'un verim bilgisi uzak noktalara paylaşılabilir bu sayede çok daha stabil ve ekonomik olarak uygun bir çözüm üretilmiş oldu.

2. TERS OSMOZ PROSESİ

Ters osmoz sistemleri (RO) ortalama %99 oranında sudaki tüm iyonları gidermektedir. Ayrıyeten, büyük oranda organik bileşikler, virüs, bakteri ve projenleri tutmaktadır. Yüksek iyon giderme oranı içme sularında tercih olmadığından, genel olarak uygulamada sistemin sonuna pH dengeleyici ve sertlik artırıcı filtre olan, kalsit filtreler yerleştirilmektedir. Osmoz, saf suyun membran arasından geçerek konsantre çözelti tarafına akmasıdır. Şekil 1'de arasında yalnız suyu geçiren yarı geçirgen membran bulunan iki kaptan birincisine konsantre su ve ikincisine saf su konmuştur. İki çözelti arasında konsantrasyon dengesi olana kadar saf su osmoz olayıyla, konsantre çözelti bölümüne geçmeye çalışacaktır. Konsantre çözeltinin su yüksekliği, su kolonunun basınç gücü, su geçişini engelleyene kadar devamlı artacaktır. Su kolonu yüksekliğinin denge noktası, membrana karşı su basıncı denir osmotik basınç denir. Su kolonuna basınç uygulanırsa suyun akışı ters yöne doğru değişmektedir ve bu işleme ters osmoz denir (DOW Liquid Separations, 2004).



Şekil 1. Osmoz ve ters osmoz olayı

Su geçirgenliği yüksek olan membranların tuz geçirgenliği de yüksektir. Alıkoyma (tutma), ayırma derecesi, iyonik yük, moleküler ağırlık, non-polarite, hidrasyon derecesi, moleküler dallanma derecesi yükseldikçe artmaktadır. Divalent iyonlar monovalent iyonlardan daha yüksek oranda tutulmakta, moleküler ağırlığı ve klorür gibi hidrasyon derecesi yüksek türlerin alıkonması daha fazla olmakta ve polaritesi az olan iyonlar ters osmoz membranından daha az geçmektedir. Ters osmoz üzerine araştırmalar iki alanda sınıflandırılabilir: Temel araştırmalar ve uygulamalar. Temel araştırma alanı membran malzemelerinin dizaynını, membrana şekil verilmesini ve membran geçirgenliğinin karakteristiğini içermektedir (Osmonics, 1997). Ters osmoz prosesi genellikle, düşük molekül ağırlıklı çözülmüş iyonların giderilmesi için kullanılmaktadır. Uygulama alanı, membran modülü konfigürasyonunu, ters osmoz proseslerinde mühendisliği ve uygulamadaki problemlerdir (Bilstad, 1997). Ters osmozun temel kullanımı, suyun tuzsuzlaştırılması ve konsantrasyonu veya su içindeki değerli ürünlerin geri kazanılmasıdır. Tablo 1'de uygulama alanları verilmektedir.

Tablo 1. Ters Osmozun Uygulama Alanları

Endüstri	Uygulama
Su Üretimi	Deniz suyunun ve tuzlu suyun tuzsuzlaştırılması, endüstriyel kullanımlar için su tuzsuzlaştırılması, temiz suyun üretimi
Süt Ürünleri, Deniz Ürünleri Prosesi	Laktozun peyniraltı suyundan geri kazanımı, deniz ürünleri proseslerinden protein ve amino asitlerin geri kazanımı ve konsantrasyonu, balık etinden amino asitlerin üretimi
Gıda	Soya suyunun arıtımı, soya prosesinde atıksu için kapalı sistemler, sebze ve meyve özsuğunun konsantrasyonu, şarap üretimi için üzüm özsuğunun konsantrasyonu, şeker sıvılarının konsantrasyonu, monosakarozun arıtımı, alkol üretiminde distilasyon artığının arıtımı, et ve balık sularının fermentasyonu
Kimya	Petrokimya endüstrisinde gliserinin atıksudan geri kazanımı, fotoğrafçılık endüstrisinde kimyasalların atıksudan geri kazanılması
Yüzey Hazırlama	Alüminyum elektroliz prosesinde boyaların geri kazanım, metal plaka endüstrisinde durulama suyundan değerli metallerin geri kazanımı ve durulama suyunun yeniden kullanılması

2.1. Ters Osmozun Verimi

Ters osmoza giren ham su, ters osmoz içerisinde bulunan membranlardan geçen temiz su, ürün su olarak adlandırılmaktadır. Membranlardan geçemeyen su ise atık su olarak adlandırılmaktadır. Ters osmozun üzerindeki ürün su ve atık su hatlarında bulunan flow sensörler ile ilgili hatlardaki ürün su ve atık debi miktarları ölçülmektedir. Ters osmozun verimi ise denklem (1) de verilmiştir.

$$verim = \frac{\text{ürün su debi}}{(\text{ürün su debi} + \text{atık su debi})} * 100 \quad (1)$$

2.2. Ters Osmozun Verim Bilgisinin Uzak Ortama Paylaşılması

Ters osmoz tesisi PLC S7 1200 ile kontrol edilmektedir. Ters osmozun ürün su ve atık su hatlarındaki debi bilgileri, ilgili ürün su ve atık su hatlarına takılan flow sensörler ile alınmaktadır. PLC ye bağlantısı yapılan Flow sensörler ile ilgili debi bilgileri anlık olarak okunmaktadır. Denklem (1) de verilen bağıntı ile ters osmozun verimi hesaplanır. Bu hesaplama C# ortamında yazılan Publisher yazılımında yapılmaktadır.

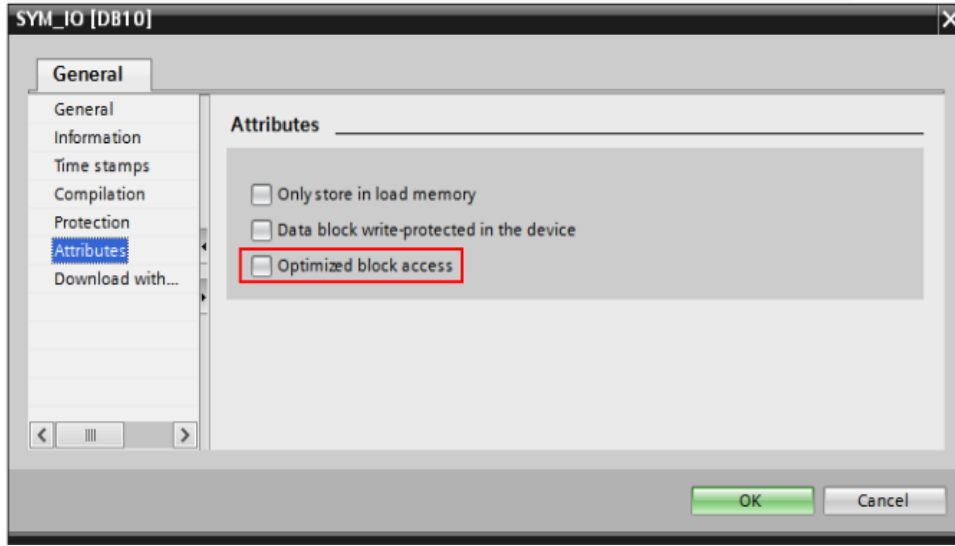
2.3. Publisher Yazılımı

S7 1200 PLC ye bağlanıp istediğimiz debi değerlerinin bulunduğu datablokğa erişip, ilgili debi değerlerini okuyan bu yazılım, internet ortamına Cloud MQTT aracılığıyla gönderiyor. C# ortamında yazılan Publisher yazılımının ekran görüntüsü şekil 2 de verilmiştir.



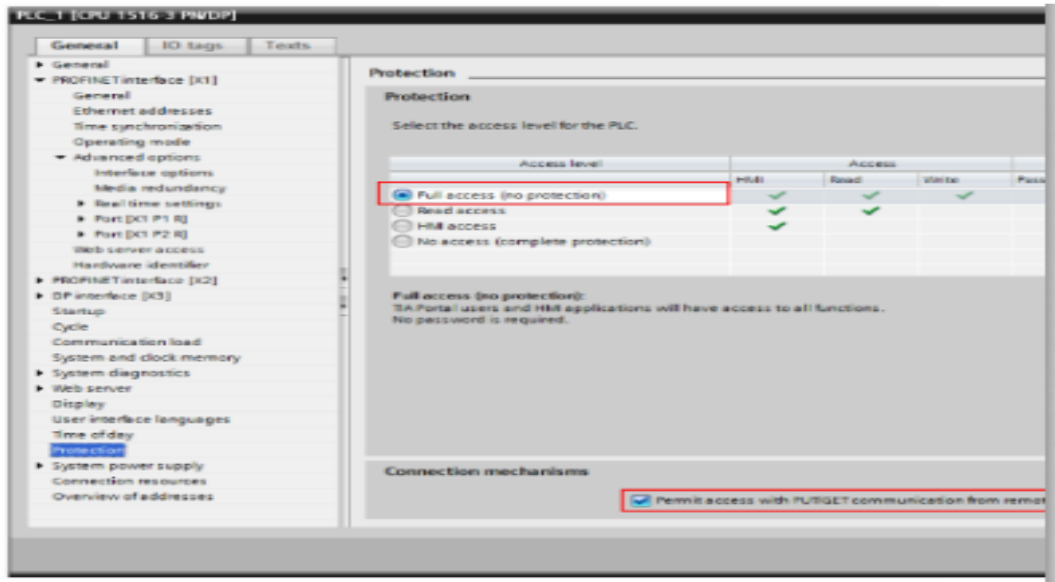
Şekil 2. Publisher yazılımının ekran görüntüsü

Yazılımda bulunan S7.Net kütüphanesi sayesinde, yazılım s7 1200 PLC ye bağlanılıyor ve istenilen ilgili bilgiler okunuyor. Bunun için öncelikle okunmasını istediğimiz bilginin bulunduğu datablock özelliğini aşağıdaki görselde şekil 3 de verildiği üzere Tia portal ortamında Optimized Block Access seçeneğini pasif hale getiriyoruz bu sayede, datablockta bulunan değişkenlerin adresleri görünür hale geliyor ve bu görünür hale gelen adresleri C# ortamında yazılan Publisher yazılımında kullanılır hale gelmektedir.



Şekil 3. Tia portal ortamındaki databloğun özellik ekran görüntüsü

Daha sonrasında ise PLC ye erişebilmemiz için güvenlik korumasının tam erişim olmasını ve veri alışverişini ayarlarını aktif etmemiz gerekiyor, PLC nin güvenlik erişiminin tam erişim seçildiği ilgili görsel şekil 4 de verilmiştir.



Şekil 4. Tia portal ortamında plc'nin güvenlik erişiminin ekran görüntüsü

C# ortamında ise PLC den erişmek istediğimiz ilgili datablock adreslerini yazıyoruz. Aşağıdaki görselde verildiği üzere, DB71.DBD36 adresli datablock ürün debi bilgisini tutan adrestir. Yine aynı şekilde DB72.DBD36 adresli datablock ise atık debi bilgisini tutmaktadır. Bu yazılım PROFINET_STEP_7 kütüphanesini kullanarak PLC S7 1200'e bağlanıyor ve fonksiyon içerisinde belirtilen data block adreslerinden ilgili bilgileri çekiyor.

2.4. MQTT Protokolünün Açıklanması

Çevremizde birçok amaca hizmet eden nesnelerin internet ağına bağlanarak aralarında çeşitli iletişim protokolleri ile haberleşmesi istenmektedir. Bu istek nesnelerin interneti (Internet of Things- IoT) kavramını günlük hayatımıza soktu. Her nesnenin internete bağlanması gereksinimi beraberinde çeşitli haberleşme ağı teknolojilerinin de gelişmesine sebep oldu. Sadece günlük hayatımızda değil endüstride kullanılan nesnelerin aralarında iletişim kurarak kendi kendini organize etme talebi ağ protokollerin gelişimine ivme kazandırdı (Levent ve Mehmet, 2016). Çok yakın gelecekte milyarlarca cihazın haberleşmek isteği platformların esneklik, hız, güvenlik kavramlarının ön plana çıkması önemli bir etken haline dönüştü. Bu çalışmada TCP/IP alt yapısını kullanan bir IoT haberleşme protokolü olan MQTT (Message Quening Telemetry Transport) kullanılmıştır. MQTT çalıştığı ağda bir karmaşa oluşturmayan hafif, esnek ve hızlı haberleşme yeteneğine sahip bir iletişim protokolüdür. Yayınlama/abone olma prensibini kullanır. İletilmek istenen mesajları bir konu başlığı altında toparlar ve bilgiye erişmek isteyen kullanıcılar yayımlanan konuya abone olarak veriye erişebilirler (Seyit Alperen ve ark, 2017). MQTT'nin konuları hiyerarşik olarak sınıflandırma yeteneği ile bilgiler, veri mesajlarının sayısının oldukça fazla olduğu ortamlarda mesajlara filtre özelliği kazandırır. Bu çalışmada MQTT protokolü kullanılarak C# ortamında yazılan Publisher yazılımı ile yine C# ortamında yazılan alıcı yazılımı haberleştirilmiştir.

2.5. Alıcı Yazılımının Oluşturulması

C# ortamında yazılan alıcı yazılımı, MQTT serverına gönderilen Reverse osmoz tesisinin verim değeri, MQTT serverına bağlanarak çekiliyor ve çekilen verim değeri anlık olarak veri tabanına kayıt ediliyor. Bu sayede Reverse Osmoz tesisinin verim bilgisi de bu uzak ortamdan takip edilmiş oluyor. Şekil 5 de uzak ortamdan gelen dataları anlık olarak kayıt eden alıcı yazılımının görseli verilmiştir.



The screenshot shows a software interface titled "ALGILAYCILAR VE ÖLÇÜM SİSTEMLERİ / ALICI" with a sub-header "Kayıtlar". Below the header is a table with the following columns: URUN_DEBI, ATIK_DEBI, SEVIYE, and TARİH. The table contains 8 rows of data, all with the same values: URUN_DEBI: 49.56, ATIK_DEBI: 17.99, SEVIYE: 31.73, and TARİH: 1 Nisan 2021 Perşembe.

URUN_DEBI	ATIK_DEBI	SEVIYE	TARİH
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe
49.56	17.99	31.73	1 Nisan 2021 Perşembe

Şekil 5. Alıcı yazılımının ekran görüntüsü

3. SONUÇ

Reverse Osmoz tesisinin verim değeri, C# ortamında yazılan alıcı yazılımı ile uzaktan takip edilip herhangi bir olası membran tıkanması durumunda, membranlar tıkanmadan aksiyon alınmış oluyor. Bu sayede reverse osmoz tesisinin membranları çok daha uzun süre sağlıklı olarak filtrasyon yapar.

4. TARTIŞMA

Endüstride yaygın olarak kullanılan Reverse Osmoz tesislerinin sağlıklı olarak çalıştığını gösteren göstergelerden biri olan verim değerinin takip edilmesi büyük önem taşımaktadır. Reverse Osmoz tesisinde herhangi bir membran tıkanma durumu oluşmadan kimyasal yıkama ile oluşabilecek membran tıkanma durumunun önüne geçilebilir. Reverse Osmoz tesisinin verim değeri düştükçe membranlarda çökeltme oluşmaya başladığı anlaşılır, membranlardaki çökeltme arttıkça zamanla membranların tıkanmasına neden olur. Bu durum Reverse Osmoz tesisinin verim değerinin uzaktan takip edilip membralarda çökeltme oluşmadan önlem alınması durumunu ortaya koymuştur. C# ortamında yazılan Publisher yazılımı ile internet aracılığıyla MQTT serverına gönderilen Reverse Osmoz tesisinin verim değeri, C# ortamında yazılan diğer alıcı yazılımı ile MQTT serverından okunarak kayıt altına alınıyor. Bu sayede Reverse Osmoz tesisinin verim değeri uzak noktadan takip edilerek, Reverse Osmoz tesisinin membranlarının tıkanmasının önüne geçiliyor.

KAYNAKLAR

- DOW Liquid Separations. (2004), *Filmtec Reverse Osmosis Membranes Technical Manual*,7-9
- Bilstad, T. (1997), Membrane Operations, *Water Sci. Tech.* Vol. 36, 2-3.
- Osmonics. (1997), *Pure Water Handbook*, Minnetonka,11-16
- Gökrem, L., Bozuklu, M. (2016), Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 13, 47-68.
- Çeltek, S. A., Durgun, M., Gökrem, L., Durgun, Y. (2017), Nesnelerin İnterneti Tabanlı Yangın Alarm Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(3), 66-72.

TEDARİK ZİNCİRİNDE OTOMATİK TANIMA VE VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ

Asım Bilal Yılmaz

Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
asim.yilmaz2@ogr.sakarya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0003-7084

Özet

Toplumlar, yaşamak ve gelişmek için yeni bir şeyler üretmek zorundadırlar. Üretilen ürün ve değerleri de aynı zamanda ticari operasyon haline getirerek gelir de elde etmeleri gerekiyor. Çağlardan beri süre gelen bu yaklaşımların ortak amacı yaşamak ve gelişmek olsa da yapış şekilleri her asır da farklılıklar göstermiştir. Geçmiş dönemlerde deve ve benzeri hayvanlar ile ticaret ve kültür alış verişleri gerçekleştirilirken, sonrasında buharın, makinanın icat edilmesi, günümüzde ise hava yolu, deniz yolları ile birlikte daha hızlı araçlar ve ulaşım yolları ticaretin ulaştırma şekli değiştirmiştir. Bu aynı zamanda özellikle son yıllar da insanların beklentilerinin ve taleplerinin de değişmesine neden olmuştur. Ulaşım ve bilgi hızının önemi değer kazanmıştır. Artık ürün kadar ürünün bilgisi ve ulaştırma hızı da çok önemlidir. Son yıllarda, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişerek yoğun biçimde kullanılması, işletmeler arası iş birliğinin geliştirilmesi, bunlara bağlı olarak küresel ekonominin büyümesi ile ortaya çıkan yeni iş sistemlerinden biri olan Tedarik Zinciri Yönetimi, müşteri tatminini artırmak, rekabet avantajı sağlamak gibi amaçlara hizmet etmek üzere yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. Klasik tanımı ile müşterilere, istenilen ürünün, istenilen zamanda, istenilen yerde, uygun fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan minimum maliyetle ulaşmasını sağlayan malzemelerin, bilgi kaynağının ve para akış durumunun bütünleşik olarak yönetilebilmesidir. Bu çalışma da, Tedarik Zinciri Yönetimine katkı sağlayan, bu alanda kullanılan bilişim sistemlerini incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri, Otomatik Tanıma, Veri Toplama Sistemleri

AUTOMATIC RECOGNITION AND DATA COLLECTION SYSTEMS IN THE SUPPLY CHAIN

Abstract

Societies have to produce something new in order to live and develop. They also need to generate income by transforming the products and values produced into commercial operations. Although the common purpose of these approaches, which have been ongoing for ages, is to live and develop, their way of doing has differed every century. In the past, trade and culture exchanges were carried out with camels and similar animals, after which steam and machinery were invented, and today, along with airways, seaways, faster vehicles and transportation routes have changed the mode of transportation of trade. This has also led to changes in people's expectations and demands, especially in recent years. The importance of transportation and information speed has gained value. Now, the knowledge of the product and the speed of delivery are as important as the product. In recent years, Supply Chain Management, which is one of the new business systems that has emerged with the development and intensive use of information and communication technologies, the development of cooperation between businesses, and the growth of the global economy, has been intensively used to serve purposes such as increasing customer satisfaction and providing competitive advantage. started to be used. With its classical definition, it is the integrated management of materials, information source and money flow situation, which ensures that the desired product is delivered to the customers at the desired time, at the desired place, at an affordable price, with the minimum possible cost for the entire supply chain. This study examines the information systems used in this field that contribute to Supply Chain Management.

Keywords: Supply Chain, Automatic Identification, Data Collection System

1. GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetimi ülke genelinde son yıllarda sıklıkla dile getirilen, fakat tam anlamıyla açıklanamayan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplumlar yaşamak için sürekli olarak üretim yapmak zorundadırlar. Üretilen ürünleri kendileri tükettikleri gibi bu ürünleri ticarileştirerek gelir elde etmeleri gerekmektedir. İnsanlık tarihi boyunca bu yaklaşımların ortak amacı yaşamak ve gelişmek olsa da yapış şekilleri her asır da farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Önceki zamanlarda taşımacılık

hayvanlar ile gerçekleştirilirken, teknolojinin gelişmesi ile hava, deniz ve kara yolu araçlarının çıkması tedarik zincirinin daha hızlı gerçekleşmesini sağlamıştır. Bu durum aynı zamanda tüm dünyayı etkileyen salgın sürecinde insanların beklentilerinin ve taleplerinin de değişmesine neden olmuştur. Ulaşım ve bilgi hızının önemi pazarda yer bulabilmek için hayati önem kazanmıştır. Artık ürün kadar ürünün tedarik bilgisi ve ulaştırma hızı da çok önemlidir. Son yıllarda, bilgisayar ve mobil teknolojilerin gelişmesi ve internete erişim olanağının artması ile birlikte işletmeler ürünlerini online ortamlarda da kullanıma sunmaya başlamıştır. Online ortamlarda yapılan alışverişler tedarik zincirinin önemini artırmıştır. Tedarik Zinciri Yönetimi, müşterilere ürünlerin, doğru zamanlarda, doğru adreslerde, uygun fiyatlara bütün tedarik zincirleriyle mümkün olabilen en uygun maliyet ile ulaşabilmesini sağlamakta olan malzemelerin, bilgi kaynağının ve para akış durumunun bütünleşik olarak yönetilebilmesidir.

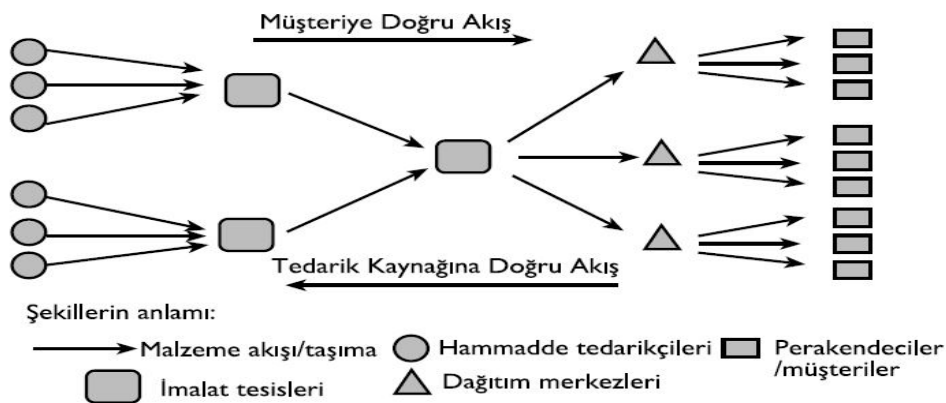
Tedarik zinciri ağı, günümüzdeki veriler ile vazgeçilmesi mümkün olmayan bir olgunun veriler açısı bakımından önemi oldukça yüksektir. Tedarik zinciri elemanlarının verimli bir ağ oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu tedarik ağını verimli kılabilmek için ağın tüm elemanlarının en iyi oranda bu ağa katkı sağlaması gerekmektedir. Tedarik zinciri yapısı, çizgesel şekilde davranır ve bu yapı elemanları bu çizgenin elemanlarıymış gibi hareket edebilmektedir. Tedarik zinciri tüm elemanları ile bir bütündür ve bu elemanların hareketlerinden bütün yapı etkilenebilmektedir.

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Tedarik zinciri yönetiminde içerisinde ürünün tedarikçiden müşteriye ulaşımı sırasında müşteriler ürünün kendilerine hızlı ulaşması kadar ürünün durumu hakkında anlık bilgi almak istemektedirler. Bu nedenle günümüz teknolojisi ve internete erişim kolaylığı sayesinde işletmeler tüm bilgileri güvenli bir şekilde anlık olarak müşteriye de sunmaktadırlar. Bu sayede yanlış gönderi veya ürünün kaybolması gibi durumların sayısı oldukça azalmaktadır. Bilişim sistemlerinin Tedarik Zinciri Yönetiminde kullanılması işletmeler için; müşteriler ile hızlı iletişim, müşteri memnuniyeti, rekabet, envanter yönetimi ve siparişlerin analizlerinin yapılmasını sağlamaktadır.

2.1.Tedarik Zinciri

Tedarik Zinciri ilk kez organizasyonlarda nihai ürün için temel malzemelerin tedariki ve bu sürecin yönetim faaliyetleri olarak açıklanmıştır.(Christopher, 1992, s. 63-75). Başka bir tanım ise tedarik zincirini, ürün için hammadde temini yapan, temin edilen hammaddeleri ara ürün ve nihai ürünlerin oluşmasında kullanan ve oluşan ürünleri müşterilere erişimini sağlayan, üreticiden müşteriye kadar giden bir yapısal zincir olarak tanımlanmıştır (Lee ve Billington, 1992, s. 66). Tedarik Zinciri Profesyonelleri Konseyi(TZPK) bir başka biçimde tedarik zinciri yönetiminin açıklaması yapılmıştır: Tedarik zinciri yönetiminin satın alma işlemleri, tedarik edilmesi, dönüşüm işlemleri ve lojistik yönetiminin faaliyetleri arasında yer alabilen tüm operasyonların planlanabilmesi ve yönetilebilmesini kapsamaktadır. Eş zamanlı olarak kanal ortakları ile beraber koordinasyon işlemleri ve bu iş birliklerini içerir. Temelde, Tedarik Zinciri Yönetimi arz talep yönetiminin şirketler içerisinde ve şirketler arasında bütünleşik yapısını oluşturur(CSCMP, 2008).



Şekil 1: Tedarik Zinciri (Tiegen, 1977)

Tedarik zinciri; ürünün veya hizmetin tasarlanabilmesi, dağıtım yapılabilmesi ve kullanmak için ihtiyaç duyulabilen işletmelerin ve bu işletmeler arasında yapılan eylemleri kapsayabilmektedir. İşletmeler faaliyetlerini sürdürebilmeleri, ihtiyaç duyabilecekleri gereksinim ve eksiklikleri bakımından tedarik zincirine bağlı olmaktadır. İşletmeler için pazardaki durumları ile değişim içerisinde ve belirsizlik konusunda nasıl bir tedarik zinciri içerisinde bulunabilmeleri ve bu zincir içerisinde ne derecede bir rol üstlenebileceklerine bağlıdır.

2.2.Tedarik Zinciri Süreci

Tedarik zincirini içeren süreçler birbirlerinden farklı olarak ele alınarak incelenmiştir. Son zamanlarda tedarik zinciriyle ilgili faaliyet alanları tümüyle ele alınarak ve tedarik zincirinde performans, analiz ve tasarım konularına daha çok yer verilmiştir. Firmalar tarafından uzun süre stok tutma sürelerinin azaltılmak istenmesi, yalnız üretim yapılmak istenmesi tedarik zincirinin önemini artırmaktadır. Tedarik edilmek istenen sistem ya da ürünler zamanında istenilen sürede teslim olmazsa üretimde sıkıntı yaşanabilir. Bu sebeple tedarik zinciri yönetimi yüksek öneme sahiptir.

3.TEDARİK ZİNCİRİNDE KULLANILAN TEKNOLOJİLER

Teknolojideki gelişmeler, ihtiyaçlar doğrultusunda oluşmaktadır. İnsanoğlunun istekleri, dünya genelinde yaşanan değişimler, ekonomik zorluklar teknolojide yeni istekleri de beraberinde getirmektedir. Bu istekleri karşılayabilmek içinde yeni teknolojiler gelişmektedir. Dünya çapında yaşanan pandemi nedeniyle insanlar ihtiyaçlarını online olarak e-ticaret sitelerinden talep etmektedirler. Günümüzde insanların ihtiyaçlarını bu şekilde karşılayabilmelerinin sağlanabilmesi herkesin kolaylıkla internete erişebilmesi ve e-ticaret sitelerinin günümüz sunucu teknolojilerini kullanmasıyla sağlanmaktadır. Şirketler çevrimiçi güvenli alışverişi müşterilere sunmasının yanında her sipariş edilen ürünü müşteriye zamanında teslim etmeli ve ürünün siparişinden müşteriye teslim sürecini müşteriye anlık olarak iletmesi gerekmektedir. Bahse konu durum şirketler arası alışverişler içinde geçerlidir. Yapılan alışveriş sayısının artması şirketlerin müşteri memnuniyetini sağlanabilmek için Tedarik Zinciri Yönetimi büyük önem kazanmıştır. Artan işlem hacmi nedeniyle müşteriye anlık bilgi sunabilmek için Tedarik zinciri yönetiminde otomatik tanıma sistemleri oldukça yüksek önem kazanmıştır.

3.1. Otomatik Tanımlama(OT) ve Veri Toplama(VT)

Otomatik tanımlama / veri toplama sistemleri, nesnelere belirleyebilen, tanımını yapan, nesnelere hakkında veri toplayan ve toplanan bu veriyi insan eli olmadan sistemler ile veri girişi sağlayabilen teknolojilerdir. Otomatik tanımlama sistemlerinin amacı insan kaynaklı veri giriş hatalarını en aza indirmek, personel tarafından manuel işlem yapılmasını ve veri girişlerinde zaman kaybı ve hatalara neden olmasını engellemektir. Otomatik tanımlama sistemlerinde farklı teknolojiler bulunmaktadır. Bu teknolojiler; barkod sistemi, interaktif kartlar, ses tanıma sistemleri, biyometrik tanımlama sistemleri, optik tarama sistemleri ve radyo frekanslı tanımlama sistemleridir.

İnsan eliyle kullanılan sistemler veya cihazlarda hata yapma olasılığı her zaman yüksektir. Özellikle sistemi kullanan personelin tecrübesinin yetersiz olması hata olasılığını daha da artırmaktadır. Bundan dolayı siparişten teslimata kadar gerçekleşen süreçlerde insan eli yerine bu işlemlerin otomatik tanımlama sistemleri tarafından yapılması tavsiye edilmektedir. Otomatik tanımlama sistemleri tarafından yapılan işlemlerde hem hata oranı azalacak hem de hız artışı sağlanabilecektir.

Tedarik zinciri yönetiminde rekabet konusunda rakiplere göre avantajlı duruma geçilmesi için otomatik tanımlama yapılması ve veri toplanmasını sağlayan sistemlerin kullanılması gerekebilir. Günümüzde en yaygın kullanılan bu teknolojiler Barkod ve RFID teknolojileridir.

Bu teknolojiler ile birlikte kullanıcıya veriler sunulmakta ayrıca veriyi belirli bir süre saklayıp kullanıcıya tekrar sunabilmek gerekebilmektedir. Bu işlem içinde veri tabanı yönetim sistemleri kullanılmaktadır.

4. SONUÇLAR

Gelişen teknoloji ile birlikte firmaların maliyetlerini en aza düşürebilme, personel giderleri ve kaynakların etkin şekilde yönetimi, rekabet gücünün artırılabilmesi, stok kontrolü ve takibinde doğru

bilgilere eş zamanda erişebilme taleplerini karşılamak için Otomatik Tanımlama / Veri Toplama teknolojisinin Tedarik Zinciri Yönetimi bakımından oldukça yüksek faydaları bulunmaktadır. Lojistik ve Tedarik Zinciri sektörlerinde kullanılabilen Otomatik Tanıma ve Veri Toplama teknolojileri; fabrikalarda, otomasyon sanayilerinde, üretim tesislerinde, işletme depolarında ve tesisler arasındaki sevkiyat işlemlerini içerebilmektedir. Ayrıca planlamanın yapılabilmesi, oluşabilecek rotaların otomatik olarak ilgili birimlere iletilebilmesi ile yüksek hızda ve hata oranı en düşük olacak şekilde yapılabilmesini sağlayabilir. Stok hareketliliklerinin eş zamanlı olacak biçimde izlenmesi sağlanarak etkin lojistik ve tedarik yönetiminin yapılabilmesi sağlanır. Ayrıca depodaki ürünlerin stok sayım işlemlerinin daha efektif bir şekilde yapılabilmesi, stok bilgilerine eş zamanlı olarak erişilebilmesi, stok yönetiminin minimum personel kadrosu ile yürütülebilmesi, minimum işçilik maliyetleri, hata payı oranlarında azalmalar sağlanarak sistem üzerinde esneklik, hız, müşteri memnuniyetleri ve benzeri kriterlerin artırılması ile işletmenin rekabet gücü artırılabilir.

KAYNAKLAR

- Akben, İ., Özel, M. (2017). Supply Chain Visibility: Control Tower Approach. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 16 (3), 612-627
- Akben, İ. ve Çınar, S. (2018). Lojistik ve tedarik zinciri yönetimiinde Block-chain: Vaatler, uygulamalar ve engeller. *Anadolu I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar kongresi*, 2018, Diyarbakır.
- Babacan, M. (2003). Lojistik sektörünün ülkemizdeki gelişimi ve rekabet vizyonu. *Ege Akademik Bakış*, 3(1), 8-15.
- Christopher, a. M. (1992). *Logistics: the strategic issues*. London: Chapman & Hall.
- CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals), (2008). <http://cscmp.org/>
- Lee, H. L., ve Billington, C. (1992). Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities. *MIT Sloan Management Review*, 33(3), 65-73.
- Raja, G.K. (1998), *Logistics and Transportation Design and Planning*, Kluwer Academic Publishers, London.
- T. Moore, "The promise and perils of digital currencies", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 6(3-4), 147-149, 2013.
- Teigen, R. (1997). *Information Flow in a Supply Chain Management System*
- Timur, M. N., & Başkol, M. 2013, "Tedarik zinciri yönetimi", M. N. Timur & G. S. Çekerol (Edt.), (s. 25---46). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları

TÜRKİYE'DE DENİZCİLİK EĞİTİMİ VEREN MESLEK YÜKSEKOKULU VE FAKÜLTELERDE KULLANILAN KÖPRÜSTÜ SİMÜLASYON SİSTEMLERİNİN VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Serkan BARIŞ

Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Deniz Ulaştırma Mühendisliği
srrbrss@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7381-6356

İsmet KANDİLLİ

Kocaeli Üniversitesi / Karamürsel Meslek Yüksekokulu / Elektronik ve Otomasyon Bölümü
kandilli@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000- 0002-3470-9646

Özet

STCW (Standards of Training Certification and Watchkeeping-Gemi Adamlarının Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Standartları) sözleşmesi ile gemi adamlarının eğitim, belgelendirme ve vardiyaları hakkında uluslararası standartlar belirlenmiştir. Türkiye’de bu sözleşmeye taraf bir ülkedir. STCW-78 ve değişikliklerinde belirtilen kurallara uygunluğunu sağlamak amacıyla Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlık Makamı tarafından 2018 yılında, Gemiadamları ve Kılavuz Kaptanlar Eğitim ve Sınav Yönergesi yayınlanmıştır. Bu yönerge denizcilik okullarında uygulanması gereken asgari eğitim gereklilikleri yer almaktadır. Yeterliliği, vardiya zabiti ve uzakyol vardiya zabiti olan denizcilik okullarında uygulamalı eğitim için onaylı köprüüstü simülasyonu gereklidir. Meslek yüksekokulları ve fakültelerin kullandığı simülasyonlar incelendiğinde çoğunlukla Transas ya da Ari marka simülasyonlarının kullanıldığı görülmüştür. Türkiye’de daha çok bu iki firmanın yoğunlaşması simülasyon kurulum işi ile ilgilenen firmaların bu markaların distribütörlüğünü yapmaktadır. Simülasyon seçiminde, donanımsal olarak son teknolojinin kullanılması ve yazılımsal olarak gerçeğe yakın sistemlerin kullanılması önemli tercih sebebidir. Ayrıca, sağlanan servis hızı ve kalitesi de diğer önemli etkenler arasındadır. Mevcut simülasyon yazılımları ve donanımları karşılaştırılmış ve kullanıcı geri bildirimleri alınarak, simülasyon sistemlerin verimliliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Radar, Küresel Konumlama Sistemi, Otomatik Tanımlama Sistemi

EXAMINATION OF THE EFFICIENCY OF THE BRIDGE SIMULATION SYSTEMS WHICH USED MARITIME EDUCATION AND TRAINING IN VOCATIONAL SCHOOLS AND FACULTIES AT TURKEY

Abstract

STCW (Standards of Training Certification and Watchkeeping) Convention has been issued about, international standards for the training, certification and watchkeeping of seaman. Turkey is a party to this contract. In order to ensure compliance with the rules specified in STCW-78 and its amendments, Turkey Republic Ministry of Transport and Infrastructure Ministry published Seaman and Marine Pilot Education and Examination Directive in 2018. This directive includes minimum educational requirements that have to be applied in maritime schools. Approved bridge simulation is required for practical training in maritime schools whose proficiency is watchkeeping officer and oceangoing watchkeeping officer. When the simulations used by vocational schools and faculties were examined, cause of simulation founder firms is distribütör Transas and Ari trademark in Turkey, it was seen that this two trademark simulations were mostly used. In simulation system selection, the use of the latest technology hardware and the use of software similarity of real systems are important reasons of simulation choice. In addition, the service speed and quality provided are other important reasons of simulation choice. Existing simulation software and hardware were compared and user feedback was obtained and the efficiency of simulation systems was examined.

Keywords: Radar, Global Positioning System, Automatic Identification System

1. GİRİŞ

Türkçe karşılığı ‘Gemi Adamlarının Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Standartları’ anlamına gelen STCW sözleşmesinde, devletlerin yerine getirmekle yükümlü oldukları gemi adamlarının eğitim, belgelendirme ve vardiyaları hakkında uluslararası standartlar belirlenmiştir. Sözleşme, 1978 tarihinde Londra’da düzenlenen uluslararası konferansta kabul edilmiş, 28 Nisan 1984 tarihinde kabul edilmiştir. 1995 ve 2010 yıllarında sözleşmede kapsamı değişiklikler yapılmıştır. Türkiye’de bu sözleşmeye taraf bir ülkedir (Ulusoy, 2013).

Denizcilik eğitimi verecek tüm kurumlar STCW-78 ve değişikliklerinde belirtilen kurallara uygunluğunu sağlamak amacıyla eğitim müfredatı, eğitim araç ve gereçleri, kalite standartları, iç-dış denetleme ve rapor gereklerini, meslek derslerini verecek eğitimcilerin nitelikleri bakımından uyması gereken hususları ‘Gemiadamları ve Kılavuz Kaptanlar Eğitim ve Sınav Yönergesi’nde belirtilmiştir (Esen ve Polat, 2020). 12/02/2018 tarihli ve 12159 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Makamı Oluru ile yürürlüğe girmiştir. Gemiadamları Eğitim Bilgi Sistemi’nde yetkilendirilmeleri için gerekli usul ve esasları ve bu eğitim kurumlarında öğrenim gören öğrencilerin, açık deniz ve atölye becerileri geliştirme eğitimlerinin esaslarını, gemiadamları sınavlarına giriş şartları, sınav konuları ve başarı gerekleri ile kılavuz kaptanların eğitim, staj ve sınav gereklerini belirler.

Gemiadamları ve Kılavuz Kaptanlar Eğitim ve Sınav Yönergesi’ne göre güverte işletim düzeyi eğitimleri, vardiya zabiti ve uzakyol vardiya zabiti eğitim programlarını içermektedir. Güverte işletim düzeyi eğitimi ile ilgili asgari gerekler Gemiadamları ve Kılavuz Kaptanlar Eğitim ve Sınav Yönergesi’nin EK-4’te kısmında belirtilmiştir. Köprüüstü, geminin sevk ve idaresinin yapıldığı bir komuta merkezidir (Kan ve Kişi, 2016). EK-4 gereği, eğitim veren kurumlarda, onaylı köprüüstü simülasyonunun bulunması gerekir.

Üniversitelerde verilen eğitim ile vardiya zabiti olmak için;

- STCW sözleşmesinde öngörülen A-II/1 müfredat programlarına uygun eğitim veren ön lisans düzeyinde yetkilendirilmiş eğitim kurumlarının deniz ulaştırma işletme bölümlerinden mezun olmak,
- 500 GT (Gros Tonaj)’den büyük gemilerde en çok dört ayı liman seferi olmak üzere toplam on iki ay deniz eğitimini gemide tamamlamak,
- Staj komisyonundan geçtikten sonra, Gemiadamları Sınav Merkezi tarafından düzenlenen ehliyet sınavlarında geçtikten sonra vardiya zabiti yeterliliğini alırlar.

Üniversitelerde verilen eğitim ile uzakyol vardiya zabiti olmak için;

- Bir yıllık İngilizce hazırlık eğitiminden almak,
- STCW sözleşmesinde öngörülen A-II/1 ve A-II/2 müfredat programını uygulayan İdare tarafından yetkilendirilmiş dört yıllık fakültelerin ya da yüksekokulların, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği ya da Güverte bölümlerinden mezun olmak,
- Liman seferi dışında çalışan 500 GT’den büyük gemilerde altı ayı köprü üstünde eğitim olmak üzere toplam on iki aylık deniz eğitimini tamamlamak,
- Staj komisyonundan geçtikten sonra, Gemiadamları Sınav Merkezi tarafından düzenlenen ehliyet sınavlarında geçtikten sonra uzakyol vardiya zabiti yeterliliğini alırlar (Gemiadamları, 2018).

2. DENİZCİLİK EĞİTİMİ VEREN FAKÜLTE VE MESLEK YÜKSEKOKULLARI

2.1. Denizcilik Eğitimi Veren Fakülteler ve Meslek Yüksekokulları

Türkiye Cumhuriyeti Üniversitelerinde, bünyesinde Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği bulunan ve uzakyol vardiya zabiti yeterliliği için STCW A II-1 ve A-II/2’ye uygun eğitimi veren 10 farklı üniversite bulunurken; bünyesindeki meslek yüksekokullarında Deniz Ulaştırma İşletme Bölümü bulunan ve vardiya zabiti yeterliliği için STCW A II-1’e uygun eğitimi veren 8 farklı üniversite bulunur. Bu üniversitelerin listesi Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu yeterliliğe sahip üniversitelerin listesi Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı, Gemiadamları Bilgi Sistemi, Yetkili Kurumlar ve Eğitim İzinleri Modülü’nde yer almaktadır.

Tablo 1. Yeterliliğe Sahip Fakülteler ve Meslek Yüksekokulları

Fakülteler	Meslek Yüksekokulları
Dokuz Eylül Üniversitesi	Ege Üniversitesi
Girne Üniversitesi	Galatasaray Üniversitesi
Girne Amerikan Üniversitesi (Yüksekokul)	Kocaeli Üniversitesi
İskenderun Teknik Üniversitesi	Mersin Üniversitesi
İstanbul Teknik Üniversitesi	Niğantaşı Üniversitesi
İstanbul Üniversitesi	Ordu Üniversitesi
Karadeniz Teknik Üniversitesi	Piri Reis Üniversitesi
Ordu Üniversitesi	Yalova Üniversitesi
Piri Reis Üniversitesi	
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	

3. KÖPRÜSTÜ SİMÜLASYON SİSTEMİ

Denizcilik eğitiminde sadece teorik eğitim yeterli olmamakla birlikte teorik eğitimin yanında uygulama eğitimi de gereklidir. Ticari gemilerde yapılacak uygulama eğitimi çok daha pahalı ve eğitim sırasında acil durum oluşma riski vardır. Bundan dolayı, köprüüstü simülasyonları sayesinde hem çok daha ucuz ve güvenli uygulama eğitimi gerçekleştirilmektedir. Yapılacak uygulama eğitiminin etkili olabilmesi için simülatörün donanım ve yazılımla iyi bir şekilde donatılmış olması gerekir. Simülatörün yazılımı, gemi modeli için gerçek gemilerdeki aynı gemi manevra kabiliyetini sağlamalıdır (Szkarski ve Sniegocki, 2007). Gemi simülatörleri, eğitmenen öğrenme, akran öğrenmesi ve sistemdeki ekipmanları kullanarak bunun sonucunda sistemden gelen geri bildirimlerle öğrenmeyi sağlar (Hontvedt, 2014).

Köprüüstü simülatöründe eğitim süreci tamamen eğitmen tarafından kontrol edilir. Köprüüstü simülatörünün ekipmanı, normalde gerçek geminin köprüüstüne kurulan her temel cihazı içermelidir. Köprüüstü simülasyonları 3 temel kısımdan oluşur. Bunlar;

- Eğitimci istasyonu
- Köprüüstü simülasyonu
- Görüntü sistemi

3.1. Eğitimci İstasyonu

Eğitmen tarafından kullanılan kontrol merkezidir. Burada;

- Deniz ve meteorolojik koşulların değişmesi,
- Diğer gemilerle ve römorkörler ile manevra yapma,
- Eğitimin kaydedilmesi,
- Eğitim senaryolarının yapılması eğitmenler tarafından yapılır (Szkarski ve Sniegocki, 2007).

3.2. Köprüüstü Simülasyonu

Köprüüstü simülasyonunda, geminin sevk ve idaresini sağlayan kontrol paneli ve seyir cihazları bulunmaktadır. Bunlar;

- Gemi kontrol konsolu
- AIS (Automatic Identification System/Otomatik Tanımlama Sistemi)
- GPS (Global Positioning System/Küresel Konumlandırma Sistemi)
- Echosounder (Derinlik Ölçer)
- Parakete (Hız Ölçer)
- ECDIS (Electronic Chart Display and Information System/Elektronik Harita Gösterim ve Bilgi Sistemi)
- Radar

- GMDSS (Global Maritime Distress Safety System/ Küresel Denizcilik Tehlike ve Güvenlik Sistemi) ekipmanları

Gemi Kontrol Konsolu: Gemiye sevk ve idare etmeye yarayan ekipmanların bulunduğu konsoldur. Bu konsolda; makine telgrafı, dümen, dümen pompası kumanda tuşları, cayro pusula, makine göstergeleri, acil makine durdurma ve seyir fenerleri açma kapama panosu gibi kumanda panelleri bulunur.

GPS: GPS, uzaydaki uydulardan gelen sinyallerin kesişimleriyle dünya üzerindeki konumumuzu, yüksek doğrulukla tahmin eden bir sistemdir.

AIS: Antenler kullanılarak geminin pruva bilgisi, IMO numarası, geminin ismi, geminin sürati, geminin konumu gibi bilgileri diğer gemilere gönderen ve aynı şekilde diğer gemilerin bilgilerini almamızı sağlayan seyir cihazıdır. AIS, cihazını kullanılarak diğer gemilerle mesajlaşılabilir.

Echosounder: Günümüzde gemilerde, elektronik derinlik ölçerler kullanılmaktadır. Bu cihazlar, ses dalgalarını deniz dibine göndererek, deniz dibinden yansıyan ses dalgaları algırlar. Yaptıkları hesaplama sayesinde, bulunulan noktadaki deniz suyu derinliğinin bilgisini sağlarlar.

Parakete: Geminin, sudaki hareket hızını ölçmeye yarayan alettir. Günümüzde gemilerde, elektronik parakete kullanılmaktadır. Gemiden gönderilen ses dalgalarının frekansı ile dipten veya sudan dönen eko dalgalarının frekansı arasındaki fark kullanılarak geminin hızı ölçülür.

ECDIS: ECDIS, vardiya zabitanın planlamalar yaptığı ve yapılan planlamaların daha emniyetli olmasını sağlayan elektronik seyir harita sistemidir. Diğer seyir yardımcılarında gelen veriler, ECDIS cihazına yapılan bağlantılar sayesinde, ECDIS ekranı üzerinde görülür. Yönetmelik gereği, sistemde güncel harita kullanılması ve bağımsız çalışabilen klas onaylı yedek ECDIS sistemi olması durumunda, kağıt harita taşıma yükümlülüğü ortadan kalkmaktadır.

Radar: Geminin etrafına gönderdiği elektromanyetik dalgalar bir cisme çarparak, geri yansıyıp eko olarak radar ekranında gözükmemektedir. Etraftaki cisimleri tespit etmemize yarayan radar özellikle gece ve görüşün kısıtlı olduğu durumlarda daha önemli hale gelmektedir (Bahçe, 2019).

GMDSS: GMDSS'in temel amacı gemilerin tehlike, acelecilik ve emniyet mesajlarını bir uydu veya radyo iletişim ekipmanı aracılığıyla sahile yada etraftaki gemilere göndermektir. Ayrıca deniz güvenliği bilgileri ve genel iletişim kanalı göndermek veya almak için bir araç olarak kullanılır (Val'ci'c, Škrobonja, Magli'c and Svili'ci'c, 2021).

3.3. Görüntü Sistemi

Simülasyon sisteminde görüntü, LCD ekranlar ya da projektör sistemleri kullanılarak sağlanır. Dış görüntü 360° olmalı, pruva hattının iki tarafında (sancak ve iskele) 120° 'ye kadar sürekli bir görünüme sahip olmalı ve kalan 120° hareketli bir kamera tarafından çoğaltılmalıdır. Dümenci konumundan yatay görüş alanı, geminin pruva hattından itibaren her iki taraf da en az 60 ° 'ye kadar bir yay üzerinde uzanmalıdır (DNV, 2017).

4. FAKÜLTELERDE VE MESLEK YÜKSEKOKULLARINDA BULUNAN KÖPRÜÜSTÜ SİMÜLASYONLARI

IMO'nun resmi sitesinde yer alan webaccounts.imo.org bölümünden simülasyon markaları hakkında bilgi veren okulların simülasyon markası öğrenilmiş, bu sitede bilgisi yer almayan okulların bilgileri ise o okullarda görev yapan öğretim üyelerinden veya öğretim görevlilerinden alınmıştır. Elde edilen verilere göre okullarda bulunan simülasyon sistemlerinin markası Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Fakülte ve Meslek Yüksekokullarında Bulunan Köprüüstü Simülasyonları

Fakülteler	Simülasyon Markası	Meslek Yüksekokulları	Simülasyon Markası
Dokuz Eylül Üniversitesi	Transas	Ege Üniversitesi	Ari
İskenderun Teknik Üniversitesi	Transas	Galatasaray Üniversitesi	Transas
İstanbul Teknik Üniversitesi	Transas	Kocaeli Üniversitesi	Transas
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	Transas	Mersin Üniversitesi	Transas
Karadeniz Teknik Üniversitesi	Sindel	Ordu Üniversitesi	Ari
Ordu Üniversitesi	Ari	Piri Reis Üniversitesi	Transas
Piri Reis Üniversitesi	Transas	Yalova Üniversitesi	Transas
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	Transas		

Yapılan çalışmada, 15 farklı okulun simülasyon bilgisine ulaşılmıştır. Bu okullardan, 11 okulun Transas, 3 okulun Ari ve 1 okulun Sindel marka köprüüstü simülasyon sistemi kullanıldığı görülmüştür.

4.1. Köprüüstü Simülasyon Sistemlerinin Karşılaştırması

Simülasyon sistemleri, bulundukları bağımsız seyir cihazlarına göre karşılaştırılmıştır. Sistemde, bağımsız gemi kontrol konsolu, GPS, AIS, Derinlik Ölçer, Parakete, Radar, ECDIS ve GMDSS ünitesinin bulunup bulunmadığı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Köprüüstü Simülasyon Sistemlerinin Karşılaştırılması

EKİPMANLAR	TRANSAS	ARI	SINDEL
Gemi Kontrol Konsolu	✓	✓	✓
GPS	✓	✓	✓
AIS	✓	✓	X
Derinlik Ölçer	✓	✓	✓
Parakete	✓	✓	✓
Radar	✓	✓	✓
ECDIS	✓	✓	X
GMDSS Ünitesi	✓	✓	✓

4.2. Kullanılan Köprüüstü Simülasyon Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Üniversitede görev yapan öğretim üyeleri ve öğretim görevlileri ile gerekli görüşmeler yapılarak simülasyon sistemleri ile ilgili olarak kullanıcı değerlendirmeleri alındı. Bu değerlendirmeler sonucunda, kullanıcıların sistem seçiminde önemli olduklarını belirttikleri kriterler bulunmaktadır. Bunlar;

- Servis Sağlayıcılar
- Görüntü Kalitesi ve Görüntü Açısı
- Kullanım Kolaylığı
- Gerçekliğe Yakınlığı

- Standartların Yükseltilmesi

4.2.1. Servis Sağlayıcılar

Kullanılan simülasyon ürünlerinin üretim yeri yurtdışı olduğu için, ülkede bulunan distribütörler okulların muhatabı olup, sistemdeki herhangi bir sıkıntıda bu distribütörlerle muhatap olmaktadır. Problemlerini distribütörlerle çözmek istemektedirler. Herhangi bir arızada ya da sıkıntıda servis hizmetlerinin hızlı olmasını beklemektedirler.

4.2.2. Görüntü Kalitesi ve Görüntü Açısı

Görüntü, LCD ekranlar ya da projektörler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Kullanıcılar çözünürlüğü yüksek ekranlar ya da projektörler gerektiğini belirtmektedir. Görüntü açısı, IMO standartlarına göre belirlenmiştir. IMO'nun standartlarını yükselterek daha geniş görüntü açısına sahip sistemlerin olması gerektiği neredeyse tüm kullanıcılar tarafından belirtilmiştir.

4.2.3. Kullanım Kolaylığı

Sistemin açılıp kapanmasının fazla zaman almadan, kullanıcı için komplike kullanım ara yüzü olmadan rahat bir şekilde kullanılabilen sistemler olması kullanıcının önem verdiği noktalardan biridir.

4.2.4. Gerçekliğe Yakınlığı

Simülasyonda bulunan seyir cihazlarının, gerçek cihazlarla benzer menülere ve ara yüzlere sahip olması simülasyon eğitiminin verimli ve etkili olması için önemli bir etkidir.

4.2.5. Standartların Yükseltilmesi

Okulların ehliyet yeterlilik alabilmesi için kurulan simülasyonların klas kuruluşu sertifikasının olması gereklidir. Klas kuruluşları sertifikaları verirken IMO gerekliliklerine uygunluğunu göre sertifika vermektedir. Kurulan simülasyonlar maliyet gereği IMO'nun minimum gerekliliklerine göre kurulmaktadır. IMO tarafından bu standartların yükseltilmesi okullara kurulan simülasyon sistemlerinin kalitesini arttıracaktır.

4.3. Kullanıcılar Tarafından Yapılan Değerlendirmeler

Fakültelerde ve meslek yüksekokullarında görev yapan simülasyon eğitmenlerinden kullandıkları simülasyon hakkında kullanıcı bilgisi alınmıştır. Okullarında bulunan model ve markalara göre bilgi veren eğitmenlerin ortak görüşleri tespit edilmiştir.

4.3.1. Transas Köprüüstü Simülasyonu

2018 yılında Finlandiya merkezli Wartsila şirketinin bünyesine katılmıştır. Kullanım kolaylığı bulunmaktadır. Kullanıcı ara yüzleri gayet basittir. Sistem herhangi bir güncelleme gerektirmemektedir. Ekran görüntüsü için projektör seçeneği kullanılacaksa kurulum aşamasında, projektörlerin iyi sabitlenmesi ve açılarının ayarlanması önemlidir.

4.3.2. Sindel Köprüüstü Simülasyonu

İtalyan ECA firması tarafından üretilen Sindel simülasyon altyapı desteğini çekerek, çalışmalarını daha çok askeri alana kaydırmıştır. Sistemde bağımsız olarak ECDIS ve AIS cihazları bulunmamakta ancak cihazda bulunan diğer alt menülerle bu cihazların sağladığı bilgilere ulaşılabilir. Ayrıca bu sistemi kullananlar da köprüüstü simülasyonundan bağımsız ECDIS eğitimi için simülasyon eğitim laboratuvarları mevcuttur. Dizayn olarak köprüüstü gerçek köprüüstü dizaynına benzemektedir.

4.3.3. Ari

Merkezi Hindistan'da bulunan Ari firması tarafından üretilmektedir. Görüntü sistemi olarak LCD ekranlar kullanılmakta, yeterli bir görüntü kalitesi bulunmaktadır. Birçok seyir cihazının ara yüzü gerçeğe yakınken, birkaç seyir cihazının ara yüzünde biraz daha iyileştirme yapılabilirse daha etkili olabilir.

5. SONUÇ

Gemiadamı eğitiminin, uluslararası standartları vardır ve bu standartlar STCW sözleşmesi ile belirlenmiştir. Türkiye’de bu sözleşmeye taraf bir ülkedir. Türkiye, bu sözleşme uyumluluğu sağlamak için Gemiadamları ve Kılavuz Kaptanlar Eğitim ve Sınav Yönergesi yayınlanmıştır. Bu yönergede, yeterliliği vardiya zabiti ve uzakyol vardiya zabiti olan denizcilik okullarında uygulanması gereken asgari eğitim gereklilikleri de yer almaktadır. Bu okullarda yönerge gereği, klas kuruluşu onaylı köprüüstü simülasyonu bulunmak zorundadır. Simülörler, STCW gereği klas kuruluşu onaylı olmasından dolayı STCW gerekliliklerini karşılamaktadır. Eğitimci, okullarındaki simülasyonların geliştirilmesinden ziyade, STCW Sözleşmesi gereği simülörlerde bulunması gereken minimum gerekliliklerin artırılması gerektiğini belirtmiştir. STCW standartlarını karşılayan simülörlerde, limana yanaşma, romörkör kullanma gibi ek özellikler simülör üreticileri tarafından ek ücret karşılığında okullara açmakta yada satış sırasında bu özellikleri almak, ek ücret gerektirmektedir. Aynı şekilde simülasyon sisteminin görüş açısıyla ilgili standartlar daha da artırılabilir. STCW sözleşmesi bu standartları arttırırsa simülasyon standartları ve özellikleride arttırılmak zorunda kalacak ve okullar daha iyi kalitede simülasyon sistemlerine sahip olmak zorunda kalacaktır.

KAYNAKLAR

- Bahçe, M. A. (2019). *Otonom Gemi Seyrinde Çatışmayı Önleme Algoritmalarının Değerlendirilmesi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bilim Dalı.
- DNV GL (2017). *Maritime Simulator Systems*. Erişim Adresi: <https://rules.dnv.com/docs/pdf/DNV/ST/2017-03/DNVGL-ST-0033.pdf> (Erişim Tarihi: 30.05.2021).
- Gemiadamları ve Kılavuz Kaptanlar Eğitim ve Sınav Yönergesi*. (2018). Erişim adresi: <https://gasm.uab.gov.tr/uploads/pages/gasm-hakkinda/gkkes.pdf> (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Erişim Tarihi: 30.05.2021).
- Güzel, E. ve Bolat, P. (2020). Türkiye’deki Denizcilik Eğitim Kurumlarının Gemiadamları Eğitim ve Sınav Yönergesi Kapsamındaki Denetim Sonuçlarının Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 12(0), 47-68.
- Hontvedt, M. (2008). *Simulations in Maritime Training: A Video Study of The Socio-Technical Organisation of Ship Simulator Training*. Oslo: Oslo University, Faculty of Education Science.
- Kan, E. ve Kişi, H. 2016. Köprüüstü Tasarımı Ergonomik Analizi: Kullanıcı Algısı Üzerine Bir Çalışma. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(2), 113-133.
- Szklarski, A. ve Sniegocki, H. (2007). *Implementation of Bridge Simulator in Students Training*. UICEE Annual Conference on Engineering Education. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/262586984_The_implementation_of_a_bridge_simulator_for_students_training (Erişim Tarihi: 30.05.2021).
- Ulusoy, U. H. 2013. Uluslararası Gemi Adamları Sözleşmesi (STCW- 1978) Ve Değişiklikleri Örneğinde Uluslararası Antlaşmaların Türk Hukuku’nda Yürürlüğü ve Yargısal Denetimi Sorunu. *AÜHFD (Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi)*, 62 (2), 501-537.
- Val’ci’c, S., Škrobonja, A., Magli’c, L., ve Svili’ci’c, B. (2021). GMDSS Equipment Usage: Seafarers’ Experience. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (476), 1-15.

AKILLI TELEFONLA SENSÖRLERİN İZLENMESİ VE KONTROLÜ

Muhammed ALİZADA

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
m.alizada9797@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5279-113X

İsmet KANDİLLİ

Kocaeli Üniversitesi / Karamürsel Meslek Yüksekokulu / Elektronik ve Otomasyon Bölümü
kandilli@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000- 0002-3470-9646

Sıtkı ÖZTÜRK

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
sozturk@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3804-5581

Özet

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte cihazların uzaktan kontrol ihtiyacı hızla artmaya başlamıştır. Nesnelerin interneti ile günümüzde farklı alanlarda birçok çalışma yapılmıştır ve bununla birlikte farklı endüstrilerdeki kuruluşlar verimli çalışmayı arttırmak, daha kaliteli müşteri hizmeti sunmak için bu teknolojiyi kullanmaktadır. Cihazların bir ağ üzerinden kontrol edilmesi nesnelerin interneti ile mümkündür. IoT cihazları web veya mobil gibi ortamlardan kontrol edilebilmektedir. Bu çalışmada, gaz, sıcaklık, alev ve nem sensörlerinin akıllı telefonla izlenmesi için cihaz geliştirilmiştir. Geliştirilen cihazda, ESP32 wifi modülü içeren ESPDuino-32 geliştirme kartı kullanılarak IoT uygulaması yapılmıştır. Geliştirilen cihazda nesnelerin interneti ile birlikte GSM haberleşmesi de eklenmiştir. Geliştirilen cihaz ile ağa bağlı olan mobil uygulama üzerinden cihazdaki sensör verileri gerçek zamanda izlenmektedir. Aynı zamanda da ağa bağlı olmadığı durumda veya internet sorunu olduğunda cihazdaki herhangi bir sensör bilgisi mesaj bildirimini ile gönderilmektedir. Böylelikle gerçekleştirilen düşük maliyetli cihazla gaz, alev, sıcaklık ve nem sensörleri kullanılarak veri bilgilerinin uzaktan kontrolü ve izlenmesi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ESP32, Sensör, GSM, IoT

MONITORING AND CONTROL OF SENSORS WITH MOBILE PHONE

Abstract

With the development of technology, the need for remote control of devices has started to increase rapidly. With the Internet of Things, many studies have been carried out in different fields today, and organizations in different industries use this technology to increase efficient work and provide better quality customer service. Controlling devices over a network is possible with the Internet of Things. IoT devices can be controlled from environments such as web or mobile. In this study, a device has been developed to monitor gas, temperature, flame and humidity sensors with smartphones. In the developed device, the IoT application was made using the ESPDuino-32 development board containing the ESP32 wifi module. In the developed device, GSM communication has been added together with the Internet of Things. With the developed device, the sensor data on the device is monitored in real time via the mobile application connected to the network. At the same time, in case of not being connected to the network or when there is an internet problem, any sensor information in the device is sent with a message notification. Thus, with the low-cost device, remote control and monitoring of data information was realized using gas, flame, temperature and humidity sensors.

Keywords: ESP32, Sensor, GSM, IoT

1. GİRİŞ

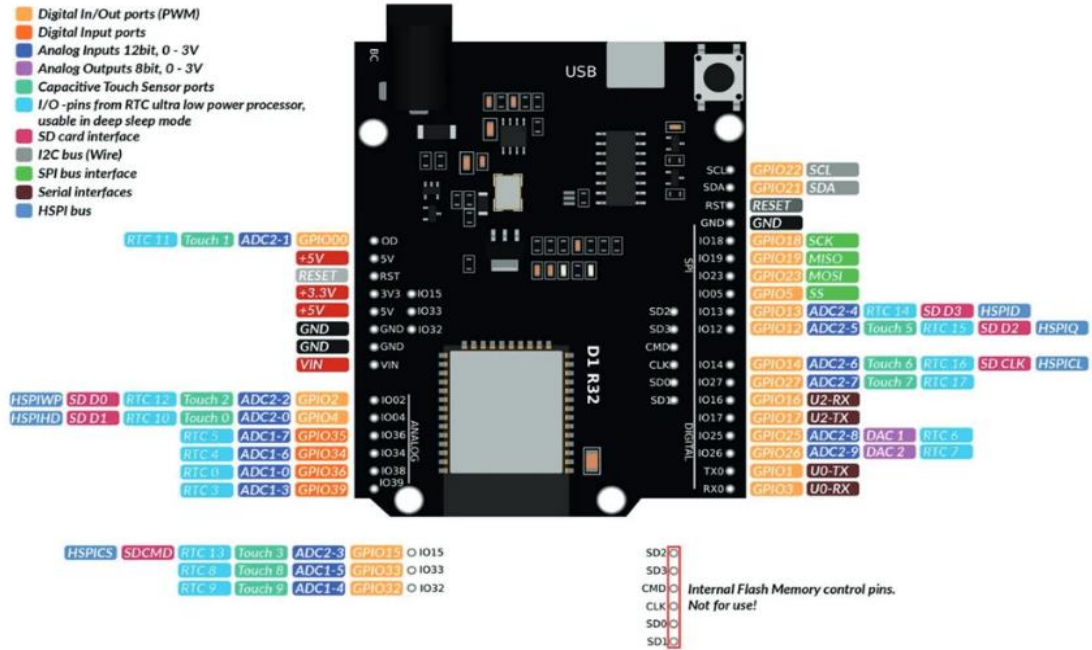
İnternet büyümekte ve gelişmektedir. İnternetin gelişen teknolojileri cihazların birbiriyle bağlantı kurmasına olanak sağlamaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile yaşantımızı etkileyecek yenilik nesnelerin interneti teknolojisidir. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT) kavramı modern kablosuz iletişim teknolojilerinin gelişimi sayesinde popüleritesi artmıştır ve yeni bir kavramdır. Bu kavramın temel

oluşumu bu şekildedir; dünyada bulunan nesnelerin birbirleriyle haberleşmesini sağlayarak insan hayatını kolaylaştırmaya yönelik uygulamaların geliştirilmesi üzerinedir. Bu yenilik bizlere bilim, sanayi, sosyal yaşam, ekonomi, iletişim gibi birçok farklı alanda yeni bir döneme geçişi vadetmektedir. Nesnelerin İnterneti cihazların birbiriyle haberleşmelerini sağlamaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramı günümüzde insan müdahalesine veya herhangi bir verinin elle girişine gerek duymadan cihazların veya makinelerin kendi aralarında veri iletişimi yaptığı, bilgi topladığı ve toplanan bilgiler ile karar verdiği bir ağ yapısı olarak tanımlanmaktadır. Temel ev cihazlarında gereksiz güç tüketimi olmaması için cihazların zamanlı kontrolü yapılmıştır (Mahindar ve ark, 2018). Cep telefonu ile kişilerin evlerini uzaktan kontrol etme imkanı sağlamıştır (Kamil ve Ali, 2009). Nesnelerin interneti ile sensörlerin kontrolü yapılabilir. Web veya mobil üzerinden sensörlerin uzaktan kontrolü gün geçtikçe popüler hale gelmiştir. Akıllı sistemler insanlar için çok önemlidir çünkü bu sistemler insanların hayatını rahatlatmak, ekonomik açıdan fayda sağlamak, enerji tasarrufu sağlama ve insan hayatı güvenliğinin sağlanması amacıyla geliştirilmektedir. Bu çalışmada, gaz, sıcaklık, alev ve nem sensörlerinin akıllı telefonla izlenmesi için cihaz geliştirilmiştir. Akıllı telefonla sensörlerin izlenmesi ve kontrolü insanların güvenliği ve sağlığı için çok önemlidir. Her gün dünyada gazdan ve alevden zarar çeken çok insanlar görüyoruz. Piyasada bunun gibi bir çok cihazlar var ancak bu cihazların maliyeti yüksek oluyor. Bu çalışma, en yüksek verimi elde etmek, sensörleri uzaktan izlemek ve müşteriyi bilgilendirmek için daha düşük maliyetli bir cihaz geliştirmektir. Böyle cihazların olması insan sağlığı ve güvenliği için önem arz ediyor ve bizim içinde en önemlisi insan sağlığı ve güvenliğidir. Geliştirilen bu cihazı evde ve sanayide kullanabiliriz. Bu cihazın endüstride kullanımı bizim için önemlidir çünkü çalıştığımız yerdeki sıcaklık ve nem çok önemlidir. Sıcaklık 20-22°C ve nem 30-60% olmalıdır. Cihazı evde kullanmamız bizim için çok önemli olacaktır. Çünkü sıcaklık, nem ölçümü yapmak, gaz ve alev algılandığında haber vermek işinizi kolaylaştıracaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. ESPDuino-32 Cihazı

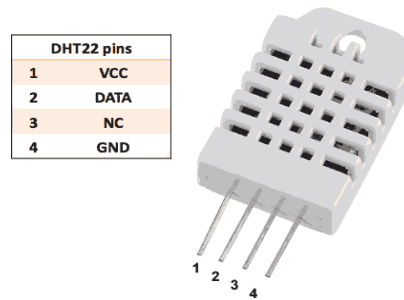
Akıllı telefonla sensörlerin izlenmesi ve kontrolü için ESP32 wifi modülü içeren ESPDuino-32 geliştirme kartı kullanılmıştır. Geliştirilmiş cihazda gaz, alev, sıcaklık ve nem sensörü kullanılmıştır. Ortamın sıcaklık ve nem bilgilerini bilmemiz için DHT22 sıcaklık-nem sensörü kullanılmıştır. Gaz kaçağına karşı alınacak önlemler için, MQ2 gaz sensörü kullanılmıştır. Aleve karşı alınacak önlemler için KY-026 alev sensörü kullanılmıştır. ESP32 dahili WiFi özelliğiyle modüler bir yapıdadır. ESP32 wifi modülünün programlanabilir özelliğiyle IOT uygulamalarını düşük maliyet ile gerçekleştirilir. Bu modül, ADC analog giriş birimleri, Dijital Giriş/Çıkış birimleri, PWM çıkışları ve haberleşme desteği sağlamaktadır. Birçok wifi modüllerine nazaran bir çok avantajları vardır. NodeMCU wifi modülünün bir analog girişi vardır. Fakat, ESP32 wifi modülünün 16x12 bitlik ADC analog pini ve 26 Dijital Giriş/Çıkış, PWM pinleri vardır. ESP32 wifi modülünün ADC değerleri 0-4095 aralığındadır. ESP32 wifi modülünü programlamak için, C++ programlama dili kullanılmıştır. ESP32 wifi modülü mini USB portuyla programlanabilir. Çalışmada ESP32 modül ve Blynk Android arayüz kullanarak gerçek zamanda veri izleme ve kontrol uygulaması gerçekleştirilir (Mehmet, 2019). Bu çalışmada Wi-Fi'yi iletişim protokolü ve raspberry pi'yi özel sunucu olarak kullanarak, akıllı telefon aracılığıyla cihazları kontrol etmek ve izlemek için cihaz tasarlanmıştır (Bohara ve ark, 2016). Şekil 1'de ESP32 wifi modülüne ait pin yapısı görülmektedir. ESP32 wifi modülü çalışma gerilimi 3.0-3.6V arasındadır. Fakat, ESPDuino-32 geliştirme kartı 7-12V arası gerilimle çalışabilmektedir.



Şekil 1. ESPDuino-32 pin yapısı

2.2. DHT22 sıcaklık-nem sensörü

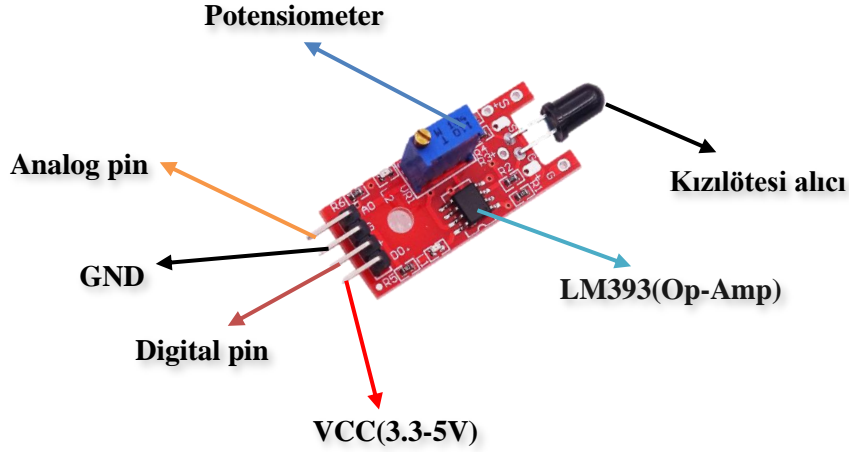
DHT22 sıcaklık-nem sensörü, kalibre edilmiş dijital sinyaller verebilen yüksek hassasiyetli bir sensör birimdir. DHT22 sıcaklık-nem sensörü uzun süreli kullanım, yüksek derecede güvenilirlik ve kararlılığa sahiptir. DHT22 sensörü ortam nemi dengeleyen elektronik cihazlarda ve klimalarda sistem kontrolü için kullanılabilir. Sensörde sıcaklığı ölçmek için negatif bir (NTC) termistörü, nemi ölçmek için kapasitif sensör elemanı vardır. Üzerinde 8 bitlik mikrodenetleyici bulunmaktadır ve sensörden gelen dijital sinyalleri okumamızı sağlamaktadır. DHT22 sıcaklık-nem sensörü hassas bir kalibrasyona sahiptir. DHT22 sıcaklık-nem sensörü - 40 ile 80°C arasında sıcaklık ve 0-100% RH arasında nem ölçümü yapabilmektedir. Sensörün sıcaklık ölçümü yaparken $\pm 0.5^\circ\text{C}$ hata payı ve nem ölçümü yapıldığı zaman ise $\pm 2\%$ rH hata payı vardır. DHT22 sıcaklık-nem sensörü DHT11 sıcaklık-nem sensörüne nazaran avantajlıdır. Sensörü kullandığımız zaman, Vcc ile çıkış arasında 4.7K ile 10K değer aralığında bir pull-up direnci bağlanır. Bu çalışmada, verileri izlemek için özelleştirilmiş bir Nesnelerin İnterneti (IoT) özellikli kablosuz algılama ve izleme platformu sunulmuştur. Bina otomasyonunda sıcaklık, bağıl nem verilerini algılama ve izleme üzerindedir (Shah ve Mishra, 2016). Sıcaklık, bağıl nem ve ışığı izlemek için, özelleştirilmiş bir Nesnelerin İnterneti (IoT) özellikli kablosuz algılama ve izleme platformu sunulmuştur (Mehmet, 2018). Şekil 2'de DHT22 sıcaklık-nem sensörüne ait pin yapısı ve teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 2. DHT22 Sensörü pin yapısı ve özellikleri

2.3. KY-026 Alev sensörü

KY-026 alev algılama sensör kartı, dalga boyu 760 nm ile 1100 nm arasında olan yangınları tespit etmek için kullanılan bir sensör kartıdır. Sensörün üzerinde kızılötesi alıcı var. Bir yangın söndürme robotunda yangın algılama sensörü olarak kullanılabilir. Sensörün analog ve dijital pinleri var. Analog pin kullanarak sensörün 0-1023 değerlerinde algılamasını programlayabiliriz. Dijital pin kullanarak bu zaman sensörün hassasiyetini potansiyometre ile ayarlayabilir. Bu sensör piyasadaki bir çok sensöre nazaran düşük maliyetli bir sensördür. Şekil 3'de KY-026 alev sensörüne ait pin yapısı ve teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3. KY-026 Sensörüne ait pin yapısı ve teknik özellikleri

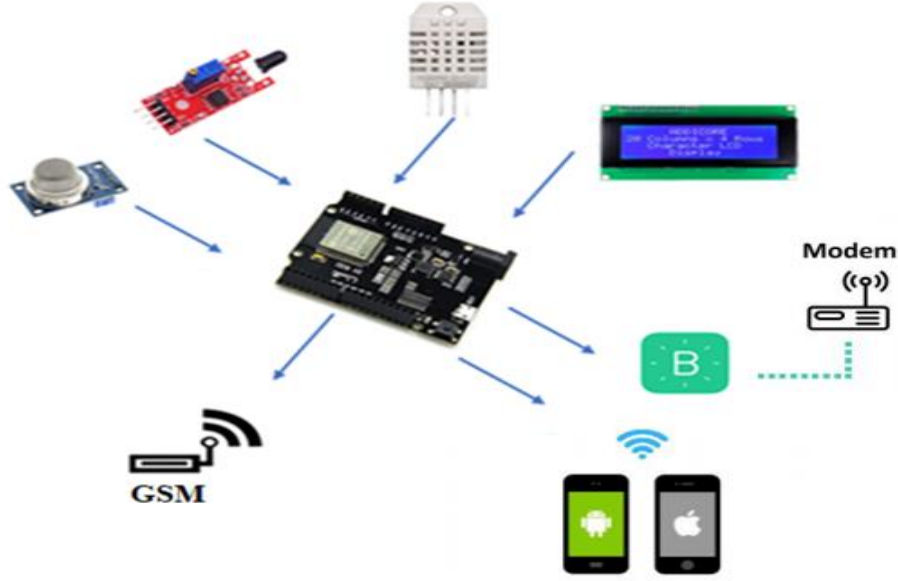
2.4. MQ-2 gaz sensörü

MQ-2 gaz sensörü, gaz kaçağına karşı alınacak önlemleri için, gaz sensörlerinin kullanılır. Gaz sensörlerinde bulunan algılayıcı element, gazın ortamda bulunduğunu algılar. Gaz sensörlerinin içinde algılama işlemi algılayıcı element bulunmaktadır. Gaz sensörleri algılanacak gazın özelliğine veya algılama prensibine göre çeşitlilik göstermektedir. Çok sensörlü gezgin hizmet robotu geliştirilmiş ve MQ4 gaz sensörü kullanılmıştır (Abdulkadir ve ark, 2017). Tehlikeli koşullar altında hayati hava kalitesi bilgileri sağlar. Önerilen sistem karbondioksit, karbon monoksit, propan ve metan sensörlerine sahiptir (Preethichandra, 2013). MQ-2 gaz sensörü 200 ile 10000 ppm arasında; LPG, Propan, Hidrojen, Metan, Alkol ve Karbonmonoksit gazlarını tespit edebilir. MQ-2 Gaz sensörü 3.3-5V DC ile çalışır ve 800mW civarında değerdedir. MQ-2 gaz sensörünü dijital veya analog sensör olarak kullanılabilir. Şekil 4'de MQ-2 gaz sensörü görülmektedir.



Şekil 4. MQ-2 gaz sensörü ve iç yapısı

Sensörlerden gelen veriler LCD ekran üzerinden görüntülenmektedir. Şekil 5'de Uygulamanın blok şeması ve Şekil 6 da cihazın tasarlanmış şekli görülmektedir.



Şekil 5. Uygulamanın blok şeması



Şekil 6. Cihazın tasarlanmış şekli

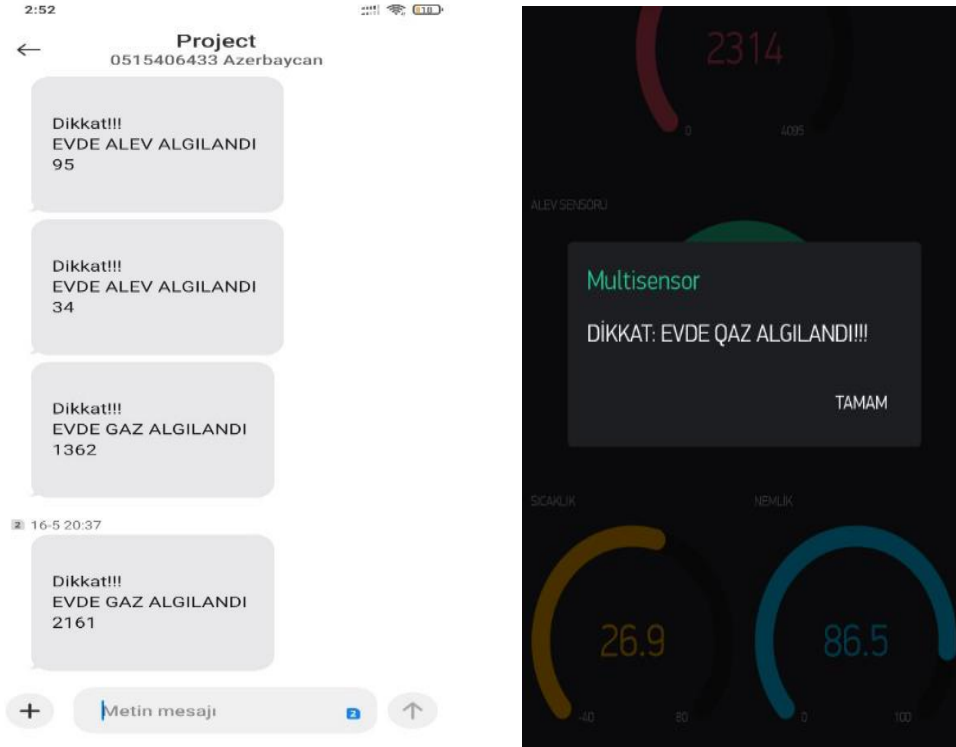
2.5. Tasarlanan Cihazın Özellikleri

Blynk uygulaması STM, Arduino, Raspberry Pi, ESP32, NodeMCU benzer mikrodenetleyicilerin internetten kontrol edilmelerini gerçekleştiren, iOS ve Android uygulamaları için, bir IoT platformudur. Blynk platformu, Nesnelerin İnterneti için tasarlanmıştır. Bu uygulamayla uzaktan kontrol yapabilir, sensör verilerini görüntüleyebilir, veri depolayabilir, vizualize edebilirsiniz. Blynk Özellikleri bunlardır; Desteklenen tüm donanım ve cihazlar için, benzer API ve kullanıcı arayüzü, kablosuz internet, Bluetooth, Ethernet, USB (Seri), GSM, sanal pinleri kullanarak kolay entegrasyon ve yeni işlevsellik ekleme, Super Chart widget'ı ile geçmiş verileri izleme, bridge widget'ı kullanarak cihazdan cihaza iletişim, e-posta, tweet, push bildirim gönderme ve Blynk uygulaması kullanarak sensörlerimizi kontrol edebilirsiniz. Bu uygulamayla, akıllı ev sistemleri sensör takip uygulaması veya gsm ile konum takip gibi bir çok uygulama yapabilir. İlk olarak ESP32 wifi modülünü programlayabilmek için C++ programa dili kullanılmıştır. Şekil 7de GSM'de sensörlerin değerleri görülmektedir.



Şekil 7. Blynk’de sensörlerin değerleri

Sensör bilgileri Blynk uygulamasına gönderiliyor ve eğer herhangi bir sensör okumasında sorun varsa, bu zaman sensörün arıza tespiti yapılmalıdır. Şekil 8’de GSM haberleşmesi mesaj bildirimi ve Blynk uygulaması bildirimi görülmektedir. Sensörler algılama yaptığı zaman Blynk uygulamasına mesaj bildirimi gelecektir ve GSM modülü ile cep telefonuma mesaj bildirimi gönderecektir.



Şekil 8. GSM haberleşmesi mesaj bildirimi ve Blynk uygulaması bildirimi

4. SONUÇ

İnternet teknolojisiyle günümüzde kullanılan bir çok uygulamalar artmaktadır. Hayatımızda yenilik katan nesnelerin interneti kavramı, her geçen gün aratarak, farklı uygulamaları ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, gaz, sıcaklık, alev ve nem sensörlerinin akıllı telefonla izlenmesi için cihaz geliştirilmiştir. Geliştirilen cihazda, ESP32 wifi modülü içeren ESPDuino-32 geliştirme kartı kullanılarak, IoT uygulaması yapılmıştır. Blynk platformuyla, tasarlanan android arayüzü sayesinde, sensörlerin internetten denetimi ve izlenmesi sağlanmıştır. Cihazın kullanıcılarına cep telefonuna mesaj bildirim göndermesi, sensörlerin uzaktan kontrolü ve izlenme gibi özelliklerinin olması büyük avantajdır. Bu cihazların günümüzde insanların sağlığı ve güvenliği çok önemlidir. Gerçekleştirilen düşük maliyetli cihazla gaz, alev, sıcaklık ve nem sensörleri kullanılarak, veri bilgilerinin uzaktan kontrolü, izlenmesi ve mesaj bildirim göndermesi gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Bohara, B., Maharjan, S., Shrestha, B. R. (2016), IoT Based Smart Home Using Blynk Framework, *Zerone Scholar*, 1(1), 26-30.
- İnal K., Akcayol, M. A. (2009), GSM Tabanlı Akıllı Ev Uygulaması, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2(2), 37-43.
- Karacı A., Erdemir, M. (2017), Arduino ve Wifi Temelli Çok Sensörlü Robot Tasarımı ve Denetimi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 435-449.
- Mahindar, R., Prakash, M., Ghosh, S., Mukherjee, S., Ghosh, R. (2018), IoT-based Home Appliances Control System Using NodeMCU and Blynk Server, *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology IARJSET*, 5(6), 16-22.
- Mehmet TAŞTAN. (2019), Akıllı Ev Uygulamaları için Yeni Nesil IoT Denetleyici ile Gerçek Zamanlı Uzaktan İzleme ve Kontrol Uygulaması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 481-487.
- Preethichandra, D. M. G. (2013), Design of a smart indoor air quality monitoring wireless sensor network for assisted living. *IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, 1306-1310.
- Shah, J., Mishra, B. (2016), Customized IoT enabled wireless sensing and monitoring platform for smart buildings. *Procedia Technology*, 23, 256-263.
- Taştan, M. (2018), IoT Based Wearable Smart Health Monitoring System. *Celal Bayar University Journal of Science*, 14(3), 343-350.

30MnVS6 ÇELİĞİNİN RECKWALLS İŞLEMİ İLE SICAK DÖVÜLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Soner Öner

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.
soneroner@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2084-2048>

Ş. Hakan Atapek

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
hatapek@kocaeli.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0964-2037>

Özet

Otomotiv süspansiyon sistemlerinin bir parçası olan rotill esasen aks bağlantılarının sürekliliğini sağlayan ve otomobil eklemlerinin hareket dahilinde ayrılmadan bir bütün halinde kalmasına yarayan önemli bir bileşendir. Dövme ile üretilen rotillerin gerek metalurjik yapısı gerekse de yüzey kalitesi yorulma ömürlerini doğrudan belirlemektedir. Yüksek seviyede pürüzlülüğe, derin çiziklere ve çatlak içermeyen yüzeye sahip bir rotilin daha uzun ömürde servis koşullarında çalışması beklenir. Bundan dolayı rotill üretiminde kullanılan dövme tekniği önem arz etmektedir. Bu çalışmada, konvansiyonel bir işlem olan şahmerdan ve daha iyi kalıp doldurma imkanı verebilen Reckwalls prosesi kullanılarak, 30MnVS6 çeliğinden rotill üretimi üzerinde durulmuştur. Başlangıçta 30MnVS6 çeliği şahmerdan ile yaklaşık 1250°C sıcaklıkta çoklu sıcak dövülmüştür ve parça üzerindeki dövme doldurmama hataları incelenmiştir. Bu hataların Reckwalls işlemi ile indirgenmesi hedeflenmiş olup, Simufact yazılım programı kullanılarak kat ve dövme doldurmama hatalarının oluşabileceği kritik bölgeler tespit edilmiştir. Reckwalls prosesi için parçaya özel Reckwalls kalıbının tasarısı VeraCad tasarım programı ile yapılmıştır. Yazılımdaki ezme oranlarının bir fonksiyonu olarak tek adımda Reckwalls prosesi tamamlanmış ve parçanın metalurjik yeterliliği belirlenmiştir. Reckwalls prosesi ile konvansiyonel üretime kıyasla herhangi bir yüzey hatası içermeyen ürünlerin eldesi sağlanmış olup, aynı zamanda üretim hattında nihai parça üretimine yönelik hammadde ağırlığında ve parça üretimi başına zamanda indirgenme sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: 30MnVS6, dövme, Reckwalls prosesi, karakterizasyon.

INVESTIGATION OF THE HOT FORMABILITY OF 30MnVS6 STEEL BY RECKWALLS PROCESS

Abstract

The ball joint, which is a part of automotive suspension systems, is essentially an important component that ensures the continuity of the axle connections and helps the automobile joints to remain as a whole without separating in motion. Both the metallurgical structure and the surface quality of ball joints produced by forging directly determine their fatigue life. A ball joint that does not contain high level of roughness, deep scratch and crack on the surface is expected to operate in longer service conditions. Therefore, the forging technique used in ball joint production is important. In this study, it is focused on the production of ball joints from 30MnVS6 steel using conventional drop forging and the Reckwalls process providing a better mold filling. Initially, 30MnVS6 steel was multiple hot drop forged at about 1250 °C and non-filling defects on the part were investigated. It was aimed to reduce these defects with the Reckwalls process, and critical zones including fold and forging non-filling defects was determined by using the Simufact software program. The design of the part-specific Reckwalls mold for the Reckwalls process was made with the VeraCad design program. As a function of the crushing ratios in the software, the Reckwalls process was completed in one step and the metallurgical competences of the part were determined. By Reckwalls process, the parts having no surface defects were manufactured and not only reduction in raw material weight for final part production but also time per part production were achieved in the production line.

Key Words: 30MnVS6, forging, Reckwalls prosesi, characterization.

1. GİRİŞ

Kara taşıtlarında talep edilen sürüş konforu aracın sahip olduğu süspansiyon sistemi ile sağlanabilmektedir. Travers, amortisör, helezon yay, akson, rot mili, rot başı, viraj denge çubuğu, salıncak, burç, rotül ve direksiyon kutusu gibi bileşenler modern araçların bir çoğunda kullanılmakta olup, bu bileşenler esasen süspansiyon sistemini oluşturmaktadır. Sıcak dövme teknolojisi bahsi geçen bu parçaların üretimine olanak vermektedir (Konieczny & Burdzik, 2017, Bhoyar & Umredkar, 2020). Servis koşullarında bu parçalardan beklenen yüksek performansın hedeflenmesinde hem metalurjik özelliklerin hem de mekanik yeterliliğin sağlanması gerekmektedir (Bharti, 2017). Tüm bunların dışında malzeme üretiminden kaynaklı makro/mikro hataların da giderilmesi uzun ömürde parçanın kullanılmasına katkı vermektedir (Falah *et al.*, 2007, Rutçi & Eren, 2018, Jia *et al.*, 2020).

Sıcak dövmede kalıpların aşınması önemli bir problemdir. Aşınma nedeni ile değişimi sağlanan kalıplar bir taraftan atıl malzeme hacmini arttırırken, diğer taraftan da değişim süreçleri ile üretilebilirlik, enerji ve zaman kayıpları da açığa çıkmaktadır. Dövme koşullarına uygun kalıbın imalatı bu aşamada önem arz etmektedir (Eriklili, 2019). Geçmişten günümüze üretimi yapılacak olan işparçasına özgü kalıpların kullanılması ve karmaşık yapıları parçaların yazılım kullanmak suretiyle özellikle enerji ve zamandan büyük oranda tasarruf sağlanması söz konusudur (Caporalli *et al.*, 1998). Dövme prosesinin sonlu elemanlar ile simüle edilmesi özellikle işparçasının üretim sürecinde proses koşullarının (sıcaklık, temas basıncı, kayma hızı vb) malzeme-kalıp temas noktalarında temas süresinin de bir fonksiyonu olarak aşınma derinliğine etkilerini ortaya koyabilmektedir (Abachi *et al.*, 2010).

Simülasyona dayalı çalışmalar aynı zamanda yüksek değerlerde gerilmelerin meydana geldiği bölgelerde kalıpların plastik deformasyonunu dikkate alarak proses koşullarının oluşturulmasına da olanak vermektedir Mevcut simülasyon programları dövme proseslerinin geliştirilmesinde faydalı bir rol üstlenmektedir. Yüksek doğrulukta sonuçların eldesi için prosese özgü doğru verilerin girilmesi de üretilebilirlik için yüksek çarpan etkisi getirmektedir (Siegert *et al.*, 1997; Bramley & Mynors, 2000). Bilgisayar destekli mühendislik ve fiziksel modellemelerin üretim öncesi uygulanması dövme kalıbı tasarımına yönelik toleransların da iyileştirilmesine ve kalıp ömrünü arttıracak etkenlerin ortaya konmasına ve seçilen prosese bağlı parça özelliklerinin öngörülmesi proses maliyetlerinin azaltılmasına da katkı verecektir (Behrens *et al.*, 2007). Otomobil ve motosikletlerde kullanılan bağlantı kollarının yeni hassas dövme teknolojileri ve ekipmanları ile üretilmesinde özellikle ön form için haddedeleme üç boyutlu çeşitli yazılım uygulamalarının kullanımı ve aynı zamanda üretime yönelik otomatik kütük besleme ile kesme, zımbalama ve kalibrasyon işlemlerini birleştiren bileşik kalıp kullanımı dövme parçası kalitesinin geliştirilmesine olanak vermektedir (Wang & He, 2004).

Yazılıma dayalı dövme proseslerinde işparçasının çapaksız üretimi de sağlanabilmektedir. Bu üretimde simülasyona dayalı bir kalıp tasarımı bir taraftan deneme çalışmalarının nispeten indirgenmesine ve öngörülere dayanarak kalıp üzerinde değişikliğin yapılmasına olanak vermekte ve böylece malzeme-enerji-maliyet-zaman tasarrufunun en ideal kombinasyonu sağlanabilmektedir (Vazquez & Altan, 2000). Simülasyon çalışmaları aynı zamanda takım malzemelerinin mekaniğinin ön kontrolünü ve özellikle alt sınır sünekliği başta olmak üzere takımların plastik deformasyon sürecinin izlenmesini, optimum ön form tasarımının gerçekleşmesini de mümkün kılmaktadır (Lapovok, 1998).

Bu çalışmada, 30MnVS6 çeliğinin konvansiyonel bir şekil verme yöntemi olan şahmerdan ile sıcak dövülmesi ve yazılıma dayalı teknolojik bir yöntem olan Reckwalls proses ile şekillendirilme süreçleri üzerinde durulmuş, her iki yöntemle çeliğin dövülebilirliği metalurjik analiz, yüzey incelemeleri ve parça başına üretim için gerekli malzeme-zaman-maliyet kazanımı kapsamında değerlendirilmiştir. Bu amaçla, ticari Simufact ve VeraCAD yazılımları kullanılarak yeni bir proses süreci önerilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Otomobil süspansiyon sistemi parçası olan rotül üretiminde aşama olarak; haddelenmiş silindirik çubuk hammaddenin giyotin makasla oda sıcaklığında kesilmesi, indüksiyon fırınlarında 120 saniyede 1200 °C sıcaklığa tavlama, şahmerdanda tufal giderme ve ön dövme, preste son dövme, çapak kesme, havada soğuma, kumlama, taşlama, kataforez kaplama, talaşlı imalat ve montaj ile kullanıma hazır hale getirme gibi çok kademe bir işlem basamağına ihtiyaç duyulur. Çalışma kapsamında, rotül malzemesi olarak

kullanılan 30MnVS6 mikroalaşımli çeliğinin (Ø36 silindirik çubuk) iki farklı yöntemle dövülebilirliği incelenmiş olup, Tablo 1’de çeliğe ait kimyasal kompozisyon verilmiştir. Kimyasal kompozisyon Foundrymaster optik emisyon spektrometresi (OES) kullanılarak belirlenmiştir. Tekrarlı ölçümler sonrası ortalama kompozisyon datası kullanılmıştır.

Tablo 1. 30MnVS6 çeliğine ait kimyasal kompozisyon (ağ.-%).

C	Mn	Si	Cr	Mo	P	S	Fe
0.26	1.20	0.15	0.023	0.014	0.005	0.085	balans

Şahmerdan ile dövme öncesinde çelik esaslı hammadde indüksiyon bobinlerinin kullanımı ile yaklaşık 1200°C sıcaklığa getirilerek kısa bir zaman (~ 2 dakika) için tavlanmıştır. Tavlamayı takiben ana parça konveyörle taşınarak dövmeye hazır hale getirilmiştir. Yaklaşık 1150°C sıcaklıkta şahmerdan ile ön şekillendirme gerçekleştirilmiştir. Dövmede ana parça 90° çevrilerek basma kuvveti etkisinde tekrarlı şekil değiştirmeye maruz bırakılmaktadır. Daha sonra parça dövme presinde yaklaşık 1000 ton basma kuvvetiyle ana (gerçek) dövme formuna getirilmiştir. Şekil 1’de şahmerdan ile dövme sonrası oluşturulan formlara ait makro görüntüler verilmiştir. Şekil 2’de ise tüm form geçişlerinin oda sıcaklığı makro görüntüleri verilmiştir.



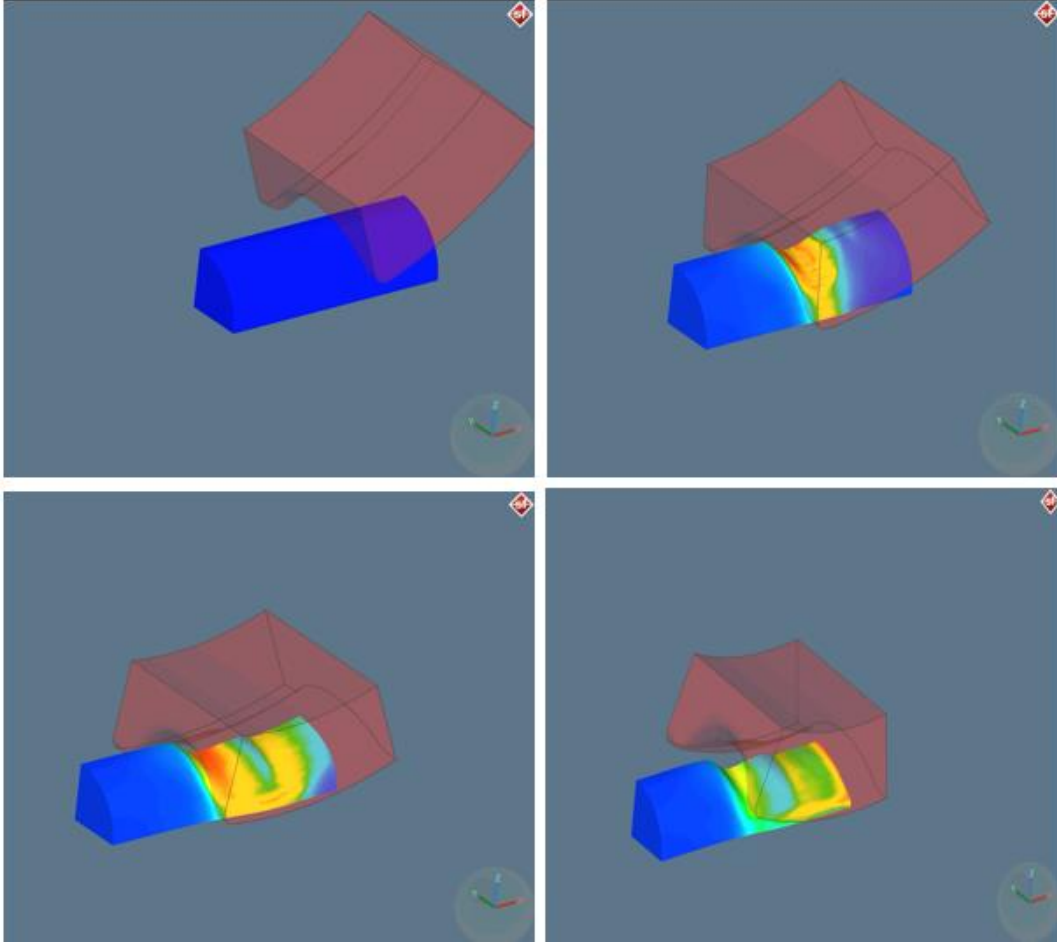
Şekil 1. Şahmerdan ile üretimi gerçekleştirilecek rotül parçasının ara kademe formlarını gösteren makro görüntüler; (a ve b) sıcak işlem görmüş formlar.



Şekil 2. Şahmerdan ile üretilmiş formların oda sıcaklığı makro görüntüleri.

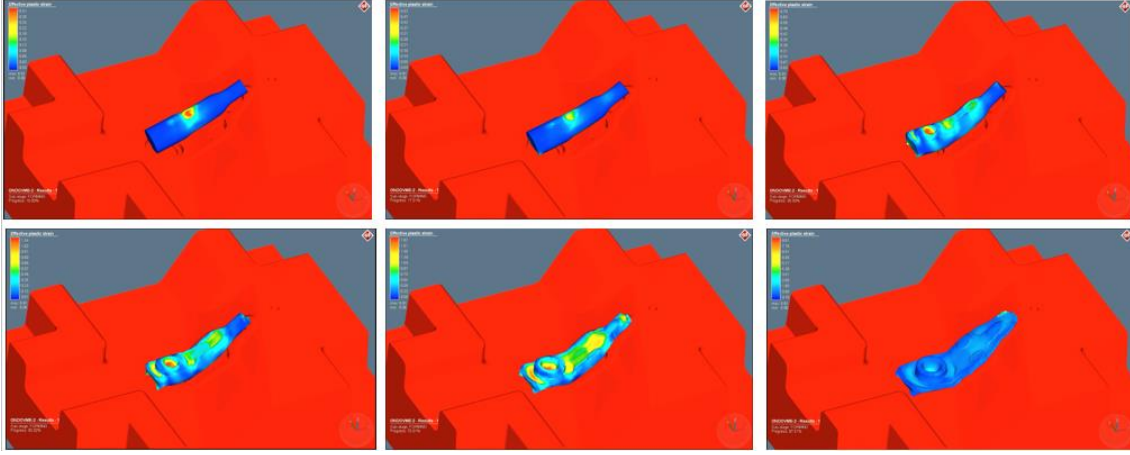
Şahmerdan operasyonu konvansiyonel yöntemlerin temelini oluşturan çekiç ile dövmeçiliğin günümüz sanayisindeki temsilidir. Bu yüzden insan faktörü ve tecrübesi bu yöntemin başarısına doğrudan etki etmektedir. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan analiz ve simülasyon programları ile yeni metotlar üzerinde olası hatalar/kusurlar öngörüleabilmektedir. Bu analizler ile yüzde oranındaki fire verme maliyeti ppm derecesine kadar düşmektedir. Bu çalışmada şahmerdan ile sıcak şekil verme yönteminin simülasyon çalışması yapılmaya çalışılsa da, gerçekçi bir sonuç ortaya konulamamıştır. Yeni yöntemin Reckwalls kademeleri VeraCAD programı ile yapılmıştır. Bu işlemde, öncelikle kalıp tasarımı ile süreç başlamaktadır. VeraCad programı ile kalıpların parçayı ezme oranları % 30-40 arasında bir oranla 90° çevrilerek paso çekilmesi esasına dayanır. Genellikle tek pasoda işlem yeterli olmamaktadır. Çalışmanın yapıldığı rotül parçasında tek kademedeki Reckwalls pasosu çekme işlemi yeterli ezme oranını sağlamıştır. Genel Reckwalls tasarımında ise iki ve daha fazla pasoda yeterli uzatma ve ezme oranları sağlanana kadar tasarım devam etmektedir. Reckwalls tasarımı yapılırken fırından

çıkan parçanın ön şekil verme ile başlayan simülasyon çalışmalarına bükme ve dövme simülasyonu olarak devam edilmektedir. Bükme prosesi için Reckwalls'dan çıkan ara ürün simülasyona dahil edilerek bükme işlemi için devam ettirilmektedir (Şekil 3). Aynı zamanda dövme operasyonlarının simülasyonu Simufact yazılımı kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 3. Reckwalls prosesi için ezme oranlarının simülasyon kademeleri.

Reckwalls prosesinin simülasyonu yapıldığında gerilmenin yığıldığı dar ve prosesi zorlayan cidarlar ve kritik bölgeler tonaj geçişine de bağlı olarak renk skalasının değişimi ile kolayca farkedilmekte ve dövmede problem oluşturma potansiyeli yüksek unsurlar tasarım aşamasında ortadan kaldırılmaktadır. Bilindiği üzere, dövmede kalıp maliyetleri mümkün mertebe indirgenmeye çalışılır. Dövme preslerinin ince çaptan gelen tersinir basma kuvveti sonucu mekanik arızaları önlemek için optimum çapak kalınlığı ve çapak oranı yazılıma dayalı sistemlerde de hesaplanabilmekte ve böylece maliyet azaltılmasında önemli kazanımlar sağlanabilmektedir. Çapak oranlarının uygunluğu, form verilmiş ara ürünü son dövmede parçada doldurmama durumu bu tür simülasyon çalışmalarında belirlenebilmekte ve olası parça hataları ve süreç zarfında ortaya çıkacak olan hurdalar önlenabilmektedir (Şekil 4).

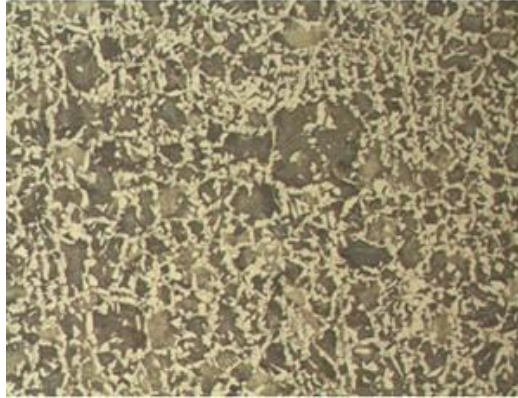


Şekil 4. Dövme prosesi için Simufact yazılımı ile ortaya konulan simülasyon kademeleri.

Metalurjik analizleri yapılabilmesi için hem hammaddenem hem de farklı yöntemlerle şekillendirilmiş parçalardan temsili numuneler alınarak metalografik çalışmalar yapılmıştır. Numuneler sırası ile 320, 600, 1000 mesh'lik SiC aşındırıcı içeren zımpara kağıtları kullanılarak zımparalanmıştır. Nihai parlatma 3 µm'lik elmas solüsyon ile yapılmış olup, dağlama işlemi % 4'lük nital çözeltisi ile gerçekleştirilmiştir. Mikroskobik incelemelerde Olympus BX41M-LED model ışık mikroskobu (IM) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, nihai parçaya ulaşıncaya kadar proses süresi ve malzeme kazanımı da takip edilmiş ve yöntemeye dayalı ürün başına maliyet kazanımı da belirlenmiştir.

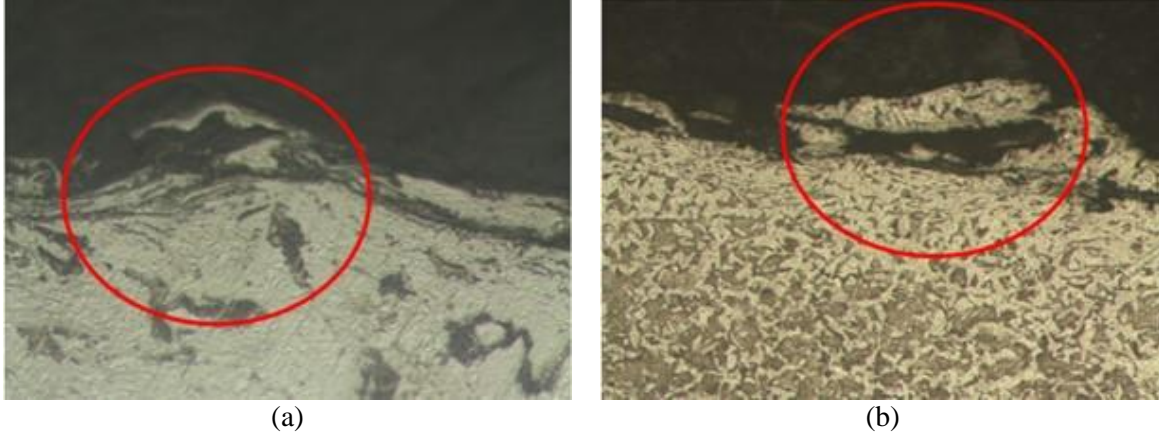
3. SONUÇ

Şekil 5'de metalografik olarak hazırlanmış hammaddenin dağlanmış konumunda mikroyapısını gösteren IM görüntüleri verilmiştir. Yapılan mikroskobik incelemeler çelik matriksinin ferritik+perlitik bir yapıda olduğunu göstermiştir. IM görüntüsünde aydınlık kontrastlı bölgeler ferritik alanları, koyu kontrastlı bölgeler ise perlitik alanları göstermektedir. Bilindiği üzere, şahmerdan ile şekillendirme sürecinde kademeli dövme gerçekleştirilir ve çoğunlukla yüzeyde yığılma bölgeleri oluşur.



Şekil 5. Hammaddenem olan 30MnVS6 çeliğinin mikroyapı IM görüntüsü (x10)

Şekil 6'de verilen IM görüntüsü yığılma bölgelerinin kesitini örneklemektedir. İşlem sıcaklığında yüzeyden merkeze doğru belirli bir derinlikte dekarbürizasyon oluşabilir ve bu durumda yığılma bölgelerinde sıklıkla ferritce zengin bölgeler gözlenir. Bu bölgelerde aynı zamanda üst üste yığılmış yoğun tabakalı yapıya benzer plastik deformasyon bölgelerini gözlemlemek de mümkündür. Sıcak işlem sırasında bu tür yığılma bölgelerinde aynı zamanda kesitte yüzeyden içeri doğru belirli derinlikte tufal batması veya çatlak ilerlemesi olabilir. Her iki oluşumda esasen iş parçasının yorulma mukavemetini azaltabilmekte ve bu tür süreksizlikler iş parçasının özellikle çevrimsel yükler altında kısa ömürde hasarlanmasına neden olmaktadır.



Şekil 6. Şahmerdan ile üretimde parça yüzeyinde yığılma kesitine ait IM görüntüleri; (a) x25 ve (b) x10.

Şekil 7’de ise Reckwalls ile üretilmiş parçanın en ve boy kesitlerine ait IM görüntüleri verilmiştir. Matriks yapısında ferritik+perlitik yöreler gözlenmekle birlikte yüzey kesitinde yığılma bölgesi ve kesitin yüzey altında herhangi bir tufal batmasına ek olarak kesit yüzeyinden içeri doğru ilerlemiş herhangi bir çatlak yapısı izlenmemiştir. Şahmerdan ile üretimde gözlemlenen çatlaklar üretim sonrası yapılan talaşlı imalat ve montaj operasyonlarında ortaya çıkmakta ve hurdaya ayrılmaktadır. Farkedilemeyen mikroçatlaklar parçanın bünyesinde kalarak araçlara takılmakta ve kullanım ömürlerini olumsuz etkilemektedir. Emniyet parçası olarak kullanılan rotill gibi süspansiyon elemanlarında ufak bir gevşeme olduğunda direk direksiyon kontrolünü etkilemekte ve sürücüye bilgi vermektedir. Muayene ve kontrollerde bu gibi durumlarda onay verilmediğinden parçaların değiştirilerek kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu sayede üretimden gelen herhangi bir saptanamayan hatadan kaynaklı kopma, kırılma gibi major parça arızaların yaşanması önlenmektedir.



Şekil 7. Reckwalls ile üretilmiş parçanın yüzey kesitine ait IM görüntüsü (x5)

Çalışma kapsamında kullanılan şekillendirme yöntemine göre malzeme-zaman-maliyet kazanımı da belirlenmiştir. Üretim hattında hem şahmerdan ve hem de Reckwalls ile parça üretimine yönelik işlem süresi takibi yapılmıştır. Şahmerdan ile rotill üretimi 10 saniyelik bir işlem süresine sahiptir. Reckwalls ile parça üretiminde bu süre 2 saniyedir. Deneysel çalışmaya katkı veren kurum 2020 yılında 5000 adet üretilen tek çeşit rotilden 90 adet hurda verdiğini raporlamıştır. Reckwalls prosesinin gerçekleştirilmesi halinde ise toplam hurda değeri 15 olarak kayıt edilmiştir. Şahmerdan ile üretim sürecinde 935 gramlık bir hammadde kullanılmakta olup, Reckwalls ile dövmede istenilen ezme ve uzatma oranlarına ve standartına daha kolay bir şekilde brüt 840 gramdan dövme ile ulaşılmıştır. Böylece çapağa giden hurda malzemesi önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Kullanılan yöntemle elde edilen kazanımlar Tablo 2’de listelenmiştir. Hammaddeden kazanılan 475 kg çeliğin mali değeri 3390 TL, hurda farkından kazanılan ürün değeri 2100 TL, 665 dakikalık süreden kazanımın mali değeri ise 1245 TL’dir. Tek referansın

üretimini şahmerdan metodundan Reckwalls metoduna geçilmesinden toplamda 6735 TL yıllık kazanım sağlanmıştır.

Tablo 2. Reckwalls prosesi ile üretimde kazanımlar.

Koşul	Şahmerdan ile üretim	Reckwalls ile üretim	Kazanım
1 adet rotül üretimi için gerekli hammadde (gram)	935	840	95
Yıllık ortalama üretim (5000 adet) için gerekli hammadde (kg)	4675	4200	475
Yıllık tek referans üretim adedine göre hurda kazanımı (adet)	90	15	75

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, otomotiv ön süspansiyon sisteminde kullanılan rotül parçasının iki farklı şekillendirme yöntemi ile sıcak dövülebilirliği incelenmiştir. Şahmerdan ile üretilen parçalar incelenmiş ve yeni bir metod olan Reckwalls ile de üretilebilirliği izlenmiştir. Tekrarlı basma kuvvetleri altında şahmerdan ile üretilmiş parça yüzeyinde malzeme yığılma bölgeleri gözlenmiş ve bu bölgelerde malzemenin yorulma ömrünü azaltan mikro çatlakların oluşabildiği tespit edilmiştir. Reckwalls ile üretilen parça kesitlerinde dekarbürizasyon izlenmemiştir. Reckwalls ile üretimde parça hedeflenen boyutlara uzatılabilmiş ve böylece şahmerdan ile üretiminde ihtiyaç duyulan operatör tecrübesine dayalı işlem ortadan kaldırılmıştır. Böylece rotül eldesine yönelik daha standartlaşmış bir üretime geçilmiştir. Çalışma kapsamında, her iki işleme karşılık gelen hammadde kazanımı, üretim paso sayılarından doğan üretim saniye kazanımı ve üretimde rastlanan hurda kazanımları ortaya konulmuş olup, Reckwalls ile üretim konvansiyonel yöntem ile üretime kıyasla daha baskın ve yeterli bir sıcak dövme prosesi sunmuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- ABACHI S. *et al.*, (2010), Wear analysis of hot forging dies, *Tribology International*, 43 467-473.
- BEHRENS B. A. *et al.*, (2007), Precision forging processes for high-duty automotive components, *Journal of Materials Processing Technology*, 185 139-146.
- BHARTI S., (2017), Advancement in forging process: a review, *International Journal of Science and Research*, 6(12), 465-468.
- BHOYAR V. & UMREDKAR S., (2020), Manufacturing processes part II: a brief review on forging, *International Journal of Innovations in Engineering and Science*, 5(1), 26-32.
- BRAMLEY A. N. & MYNORS D. J., (2000), The use of forging simulation tools, *Materials and Design*, 21, 279-286.
- CAPORALLI A. *et al.*, (1998), Expert system for hot forging design, *Journal of Materials Processing Technology*, 80-81, 131-135.
- ERİKLİLİ S., (2019) 1040 çelik süspansiyon parçasının dövme üretim prosesinde çıkan hataların belirlenmesi ve iyileştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- FALAH A. *et al.*, (2007), Failure investigation of a tie rod end of an automobile steering system, *Engineering Failure Analysis*, 14, 895-902.
- JIA, D., *et al.*, (2020), Design research on forging mark of connecting rod, *Engineering Failure Analysis*, 113, 104537.
- KONIECZNY L. & BURDZIK R., (2017), Modern suspension systems for automotive vehicles and their test methods, *Vibroengineering Procedia*, 14, 233-237.
- LAPOVOK, R. (1998), Improvement of die life by minimisation of damage accumulation and optimisation of preform design, *Journal of Materials Processing Technology*, 80-81 608-612.
- RUTCI A. & EREN F. S., (2018), Investigation of suspension ball joint pull out force based on FEA method and experimental study, *International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science*, Alanya-Turkey.
- SIEGERT K., *et al.*, (1997), Recent developments on high precision forging of aluminum and steel, *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 91-99.

- VAZQUEZ, V. & ALTAN T., (2000), Die design for flashless forging of complex parts, *Journal of Materials Processing Technology*, 98 81-89.
- WANG Q & HE F., (2004), A review of developments in the forging of connecting rods in China, *Journal of Materials Processing Technology*, 151, 1-3, 192-195.

ÖRÜMCEK ROBOT İLE GÖRÜNTÜ İŞLEME VE NESNE TAKİBİ

Berat Eren TERZİOĞLU

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
beraterenterzi@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9797-0235

Serhat YILMAZ

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
serhaty@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9765-7225

Özet

Bu proje kapsamında Örümcek Robot ile Görüntü İşleme ve Nesne Takibi Uygulamalarının yapılması amaçlanmıştır. Amaç kapsamında robotun otonom hareketi, nesne tanıma ve nesne takibi uygulamalarıyla yapılmıştır. Görüntü işleme uygulaması Raspberry Pi 3 B+ kartıyla yapılmıştır. Görüntü işleme algoritması Python dilinde OpenCV kütüphanesi kullanılarak yapılmıştır. Motor kontrolleri Arduino geliştirme kartı ile yapılmıştır. Hareket kontrolü, Raspberry Pi kartından gelen nesne tespit verilerinin Arduino kartına aktarılmasıyla yapılmıştır. İki kartın haberleşmesi için UART haberleşme protokolü kullanılmıştır. Robot iskeleti, 4 kol üzerinde bulunan servo motorların belli bir sırayla çalışmasıyla ileri veya geri PWM sinyalleriyle birlikte hareket eder. PWM sinyalleri Raspberry Pi kartından Arduino kartına aktarılacak verilerle oluşturulur. Nesneyi tespit eden program servo motorları konumlandırarak harekete başlar. Takip edilecek nesnenin, kamera ekranındaki konumuna göre motor hareketleri şekillendirilir. Proje kapsamında kırmızı bir nesnenin tespit edilmesi ve takip edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda görüntü işleme algoritması kırmızı renkte cisimlerin tespiti ve takibini yapacaktır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, OpenCv, Raspberry Pi, Arduino, PWM, Örümcek Robot, Servo motor, UART.

IMAGE PROCESSING AND OBJECT TRACKING APPLICATIONS WITH SPIDER ROBOT

Abstract

Within the scope of this project, it is aimed to perform Image Processing and Object Tracking Applications with Spider Robot. Within the scope of the purpose, the autonomous movement of the robot was made with object recognition and object tracking applications. Image processing application was made with Raspberry Pi 3 B + board. The image processing algorithm was made using the OpenCV library in Python language. Motor controls are made with Arduino development board. The motion control is done by transferring the object detection data coming from Raspberry Pi board to Arduino board. UART communication protocol is used for the communication of the two cards. The robot skeleton moves forward or backward with PWM signals, with the servo motors on the 4 arms operating in a certain order. PWM signals are created with the data to be transferred from the Raspberry Pi board to the Arduino board. The program that detects the object starts the motion by positioning the servo motors. Motor movements are shaped according to the position of the object to be tracked on the camera screen. Within the scope of the project, it was aimed to detect and track a red object.

Keywords: Image processing, OpenCv, Raspberry Pi, Arduino, PWM, Spider Robot, Servo-motor, UART.

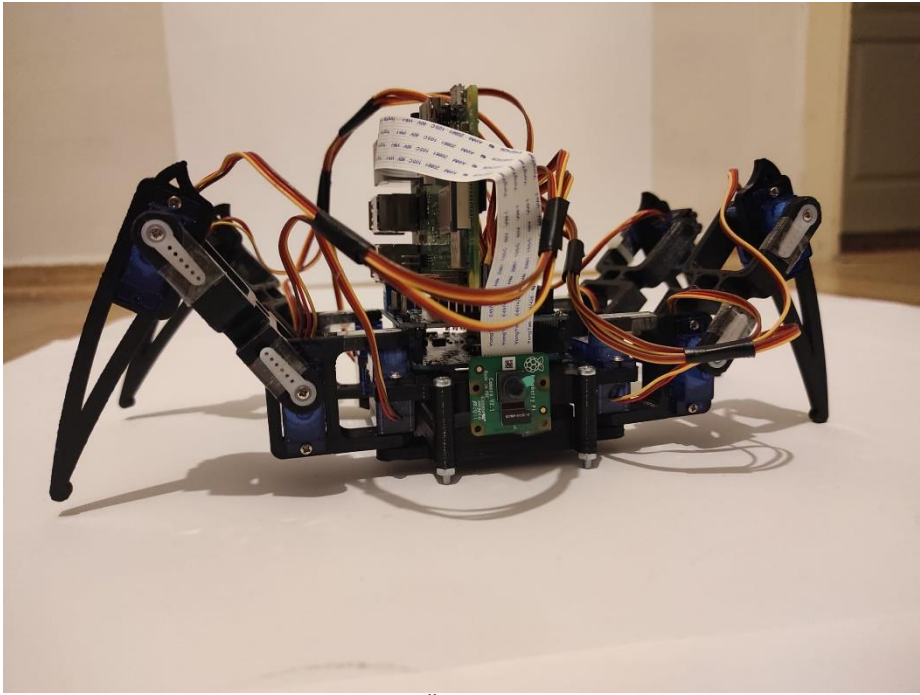
1. GİRİŞ

İnsansız araçlar, günümüzde endüstride ve günlük yaşamımızda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Endüstride hızlı ve kesin sonuç almak için kullanılan insansız araçlar günlük yaşantımızı daha kolay bir hale getirmek için geliştirilmiştir. Buradan yola çıkarak temel anlamda otonom hareket edebilecek ve yapay zeka uygulamaları geliştirmeye müsait olan 4 kollu örümcek robot tasarımı uygun görülmüştür.

Bu projede Raspberry Pi 3 Model B+ kartı ve Arduino Uno geliştirme kartı ile 4 kollu örümcek robotun otonom olarak hareket etmesi ve bu hareketi kameradan alınan görüntüyü işleyerek gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Otonom hareket sistemi bulanık mantık algoritması kullanılarak çalıştırılmıştır. Örümcek robot dört adet bacak ve bacakların bağlandığı bir adet gövdeden oluşmaktadır. Her bir bacak üç adet parçadan oluşmaktadır. Bacağı oluşturan parçalar birbirlerine servo motorlar ile ve her bir bacak gövdeye bir adet servo motor ile bağlanmaktadır. Servo motorlar örümcek için eklem görevi görmekte ve örümceğin hareketini sağlamaktadır. Her bir bacak için örümceğin gövdesine bağlı olan servo motora X, sonraki servo motora Y ve en uç kısımda bulunan servo motora Z isimleri verilmiştir. Örümceğe tepeden bakıldığı zaman sağ tarafta ve geride bulunan bacağa 1. Bacak, sağ tarafta ve ileride bulunan bacağa 2. Bacak olarak isimlendirilmiştir. Sol tarafta ve geride bulunan bacağa 3. Bacak ve sol tarafta ve ileride bulunan bacağa 4. Bacak olarak isimlendirilmiştir. Robot sensörün sol yanında bulunan 2. bacağını kaldırarak ileri hareket ettirir daha sonra bu hareketi diğer üç bacak tekrar eder. Bu hareket dizini tamamlandığında robot bir adım ilerlemiş olacaktır. Örümceğin hareketi mesafe sensörlerinden gelecek veriye göre şekillenmektedir. Engele olan uzaklığına göre göreceli olarak hızını değiştirmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Proje için Örümcek Robot dış donanımı, 12 adet servo motor, Raspberry Pi 3 B+, Arduino Uno, 2 Adet 3.7 Volt Li-on Pil, Arduino Shield, USB-Micro USB kablo, jumper kablo materyalleri kullanılmıştır. Kartlar 7.4 Volt besleme gücüyle çalışır. Piller direkt olarak Arduino'ya bağlıdır. Raspberry Pi gücü Arduino üzerinde USB girişten alır.



Şekil 2: Örümcek Robot

2.1. Hareket Mekanizması

2.1.1 İleri Yönlü Hareket Mekanizması

Bacakta bulunan Y isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır, Z isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır ve örümceğin bacağının yer ile olan teması kesilir. X isimli servo motorun açısı belirli bir miktar artırılarak örümceğin bacağı ileriye doğru çevrilir. Y ve Z isimli servo motorların açısı başlangıç konumuna getirilerek bacağın yer ile olan teması sağlanır. Böylece örümceğin bir bacağı için bir adım tamamlanmış olur. Örümceğin ileriye doğru hareket etmesi için bacakların koordineli bir şekilde adım atmaları gerekir. İleri yönlü hareket için bacakların hareket sırası; 2 numaralı bacak, 1 numaralı bacak, 3 numaralı bacak ve 4 numaralı bacak şeklindedir.

2.1.2 Geri Yönlü Hareket Mekanizması

Bacakta bulunan Y isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır, Z isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır ve örümceğin bacağıyla yer ile olan teması kesilir. X isimli servo motorun açısı belirli bir miktar artırılarak örümceğin bacağı geriye doğru hareket ettirilir. Y ve Z isimli servo motorların açısı başlangıç konumuna getirilerek bacağıyla yer ile olan teması sağlanır. Böylece örümceğin bir bacağı için bir adım tamamlanmış olur.

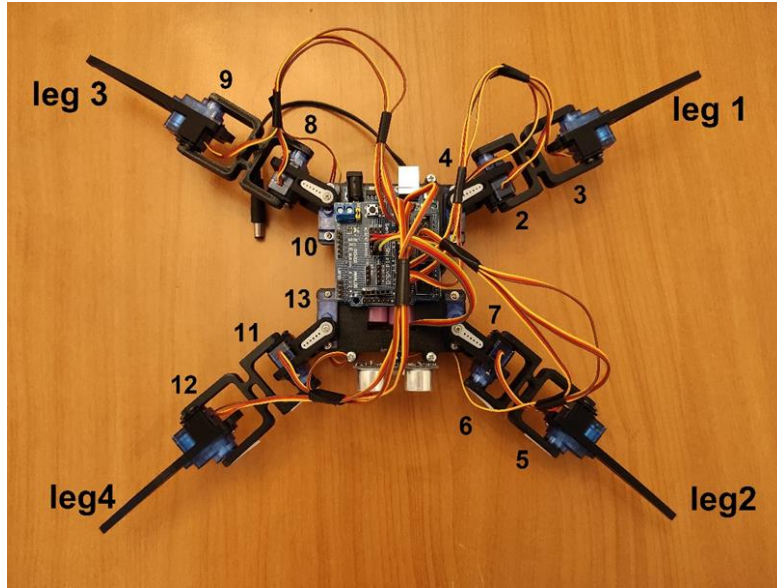
Örümceğin geriye doğru hareket etmesi için bacakların koordineli bir şekilde adım atmaları gerekir. Geri yönlü hareket için bacakların hareket sırası; 4 numaralı bacak, 3 numaralı bacak, 1 numaralı bacak ve 2 numaralı bacak şeklindedir.

2.1.3 Sağ Yönlü Hareket Mekanizması

Bacakta bulunan Y isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır, Z isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır ve böylece bacağıyla yer ile olan bağlantısı kesilir. X isimli servo motorunun saat yönünde dönecek şekilde açısı artırılır. Y ve Z isimli servo motorları başlangıç açılarına getirilir. Bu sayede bir bacağın sağa dönüşü tamamlanmış olur. Örümceğin tam sağa doğru dönebilmesi için bu işlemler her bacak için üçer kez tekrarlanır. Sırasıyla hareket ettirilecek bacaklar; 2 numaralı bacak, 4 numaralı bacak, 3 numaralı bacak ve 1 numaralı bacaktır.

2.1.4 Sol Yönlü Hareket Mekanizması

Bacakta bulunan Y isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır, Z isimli servo motorun açısı belirli bir miktar azaltılır ve böylece bacağıyla yer ile olan bağlantısı kesilir. X isimli servo motorunun açısı saat yönünün tersine doğru azaltılır. Y ve Z isimli servo motorları başlangıç açılarına getirilir. Bu sayede bir bacağın sola dönüşü tamamlanmış olur. Örümceğin tam sola doğru dönebilmesi için bu işlemler her bacak için üçer kez tekrarlanır. Sırasıyla hareket ettirilecek bacaklar; 4 numaralı bacak, 2 numaralı bacak, 1 numaralı bacak ve 3 numaralı bacaklardır.



Şekil 3: Örümcek Robot Motor Numaraları

2.2. Görüntü İşleme Uygulamaları

2.2.1 OpenCv Kütüphanesi Kurulumu

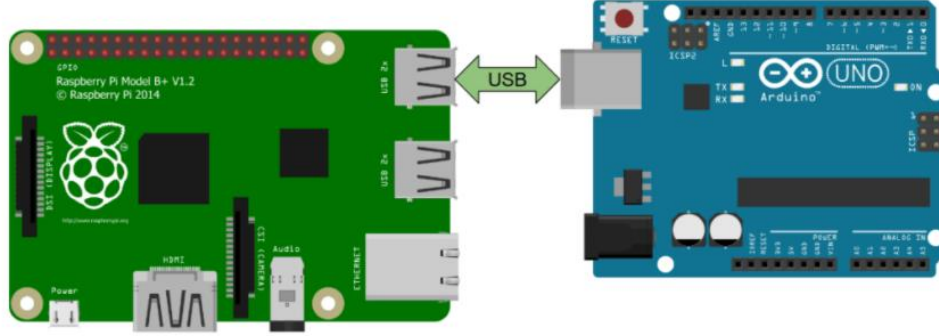
Görüntü işleme uygulamalarını gerçekleştirmek için öncelikle OpenCv kütüphanesi kurulması gereklidir. Raspberry Pi configuration ekranından OpenCv kütüphanesinin indirilmesi için gereken kodlar yazılmalıdır.

2.2.1.2 Raspberry Pi-Arduino Haberleşmesi İçin Gerekli Yazılımların Kurulumu

Raspberry Pi ve Arduino Uno Seri Haberleşme Yöntemi kullanılarak haberleştirilmiştir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için Raspberry Pi configuration ekranında aşağıdaki kodların yazılması gerekir.

- sudo apt-get install arduino
- sudo apt-get install python-serial mercurial
- python3 -m pip install pyserial
- sudo apt-get install python3-pip

Kodlar yazıldığında Raspberry üzerinde Arduino için gerekli yazılım kurulmuş olacaktır. Donanımsal olarak kartların bağlantısı Şekil 3'te verildiği gibi kurulmalıdır.



Şekil 4: Raspberry Pi-Arduino Uno Bağlantısı

2.2.2 Yazılım Geliştirme

Yazılım geliştirme aşamasında görüntü işleme uygulaması için takip edilmesi gereken adımlar aşağıda verilmiştir. Örümcek Robot Projesi'nde amaç, renk skalası daha önceden belirlenmiş olan bir nesnenin kamera ekranındaki yerini tespit etmek ve bu nesnenin bulunduğu konuma göre servo motorlara PWM sinyalleri göndererek nesne takibini sağlamaktır.

Algoritma akışı aşağıdaki şekilde ilerleyecektir.

- Görüntüyü elde etme
- Ön görüntü işleme
- Nitelik tespiti
- Nesne sınıflandırılması
- Nesne takibi

2.2.2.1 Görüntünün Elde Edilmesi

Görüntü işlemeye başlamadan önce ilk olarak görüntünün yakalanması gerekmektedir. Herhangi bir kamera yardımıyla görüntü elde edilebilir. Görüntünün kalitesi, görüntü işleme operasyonunun daha temiz ve problemsiz olmasını sağlayacaktır. Bu proje kapsamında görüntüyü elde etmek için Raspberry Pi'ın kendi kamera modülü kullanılmıştır.

2.2.2.2 Ön Görüntü İşleme

Yakalanan görüntünün yapılması istenen çalışmaya uygun duruma getirilmesi için uygulanan yöntemlere ön işleme denir. Genel olarak belirli bir formülasyonu olmamakla beraber, deney ve test yoluyla gerçekleştirilir. Alınan görüntüdeki herhangi bir bozulma, kontrast dengesizliği, bulanıklık, veri kaybı gibi etmenleri ortadan kaldırmak için ön işleme yapmak gerekir. Görüntü en uygun koşullara gelene kadar ön işleme aşaması devam eder. Ön işleme tek bir yöntemle değil, birden fazla yöntemle yapılabilir. Görüntünün bozulmasına bağlı olarak birden fazla yöntem aynı anda kullanılabilir.

2.2.2.3 Nitelik Tespiti

Ön işlemeden geçirilen görüntü üzerinde istenen özelliklere sahip özelliğin belirgin hale getirilmesi işlemine öznitelik çıkarımı denir. Önceden belirgin olmasını istediğimiz özelliğin otomatik olarak tespitini yapmak için bu işlemi uyguluyoruz. Bu proje kapsamında baktığımızda, robotun kırmızı renkli bir cisim tespit etmesi gerekmektedir. Kırmızı renkli olma durumu, burada cismin niteliği, özelliğidir. Kırmızı renk dışındaki bütün veriler göz ardı edilmiştir.

2.2.2.4 Nesne Sınıflandırması

Görüntülenen cisimlerin belirli özellikleri bulunmaktadır. Bu özelliklere göre işleyeceğimiz görüntüyü sınıflandırma işlemine tabii tutabiliriz. Bu sınıflandırma işlemi yapılırken nesnenin kendine özgü özellikleri kullanılmaktadır. Bu özelliklerin bir takım sayısal değerleri bulunmaktadır. Bu sayısal değerleri kullanarak, nesnelere sınıflandırabiliriz.

2.3 Görüntü İşleme Uygulamasının Python Dilinde Kodlanması

Görüntü İşleme Uygulamaları kodlama aşamasında algoritma oluşturulurken yukarıdaki adımlar izlenmiştir. Kod dizini OpenCv kütüphanesinin, numpy kütüphanesinin, ve nesne merkezini depolayacak veri tipinin kütüphanelerinin import edilmesiyle başlar. Sonrasında nesne merkezini depolayacak veri tipi tanımlanır. Ardından kırmızı renk için RGB sklasında kırmızıya denk gelen en düşük ve en yüksek aralık tanımlanır. Kameradan görüntü alınması için OpenCv kütüphanesinden kamera kaydını başlatacak fonksiyon çağırılır. While döngüsü başlatılıp True değeri döndükçe while döngüsü içindeki işlemler yapılır. Bir if blok yapısı içinde blurlama, hsv, renk için maske oluşturma, maske etrafındaki görüntüleri slime işlemi yapılır. Sonrasında kontür adımına geçilir. Bu adıma geçildiğinde aynı if bloğu içinde kalınmalıdır. Kontür büyüklüğü sıfırdan büyük olduğunda cisim dikdörtgen olarak algılaması için OpenCv kütüphanesinden komut çağırılır. Cisim etrafına kutucuk oluşturması için kullanılan komut çağırılır. Cismin merkezini belli edecek komut çağırılır. Cismin merkezine pembe renkte bir nokta atanır. Kontür çizdirilir. Ve konum bilgisi output ekranına yazdırılır. Bu adımdan sonra cismin ekrandaki hareket bilgisini Arduino Uno kartına aktaracak kod bloğuna geçilir. Bu işlemlerden sonra uygulama Arduino üzerinden devam edecektir. Python kodlarına EK A' da yer verilmiştir. Algoritma akış şeması EK B'de verilmiştir.

2.4 Arduino Uno ile Motor Kontrolü Algoritması

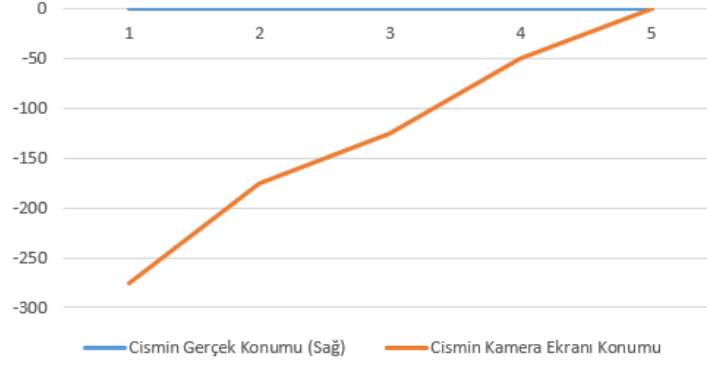
Servo motorların sürülmesi Arduino Uno aracılığıyla sağlanmıştır. Öncelikle motorlara PWM sinyallerinin gönderilmesi için Raspberry Pi kartından nesne tespiti sinyallerinin gönderilmesi gerekmektedir. Öncelikle motorlar ve giriş pinleri tanımlanmalıdır. Sonrasında Raspberry Pi ile haberleşme için kullanılacak kodlar yazılmalıdır. Raspberry Pi'den gelen sayısal değerler bir değişkene atanmalı ve PWM sinyallerini bu değişkene göre oluşturacak fonksiyon tanımlamaları yapılmalıdır. Bu fonksiyonlar oluşturulurken dikkat edilmesi gereken hususlar Bölüm 2.1 'de verilen hareket mekanizmasının uygulanması işlemidir. Yön kontrolleri farklı PWM sinyalleri ile sağlanacağından her yön için farklı bir fonksiyon oluşturulmalıdır. Yön fonksiyonları oluşturulurken motor hızları da cisim takip edebilecek miktarda olmalıdır. Tüm fonksiyon blokları oluşturulurken if-else bloğu içinde olmalıdır. Kodlar derlenip karta yüklendikten sonra gerekli donanımsal bağlantılar robot üzerinde yapılır ve sistem çalışır hale getirilmiştir. Yatay düzlemde, takibi yapılan cismin kamera ekranı ara yüzünde konum bilgileri Raspberry Pi tarafından gönderilmiştir. Cisim merkezi yatay eksende 0-550 piksel aralığında değer alır. Buradan yola çıkarak kamera ekranı ara yüzünün merkezi referans noktası 0 değeri olarak belirlenir. Üyelik fonksiyonu ise -275 ve 275 aralığında değerler alır. Anlık konum bilgisinin 275 değerinden çıkarılmasıyla hata fonksiyonunu üretiriz. Hata fonksiyonu değerinin negatif veya pozitif bir değer çıkmasıyla cismin Örümcek Robot'a göre yönü tayin edilir. Negatif bir değer üretildiğinde cisim robota göre sağda, pozitif bir değer üretildiğinde cisim robota göre soldadır.

3. SONUÇ

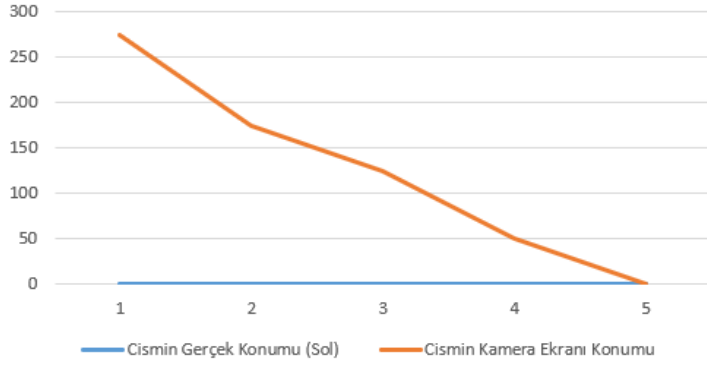
Örümcek Robot donanım parçaları adım adım monte edilerek birleştirilmiş ve teste hazır hale getirilmiştir. Görüntü işleme uygulamasının daha sağlıklı olması için kamera açısındaki bölgeler beyaz karton ile kaplanmıştır. Beyaz bölgelerle kaplanan alan içine uzaktan kırmızı bir cisim tutularak nesne algılama ve takibi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Deney sırasında Raspberry Pi kartında yaşanan ısınmadan ötürü çok zorlanmaması tavsiye edilir. Güç kaynağı olarak kullanılan 3.7V Li-on pillerin seri bağlanması ile elde edilen 7.4V'luk gerilim bu sorunun kaynağı olarak görülmektedir. Nesne Tanıma ve nesne takibi uygulamaları başarıyla sonuçlanmıştır. Uygulanan FIS algoritmalarına göre nesneye yönelim hareketleri gözlenmiştir. Nesne takibi sırasında servo motorların çalışmasında bazı aksaklıklar yaşanmıştır. Bu aksaklıkların Robot iskeleti üzerine düşen ağırlıktan ötürü olduğu düşünülmektedir. Deneyler az pürüzlü ortamda yapılmalıdır. Görüntü işleme uygulaması Raspberry Pi üzerinde başarılı bir şekilde yürütülmüştür. Şekil deney aşaması verilmiştir. Görüntünün daha net algılanması adına arka planda beyaz bir karton kullanılmıştır.

3.1 DENEYSEL SONUÇLAR

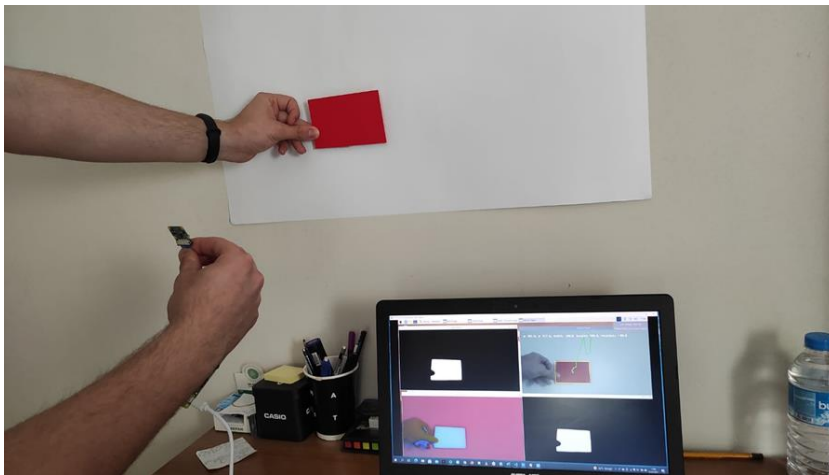
Raspberry Pi kartının çalışma yavaşlığından ötürü cismin yüksek hızda yer değiştirmesini takip etmekte zorluklar yaşanmıştır. Yavaş veya kesikli zaman aralıklarında yapılan yer değiştirmelerde takip sağlanmıştır. Robot kasasının ve motorların ağırlıktan ötürü zorlandığı tespit edilmiştir. Şekil 4 ve Şekil 5'te Örümcek Robot'un Cisime Zamana göre yaklaşım grafikleri verilmiştir.



Şekil 5: Zamana Göre Yatay Eksende Yaklaşım Grafiği (Cisim Sağdaysa)



Şekil 6: Zamana Göre Yaklaşım Grafiği (Cisim Soldaysa)



Şekil 7: Görüntü İşleme Uygulamaları

4. TARTIŞMA

Günümüzde İnsansız Araçların önemi günden güne artmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte İnsansız Araçlar hem maliyeti düşürmesiyle hem de riskleri en aza indirmesiyle çok rağbet görmektedir. Bu

çalışmada temel olarak bir robotun otonom olarak çalışması amaçlanmıştır. Görüntü işleme uygulamaları ile birlikte robot kontrolü çok daha rahat bir şekilde yapılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- YILMAZ, S.(2020), KILCI, B.(2020), 6 Serbestlik Dereceli Sualtı Aracı ve Manipülator Sistemi İle Görüntü İşleme Uygulamaları, *İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi*, 1(2), 63-79
- REN, S. (2015), HE, K. (2015), GIRSICK, R. (2015), SUN, J. (2015), Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks, *Cornell University*
- MALLICK, S. (2016), *Histogram of Oriented Gradients explained using OpenCV*, 10 Mayıs 2021 tarihinde <https://learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/> adresinden alındı.
- YILMAZ S. (2007),” Bulanık Mantık ve Mühendislik Uygulamaları”, *KOU Yayınları*, Yayın No: 289

EK A

```
1 import cv2
2 from picamera.array import PiRGBArray
3 from picamera import PiCamera
4 from imutils.video import VideoStream
5 import numpy as np
6 from collections import deque
7
8 # nesne merkezini depolayacak veri tipi
9 buffer_size = 16
10 pts = deque(maxlen = buffer_size)
11
12 # kırmızı renk aralığı HSV
13 redLower = (84, 98, 0)
14 redUpper = (179, 255, 255)
15
16 # capture
17 cap = cv2.VideoCapture(0)
18 cap.set(3,960)
19 cap.set(4,480)
20
21 while True:
22
23     success, imgOriginal = cap.read()
24
25     if success:
26
27         # blur
28         blurred = cv2.GaussianBlur(imgOriginal, (11,11), 0)
29
30         # hsv
31         hsv = cv2.cvtColor(blurred, cv2.COLOR_BGR2HSV)
32         cv2.imshow("HSV Image",hsv)
33
34         # kırmızı için maske oluştur
35         mask = cv2.inRange(hsv, redLower, redUpper)
36         cv2.imshow("mask Image",mask)
37         # maskenin etrafında kalan gürültüleri sil
38         mask = cv2.erode(mask, None, iterations = 2)
39         mask = cv2.dilate(mask, None, iterations = 2)
40         cv2.imshow("Mask + erozyon ve genişleme",mask)
41
```

Şekil 8: Görüntü İşleme Python Kodları 1. Kısım

```

41 # kontur
42 (contours,_) = cv2.findContours(mask.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
43 center = None
44
45 if len(contours) > 0:
46
47     # en büyük konturu al
48     c = max(contours, key = cv2.contourArea)
49
50     # dikdörtgene çevir
51     rect = cv2.minAreaRect(c)
52
53     ((x,y), (width,height), rotation) = rect
54
55     s = "x: {}, y: {}, width: {}, height: {}, rotation: {}".format(np.round(x),np.round(y),np.round(width),np.round(height),np.round(rotation))
56     print(s)
57
58     # moment
59     M = cv2.moments(c)
60     center = (int(M["m10"]/M["m00"]), int(M["m01"]/M["m00"]))
61
62     #haberleşme
63
64     ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0',9600)
65     kamera = x, g = width
66
67     if g<150 :
68
69         ser.write(b'1')
70
71     elif g<300 and g>=150:
72
73         if (kamera<200) :
74             ser.write(b'2')
75
76         elif (kamera<=400 and kamera>200) :
77             ser.write(b'3')
78
79         elif (kamera>400) :
80             ser.write(b'4')
81
82     else:
83         ser.write(b'5')
84
85     # kutucuk
86     box = cv2.boxPoints(rect)
87     box = np.int64(box)

```

Şekil 9: Görüntü İşleme Python Kodları 2. Kısım

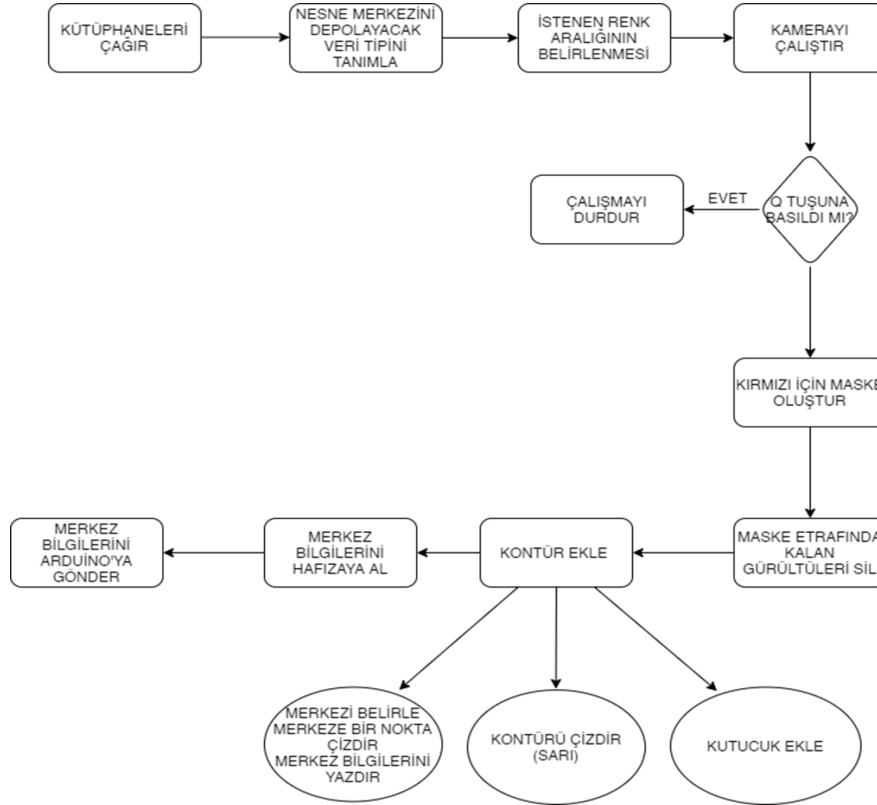
```

84
85     # kutucuk
86     box = cv2.boxPoints(rect)
87     box = np.int64(box)
88
89     # konturu çizdir: sarı
90     cv2.drawContours(imgOriginal, [box], 0, (0,255,255),2)
91
92     # merkeze bir tane nokta çizelim: pembe
93     cv2.circle(imgOriginal, center, 5, (255,0,255),-1)
94
95     # bilgileri ekrana yazdır
96     cv2.putText(imgOriginal, s, (25,50), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX_SMALL, 1, (255,255,255), 2)
97
98     #b = "x: {}, y: {}".format(np.round( (int(M["m10"]/M["m00"])),np.round(int(M["m01"]/M["m00"])))
99
100
101     # deque
102     pts.appendleft(center)
103
104     for i in range(1, len(pts)):
105
106         if pts[i-1] is None or pts[i] is None: continue
107
108         cv2.line(imgOriginal, pts[i-1], pts[i],(0,255,0),3) #
109
110     cv2.imshow("Orijinal Tespit",imgOriginal)
111
112     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord("q"): break
113
114     cap.release()
115
116     cv2.destroyAllWindows()

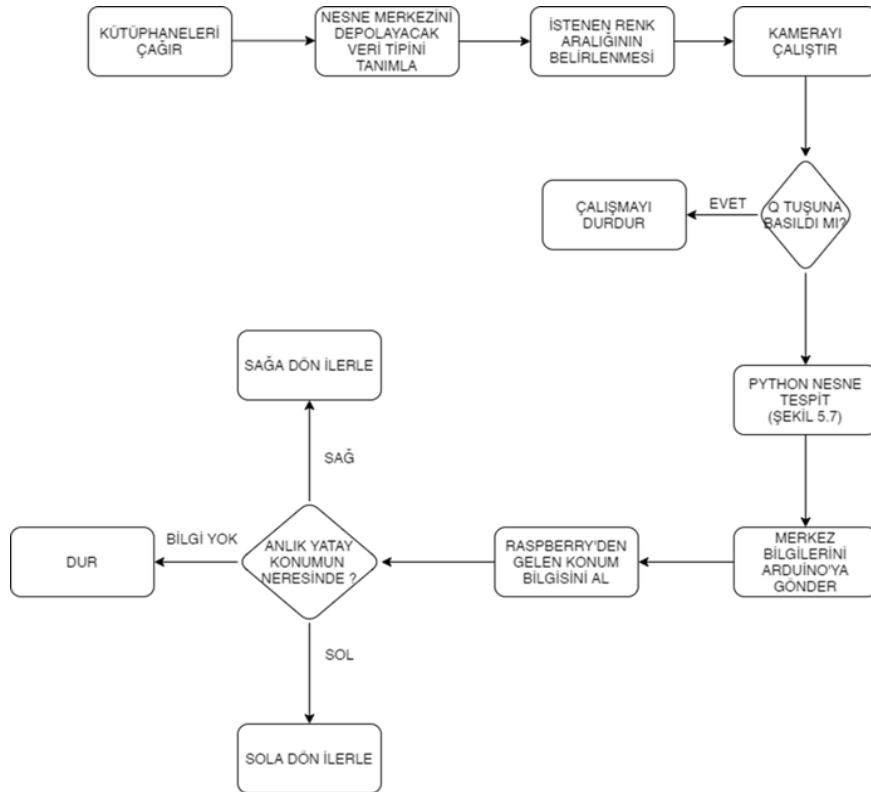
```

Şekil 10: Görüntü İşleme Python Kodları 3. Kısım

EK B



Şekil 11: Görüntü İşleme Algoritma Akış Şeması



Şekil 12: Hareket Algoritması Akış Şeması

EK C

```

void loop()
{
    if(Serial.available())          //From RPi to Arduino
    {
        x = (Serial.read() - '0'); //converting the value of chars to integer
        Serial.println(x);
    }

    if(x==1)
    {
        step_forward(4);
    }

    else if(x==3)
    {
        sit();
    }

    else if(x==4)
    {
        turn_left(3);
    }

    else if(x==2)
    {
        turn_right(3);
    }

    else if(x==5)
    {
        step_back(4);
    }
    delay(1000);
}
    
```

Şekil 13: Arduino Hareket Komut Kodları

VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN KULLANIM AMAÇLARI, AVANTAJLARI , DEZAVANTAJLARI VE SİSTEM KARŞILAŞTIRMALARI

Betül USLU¹,

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Umuttepe-Kocaeli
betuluslu.bu@gmail.com

Canan CİMŞİT²

²Kocaeli Üniversitesi, Gölcük MYO, Gölcük-Kocaeli
ccimsit@kocaeli.edu.tr

Özet

Günümüzde birçok ısıtma ve soğutma sistemi bulunmaktadır. Avantajları göz önünde bulundurularak en sık kullanılanları VRV/VRF ve Fan Coil (FCU) sistemlerdir. VRF değişken soğutucu akışkan debisi anlamına gelmektedir. Bir dış ünite ile birden fazla iç ünitenin kontrol edildiği klima sistemidir. Bir VRF klima sistemi, binanın değişen kapasite ihtiyaçlarına bağlı olarak soğutmanın akışını kontrol eder. Bina dışında bulunan dış ünite ve bina içindeki yaşam alanlarını soğutmak ve/veya ısıtmak amacı ile kullanılan iç ünitelerden oluşur. Fan coil, klima santrali ve kazandan oluşan büyük sistemlerdir. Bu sistemde bina içerisinde soğutucu akışkan değil, soğutulmuş su, borular vasıtasıyla fancoilere ulaştırılarak mekanların soğutulması sağlanır. Kış şartlarında aynı fancoilere soğuk su yerine kazanda ısıtılan sıcak su dolaştırılır. Klima santrallerinde ise bina içinde havanın temizlenmesi, yenilenmesi, gerektiğinde nemlendirilmesi sağlanır. Klima santralleri tamamaen iç hava ile çalışabildiği gibi %100 e varan oranlarda dış hava ile de çalışabilir. Bu çalışmada VRF ve Fan Coil sistem tanıtılması, avantajları, dezavantajları , her iki sistemin örnek projeye uygulanıp tasarım sonuçlarının değerlendirilmesi ve varsa önerilerin sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Isıtma, soğutma, enerji verimliliği, fan coil, VRF sistemi

USAGE PURPOSES, ADVANTAGES, DISADVANTAGES AND SYSTEM COMPARISONS OF VRF AND FAN COIL SYSTEMS

Abstract

Nowadays lots of heating and cooling systems are available. Considering their advantages, VRV / VRF and Fan Coil (FCU) systems are the most commonly used. VRF, stands for variable refrigerant flow rate. It is an air conditioning system in which multiple indoor units are controlled by a single outdoor unit. A VRF air conditioning system controls the flow of refrigerant depending on the changing capacity needs of the building. It consists of the outdoor unit outside the building and indoor units used to cool and / or heat the living spaces inside the building. They are large systems consisting of fan coils, air handling units and boilers. In this system, the cooled water, not the building cooling liquid, is transmitted to the fan coils to cool the spaces. The hot water heated in the boiler in winter conditions is circulated in the same fan coils instead of cold water. In summer, the air inside the building is cleaned, refreshed and humidified. Air handling units can operate entirely with indoor air as well as with up to 100% outside air. In this study, it is aimed to introduce VRF and Fan Coil systems, advantages, disadvantages, to apply both systems to the sample project, to evaluate the design results and to present suggestions, if any.

Keywords: Heating, cooling, energy efficiency, fan coil, VRF system

1.GİRİŞ

İnsanoğlu varoluşundan bugüne kışın ısınma , yazın ise sıcaktan korunma ihtiyacı duyar. En ilkel çağlardan bu yana insanlar ısınmak ve serinlemek için çeşitli sistemler kullanılmıştır. Teknolojik gelişmelerle birlikte bu sistemler daha kullanılabilir , daha konforlu hale getirilmiştir. Bugün mühendisliğin ilerlemesi ve teknolojinin gelişmesiyle ısıtma ve soğutma sistemleri tüm dünyada önem

arzemektedir. En sık kullanılan sistemler VRV ve Fan Coil sistemleridir. Bu sistemler istenen konforu en kolay ve en verimli şekilde sağlayan sistemlerdir.

1.1 Isıtma ve Soğutma Sistemi Tanıtımı

Sistemde ısıtıcı ünite, soğutucu ünite, iç üniteler ve ısı transferini sağlayan akışkanın çevrimde dönmesini sağlayan pompa sistemi veya kompresör ve yanı sıra yardımcı elemanlar bulunur. Sistemlerin en temel düzeni bir ısı kaynağından alınan enerjinin şartlandırılması ve gereken mahale iletilmesi esasına dayanmaktadır. Sistem tasarımındaki en temel konu bu işlemin kolay, ekonomik ve en verimli şekilde yapılmasıdır.

1.2.Sistemden Beklentiler Nedir ?

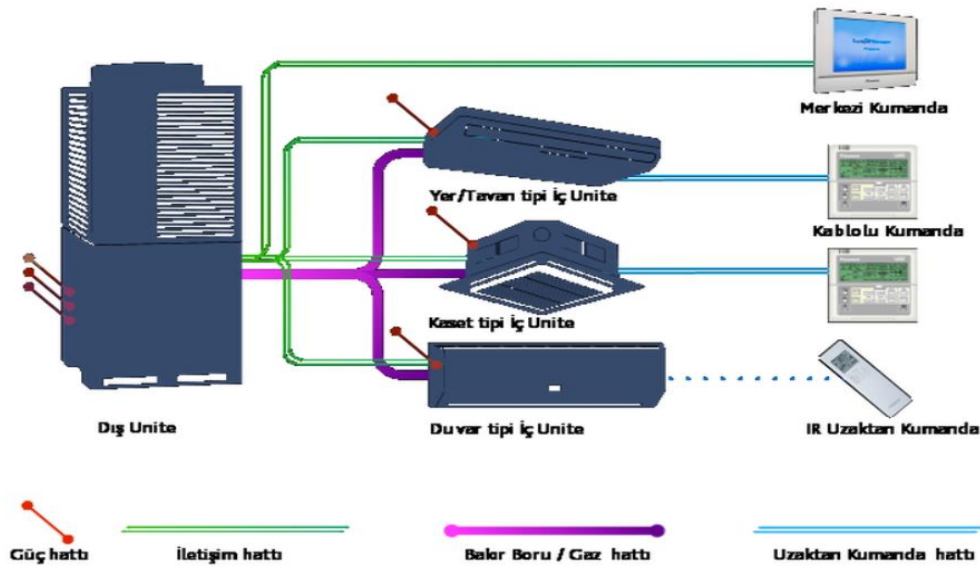
Mekanik tesisattan beklentiler ;

- konforlu
- işlevsel
- güvenilir
- uzun ömürlü
- En son teknolojiye uygun
- ilk yatırım maliyeti düşük
- işletme maliyeti düşük
- kolay ve uygulanabilir
- bakımı kolay
- Az enerjiyle iyi verim veren
- Çevreci
- Mimari ile uyumlu ve hoş görünümlü olması beklenmektedir.

2.VRV VE FAN COIL SİSTEMLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

2.1 VRV Sistemi Çalışma Prensibi

VRF, bir dış üniteye tek bir boru hattı vasıtasıyla değişik tip ve kapasitelerde çok sayıda iç ünitenin bağlanabildiği, ısıtma-soğutma veya sadece soğutma ve ilave olarak gerekirse havalandırma yapabilen bir sistemdir. Sahip olduğu kompresör sayesinde sistemden gelen isteğe göre kapasiteyi ayarlar. Sistemdeki iç üniteler diğer sistemlerde olduğu gibi mahale gerekli ısıtma yükünü sağlamakla görevlidir. Sistemde bakır borular yardımıyla soğutkan akışkanın transferi sağlanır. VRF sisteminde debi kontrolünde görevli genleşme valfleri bulunur . Bu valfler her klima iç ünitesinin giriş borusunda yer alır.



Şekil 1.3 Vrv Klima Sistemi Çalışma Prensibi ve Sistem Elemanları

2.2.VRV Klima Sistem Elemanları

Vrv klima sistemleri genel olarak dış ünite veya dış ünite gruplarından, iç üniteler ve kontrol kumandalarından oluşur. Sistemde ısıtma veya soğutma için gazın dolaşımını sağlayan bakır boru ve bağlantı elemanları bulunur.

2.3.VRV Klima Sistem Çeşitleri

- Hava Soğutmalı Isı Pompası
- Su Soğutmalı Isı Pompası
- Hava Soğutmalı Isı Geri Kazanımlı Isı pompası
- Hava Soğutmalı Mini Vrv Isı Pompası

2.3.1 Hava Soğutmalı Isı Pompası

Bu sistemler ısıtma veya soğutma yapılacak tüm mahallerin aynı anda ısıtma veya aynı anda soğutma yapması şartıyla çalışır. Bir eğitim binası düşünüldüğünde tüm mahaller aynı anda farklı derecelerde ya da aynı derecede ısıtılabilir ya da soğutulabilir. Bir mahal ısıtmada çalışırken , diğer mahallerin iç ünitesi soğutmada çalışmamaktadır.

2.3.2 Su Soğutmalı Isı Pompası

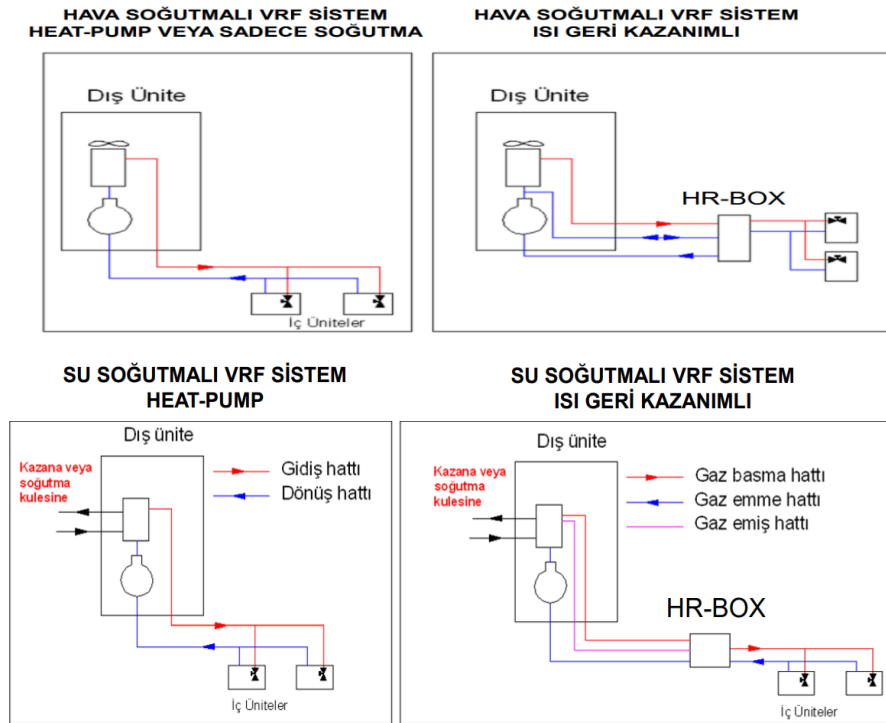
Sistem ısıtma yapabilmek için bir kazana, soğutma için bir soğutma kulesine bağlanabilir . Bir mahal ısıtmada çalışırken , diğer mahallerin iç ünitesi soğutmada çalışmamaktadır.

2.3.3 Hava Soğutmalı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası

Heat Recovery sistemler Vrv klima sistemlerinden en kullanışlı ve konforlu olanıdır. Bu sistemler özellikle soğutma odaları bulunan market , restoran , büyük ofisler ,oteller, yüksek katlı binalar ve eğitim kurumlarında kullanılmaktadır. Sistemin en önemli özelliği bir mahal ısıtmada çalışırken diğer mahal veya mahaller soğutmada çalışabilmektedir.

2.3.4 Hava Soğutmalı Mini Vrv Isı Pompası

Bu sistemin diğer heat pump sistemlerden farkı daha küçük alanlara hitap etmesidir. Mini vrv sistemler küçük otel veya konutlarda sıkça kullanılmaktadır.

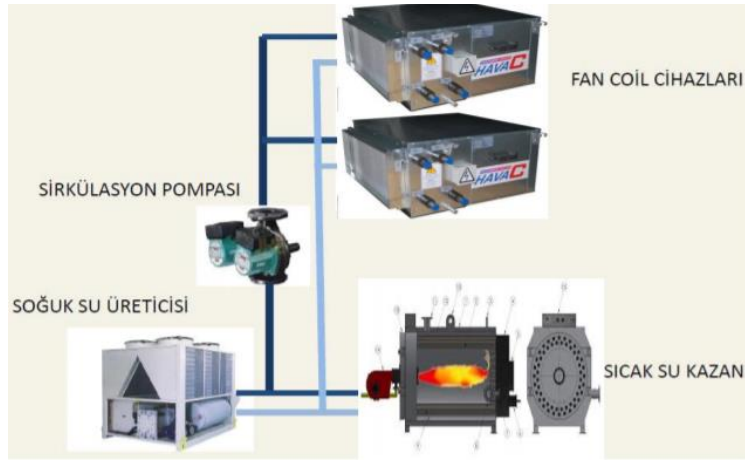


Şekil 2.3 Vrv Klima Sistem Çeşitleri

2.4 Fan Coil Sistemi ve Çalışma Prensibi

Fan coil sistemi iç elemanlarına fan coil denildiği için bu isimle bilinmektedir. Sistemin iç ünitesi bakır ya da alüminyum kanatlı bir coil den ve de bir fandan oluşur. Coilin önündeki fan havayı emerek havanın coil ile ısı transferi yapmasına neden olur ve şartlandırılan suyun mahale ısısının geçmesine neden olur. Genel olarak fan coil sistemi ise; içerisinden ısıtıcı ve soğutucu akışkanın geçtiği serpantin ile mahal arasındaki ısı transferi sonucu mahalın ısıtma ve soğutma yüklerinin alınarak istenilen mahal sıcaklığının sağlanması diye düşünülebilir.

Fancoil sistemlerinde ısıtma kazandan sağlanırken, soğutma için chiller sistemi bulunmalıdır. Akışkanın sistemde sirkülasyonunu sağlayan pompalar olmalıdır. Bu pompalar ıslak veya kuru rötarlı olabilmektedir. Akışkan sistemde çelik borular içinden geçmektedir. Klasik fan coil sistemleri ile sistemde ısıtma ve soğutma yapılırken, havalandırma yapılamamaktadır. Fakat bu eksikliği gidermek ve konforu daha da iyi duruma getirebilmek adına fan coil sistemlerine taze hava sistemleri de eklenebilmektedir. Taze hava sistemi eklenen sistemlere primer havalı veya taze havalı fan coil sistemler denilmektedir.



Şekil 2.4 Fan Coil Sistemi ve Çalışma Prensibi

2.5. Fan Coil Sistem Çeşitleri

2.5.1. İki Borulu Fan Coil

Fan-coil içinde tek serpantin varsa, sisteme iki borulu fan coil sistem denir. Sistemde dağıtım ve toplama yapan iki boru dolaşır. Her fan-coil cihazına bir dağıtma borusu, bir toplama borusu bağlanır. Bu durumda bütün sistemde ya soğuk su ya da sıcak su dolaştırılabilir. Dolayısıyla bütün sistemde aynı anda ya ısıtma ya da soğutma yapılabilecektir.

2.5.2. Dört Borulu Fan Coil

Fan coil içinde ısıtma ve soğutma olarak iki ayrı serpantin varsa, kurulan sisteme dört borulu fan coil sistemi denir. Sistemde iki dağıtım ve iki toplama yapan dört boru dolaşır. Her fan-coil cihazına iki dağıtma borusu, iki toplama borusu bağlanır. Boru çiftlerinden birinde soğuk su, diğerinde sıcak su bağımsız olarak dolaşır. Dolayısıyla her fan-coil cihazında birbirinden bağımsız olarak aynı anda ısıtma ve soğutma yapılabilir. Bu açıdan dört borulu fan coil sistemleri çok zonlu sistemlerde kullanılırlar ve özellikle ara mevsimlerde mükemmel ısı konfor sağlarlar.

3.VRV VE FAN COIL SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

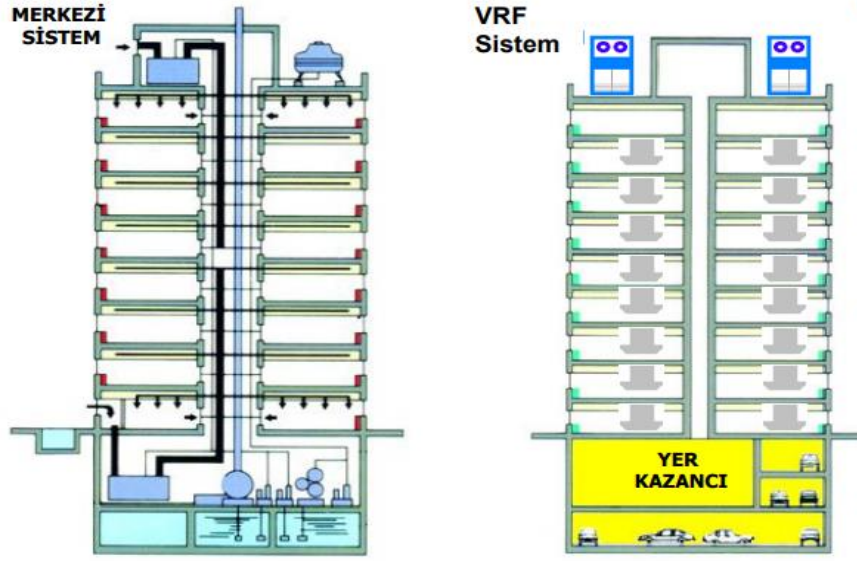
3.1 Fan Coil Sistem Avantaj ve Dezavantajları

- 1) Bu sistemlerde akışkanın geçtiği çelik borular kullanılır . Çelik boruların ağırlığı yüksek ve montaj işçiliği zordur.
- 2) Montaj süresi uzun sürmektedir.
- 3) Su da oksijen olduğu için zamanla korozyona sebep olur boruyu tahriş edip, zarar verebilmektedir. Bu da kullanım ömrünü kısaltmaktadır.

- 4) Herhangi bir boru kaçağı veya sızıntıda mimariye, dolayısıyla binaya zarar verebilmektedir.
- 5) Çelik borular uzun mesafelerde ısı kayıplarına uğramaktadır. Bu nedenler verim düşebilmektedir.
- 6) Sistemde bulunan kazan ve chiller fazla yer kapladığı için yer kazancı açısından kolaylık sağlamamaktadır.
- 7) Fan coil sistemler tek bir sistemi içermediği için uygulama ve tedarik süreci uzun sürmektedir.
- 8) Çelik borular bakır boruya göre çok yer kaplamaktadır ve diğer mekanik sistem elemanlarına engel olabilmektedir. Esnek değildir.
- 9) 4 borulu sistemler kullanıldığı takdirde zonlama imkanı sağlar .
- 10) Sistem bir bütün şeklinde tasarlanır . Kat bazında çözüm sağlayamamaktadır.
- 11) Sistemde chiller veya kazan durdumu yedekleme yapılmadıysa sistem çalışmaz . Yedekleme yapılması da ilk maliyetleri arttırmaktadır.
- 12) Fan coil sistemler teknik bilgi ve beceri gerektirdiği için mutlaka bu sistemlerin bulunduğu yerlerde teknik personel bulundurulmalıdır.
- 13) Servis ve bakımı kalifiye personeller tarafından yapılmalıdır.
- 14) Merkezdeki cihazlara düzenli bakım yapılmalıdır.
- 15) Sistemdeki çoğu elemanın markası farklı olduğu için arıza çıkması durumunda ayrı ayrı servis çağırılması gerekecek ve bir sistem elemanı için gelen servis personeli diğer elemanlardan kaynaklı bir durum olması halinde müdahale edemeyecektir.

3.2 Vrv Sistem Avantaj ve Dezavantajları

- 1) Sistemde bakır borular kullanılır. Bu boruların işlenmesi ve montajı fan coil çelik borularına göre çok kolaydır .
- 2) Montaj süresi kısadır.
- 3) Borular içerisinde su değil, yüksek verimli akışkan dolaştığı için herhangi bir tahriş olmamaktadır.
- 4) Herhangi bir kaçakta mimariye zarar vermez.
- 5) Maksimum bakır borulama mesafeleri açısından avantaj sunar.
- 6) Dış üniteler çatı bahçe veya kat bazında yerleştirilebilir.
- 7) Vrv sistem elemanları aynı üreticiden tedarik edilebildiği için uygulama ve proje aşaması hızlı ilerlemektedir.
- 8) Soğutucu akışkanın suya göre taşıma kabiliyeti 10 kat daha fazladır.
- 9) Heat recovery sistemler sayesinde hem ısıtma hem ısıtma aynı anda kullanılabilir.
- 10) Her kat için ayrı bir dış ünite seçilerek kat bazında çözüm sağlanabilmektedir.
- 11) Vrv sistemlerin iç ünitelerinin birinin veya bir kaçının arızalanması durumunda sistem çalışmaya devam eder.
- 12) Aynı durum dış ünite için de geçerlidir. Dış ünitelerin birinin kompresörünün arızalanması durumunda sistem çalışmaya devam edebilmektedir.
- 13) Sistemin çalışması için teknik kadroya ihtiyaç yoktur.
- 14) Sistemlere düzenli bakım yapılmalıdır.
- 15) Sistemdeki tüm elemanlar aynı üreticiden sağlandığı için bir arıza çıkması durumunda üreticiye bağlı servis yetkilileri sistemin tamamı için gelip arızayı giderebilmektedirler.



Şekil 3 Vrv ve Fan coil cihazların yer kazancı bakımından karşılaştırılması

4.VRV VE FAN COIL SİSTEMLERİNİN YATIRIM MALİYETLERİ

4.1 Fan Coil Sistemi Yatırım Maliyeti

Fan coil sistemi bir ofis binasına uygulanması düşünülmüş ve bu şekilde fiyat bilgisi toplanmıştır. Sistem elemanları farklı markalar altında üretildiği için fiyat farklılıkları yaklaşık fiyatlardır. Değişiklik gösterebilmektedir.

FANCOIL SİSTEM YAKLAŞIK MALİYET	MALZEME+İŞÇİLİK
Hava soğutmalı kondenserli, vidalı kompresörlü su soğutma grubu (Chiller) 300 kW Frekans Kontrollü (Montaj ve devreye alma dahil)	598.000,00 TL
250 kW ısıtma kapasitesine sahip premiks brülörlü yer tipi yoğuşmalı kazan (Programlama modülü,montaj dahil)	125.000,00 TL
Toplamda 50 adet kaset tipi dört yöne üflemeli fan coil ve oda termostadı (Montaj dahil)	250.000,00 TL
Sirkülasyon pompaları (Frekans kontrollü, ıslak rotorlu) 4 adet	35.200,00 TL
Fan coil bağlantı vanaları ve flexleri 150 adet	8.500,00 TL
Küresel vana , çekvalf , genişleme tankı , kazan dairesi izolasyon bedelleri , çelik boru ve işçilik bedelleri	210.000,00 TL
KDV HARIÇ TOPLAM	1.226.700,00 TL

4.2 Vrv Sistemi Yatırım Maliyeti

Vrv sistemi fan coil sisteminde olduğu gibi bir ofis binasına uygulanması düşünülmüş ve bu şekilde fiyat bilgisi toplanmıştır. Sistem elemanları farklı markalar altında üretildiği için fiyat farklılıkları yaklaşık fiyatlardır. Değişiklik gösterebilmektedir.

VRV SİSTEM YAKLAŞIK MALİYET	MALZEME+İŞÇİLİK
Dış Ünite Grubu Toplam Soğutma gücü 100 Hp (frekans konvertörlü)	375.000,00 TL
Toplamda 50 adet kaset tipi dört yöne üflemlerli iç ünite	275.000,00 TL
Kablolu kumanda	10.000,00 TL
Merkezi kumanda	25.000,00 TL
Bağlantı elemanları joint	13.500,00 TL
Bakır boru işçiliği ve sistemin devreye alınması	145.000,00 TL
KDV HARIÇ TOPLAM	843.500,00 TL

4.3 Fancoil ve Vrv Sistemi Yatırım Maliyeti Karşılaştırılmaları

Fancoil sistemin Vrv sisteme göre yaklaşık %30 daha maliyetli olduğu görülmektedir. Fan coil sistem 1.226.700,00 TL + KDV bulunurken Vrv sistem 843.500,00 TL bulunmuştur.

5.SONUÇ

Her iki sistemin de birbirinden üstünleri ve eksikleri bulunmaktadır. Isıtma veya soğutma sistemleri tasarlanırken dikkat edilmesi gereken şeyler iklim koşulları ve sistemin kullanım amacıdır. Bir ısıtma soğutma için kesinlikle doğru veya doğru değil diyemeyiz. Sistem tasarlanırken kullanıcının sistemden neleri beklediği çok önemlidir. Bu beklentiler belirlenirse sistem seçimi kolaylaşacaktır.

Yüksek konfor bakımından Vrv heat recovery sistemler avantajlıyken, çok yüksek kapasite gerektirecek alanlarda fan coil sistemler öne çıkmaktadır. Aynı şekilde eğitim binalarında, soğuk depolarda bulunan süpermarket, restoran gibi yerlerde hem ısıtma hem soğutma aynı anda istendiğinden 4 borulu fan coil veya vrv heat recovery sistemler kullanmak daha uygun sağlayacaktır. Yine aynı şekilde konut , butik otel gibi yerlerde fan coil sistemler yerine mini vrv cihazlar kullanılması büyük avantaj sağlayacaktır. Vrv sistemlerin fan coil sistemlere göre hem ilk yatırım maliyetleri daha düşük olmakta hem de su pompalı olarak kullanılması durumunda enerji verimliliği açısından daha avantajlı olacaktır. Vrv sistemlerin gruplar halinde kullanılabilir olması da fan coil sistemlerin büyük kapasitelerde kullanılabilir olmasının önüne geçmesine neden olmuştur.

KAYNAKLAR

- 1) MMO yayınları VRV Heat Recovery Sistemler
https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/statik_sayfa_ekleri/ISI%20GER%C4%B0%20KAZANIMLI%20VRV%20S%C4%B0STEMLER%C4%B0.pdf

- 2) Şamdan, S.M. (2007). Bir Binanın Isıtma ve Soğutma Sistemlerinin Enerji Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
- 3) Padilla M. (2011), Exergy Analysis of The Performance of a Variable Refrigerant Flow (VRF) Air Conditioning System, International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration,

BEŞİNCİ ALAN OLARAK SİBER UZAYDA TÜRKİYE’NİN HARP KABİLİYETİ VE HAZIRLIK DURUMU

Ömer Haluk Çoban

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Savunma Teknolojileri Bölümü
omerhalukcoban@gmail.com

Mehmet Ali Çinici

Ufuk Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü
macinici@gmail.com

Hüseyin Canbolat

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniv., Mühendislik Fak., Elektrik Elektronik Müh. Böl.
hcanbolat@ybu.edu.tr

Özet

Son dönemlerde literatürde kendine daha fazla yer bulan Siber Uzay kavramı, bu çalışmada bir askeri disiplin alanı olarak ele alınmıştır. İnsanlığın her geçen gün varlığını daha çok arttırdığı kendi yapımı olan bu alan kara, hava, deniz ve uzaydan sonra beşinci askeri disiplin alanı olarak kabul edilmeye başlanmıştır. Dünya'nın ekonomik ve teknolojik olarak önde gelen ülkelerinin bu kavrama büyük önem vermeye başladığı ve yatırımlarını arttırdığı açıkça gözlemlenebilmektedir. Siber uzaydaki zafiyet ve faaliyetlerin ülkelerin güvenliklerini nasıl etkilediği ve nasıl sonuçlar doğurduğu geçmişten günümüze örnek vakalar ile birlikte açıklanmıştır. Siber uzayda var olan ülkelerin bu alandaki önleme ve caydırıcılık stratejileri ele alınmıştır. Türkiye'nin siber uzaydaki durumu, bu kavrama yaklaşımı ve harp kabiliyet analiz edilerek elde edilen sonuçlar ışığında bir değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışma ile birlikte Türkiye'nin mevcut durumuna dair güncel bir değerlendirme sunmak ve gelecekte neler yapılması gerektiği üzerine yeni bir çalışma için de zemin hazırlamak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Siber Uzay, Siber Harp, Beşinci Alan, Ulusal Güvenlik

TURKISH WARFARE CAPABILITY AND READINESS ON CYBER SPACE AS A FIFTH DOMAIN

Abstract

The concept of Cyber Space, which has found more place in the literature in recent years, is considered as a field of military discipline in this study. It's a space made by humanity itself. In the Cyber Space the humanity has increased its presence every day and is considered the fifth military discipline after land, air, sea and space. It can be clearly observed that the world's economically and technologically leading countries began to devote much attention to this concept and increase their investments. Cyber Space is explained in conjunction with cases of history to present day precedent in how vulnerability and activities affect the security of countries and produce consequences. The prevention and deterrence strategies of countries exist on cyber space are discussed. An assessment was made according to results of Turkey's situation, approach to this concept and warfare capability. The aim of this study is to ensure up to date assessment of Turkey's current situation and to lay a groundwork on what's needs to be done in the future.

Keywords: Cyber Space, Cyber-Warfare, Fifth Domain, National Security

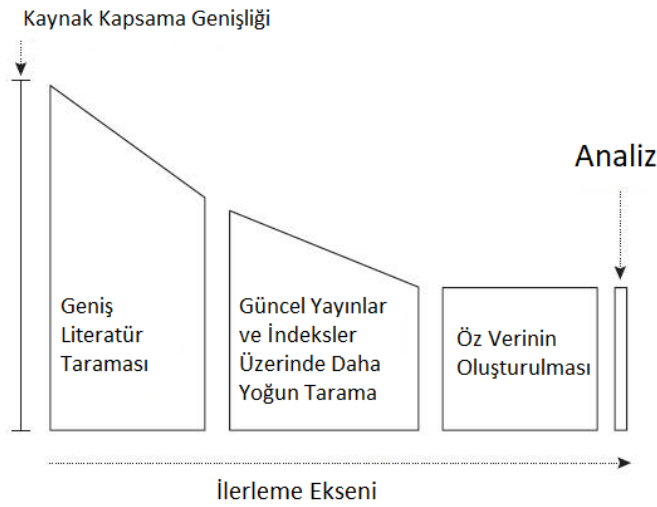
1. GİRİŞ

İnsan hayatının yanı sıra kurumların, şirketlerin ve ülkelerin de tüm işlevsel fonksiyonlarına entegre olan internet kullanımının artması pek çok avantajı ve tehdidi de beraberinde getirmiştir. İçinde bulunduğumuz hızlı iletişim ve dijitalleşme çağı, insanlığın alışkanlıklarını da değişime zorlamaktadır. Bu çağın en büyük icadı olan siber uzay kavramı artık insanlar tarafından daha iyi anlaşılmaya ve kullanılmaya başlanmıştır (Wenhong, 2020). Geleceğin inşa edildiği siber uzayda devletlerin de kendi gelecek ve güvenliklerini sağlamak için bu yeni evrene adapte olma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Ortaya

çıkan bu durum ile birlikte ulusal güvenlik ve harp kavramları da baştan sona değişecektir. Siber uzayın sağladığı olanaklardan en üst seviyede faydalanmak, oluşabilecek tehdit ve zafiyetleri de en aza indirmek artık ülkelerin asli görevlerinden biri haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı siber uzay kavramını daha anlaşılır kılmak, önemini belirtmek ve bir askeri alan olarak ele almaktır. Çalışmanın neticesi ve elde edilen sonuçların yeni çalışmalara da yol açıcı bir rol üstlenmesi düşünülmüştür. Türkiye'nin bu çağda nerede olduğu askeri alan olarak ele alınmış ve güncel bir durum değerlendirmesi sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada Türkiye'nin ve bu alanda önde gelen diğer ülkelerin, siber uzaydaki durumları hakkında güncel bir değerlendirme amaçlanmıştır. Bu nedenle en güncel veri ve indekslerin kullanılması tercih edilmiştir. Kullanılan verilerin literatür taraması kısmında kapsamlı olarak konu ile ilgili yayınlar incelenmiş olup, en güncel olanlar üzerinde daha detaylı durulmuştur (Aydın, 2019). Bu metod şekil 1' de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Odak Daraltma Metodu (Dunleavy, 2003)

Siber uzay ile ilgili verilerin çok yönlü olarak incelenmesine olanak sunan ve çalışmada kullanılan indeksler; *The Belfer National Cyber Power Index* (NCPI), *The Global Cybersecurity Index* (GCI), *The Pomatac Instutie's Cyber Readiness Index 2.0* (CRI 2.0). Belirtilen indeksler içerisinde Belfer Ulusal Siber Güç indeksi (NCPI) en güncel olarak yayımlanan kaynak olması hem de kendi içerisindeki çok katmanlı alt değerlendirme başlıklarından oluşması nedeni ana değerlendirme unsuru olarak tercih edilmiştir. Diğer indeksler de analiz edilerek, NCPI'nin doğruluğu ve güvenilirliğinin değerlendirilmesi açısından karşılıklı karşılaştırma yapılmış ve pozitif korelasyon gözlemlenmiştir (Voo ve ark., 2020).

3. SİBER UZAY'DA TÜRKİYE

3.1. Siber Uzay

Siber uzay kavramı herhangi bir ağ bağlantısı ile haberleşme olanağına sahip tüm elektronik cihazların ve onları kullanan insanların oluşturduğu bir bölgedir (Ottis ve Lorent, 2010). İnsan üretimi olan ve sürekli büyüyen bu kavram, büyüklüğünün tezahürü olarak genellikle *uzay* veya *evren* olarak ifade edilir. Her ne kadar tanımlarından sanal, gerçek olmayan dünya gibi ifadeler yer alsada sağladığı kazanımlar ve barındırdığı tehditler gerçektir (Yang ve ark., 2008). İnsanlığın her geçen gün daha etkin kullandığı bu evren, 21.yy'ın en önemli kavramlarından biri haline gelmiştir. İnsanların günlük hayatının vazgeçilmez bir parçası olan siber uzay, kısa sürede ulaştığı bu konum ile pek çok ülke ve kuruluş tarafından öncelikli yatırım alanı olarak adreslemiştir (Kolko ve ark., 2013). Gelecekte de önemi giderek artacak olan bu kavram finanstan, savunma sanayine, spordan sanata insanlığın her alanında etkin rol oynamaya devam edecektir.

3.2. Askeri Disiplin Alanı Olarak Siber Uzay

Kara, deniz, hava ve uzaydan sonra siber uzay artık beşinci askeri disiplin ve operasyon alanı olarak tanımlanmaktadır. Başta NATO öncülüğünde üye ülkeler olmak üzere pek çok ülke siber uzay alanında savaş doktrinlerini oluşturmakta, bunu stratejik ve politik düzenlemeler ile desteklemektedir (Polat, 2020). Siber uzayın harp kavramına etkisi, bu alandaki zafiyetlerin oluşturduğu kötü sonuçlar geçmişten günümüze pek çok örnek olay ile tüm dünya kamuoyunda açıkça görülmüştür. Estonya'nın 2007'de Tallinn meydanındaki Sovyet döneminden kalma heykelin yerini değiştirme kararı neticesinde Rusya ile yaşadığı politik gerginlik döneminde kapsamlı bir Rus siber saldırı dalgası yaşanmıştır. Estonya'nın parlamento, bakanlıklar, iktidar partisi, bankalar, basın yayın kuruluşları gibi kritik çoğu kurumunun internet sitesi ve portalları 3 hafta gibi bir süre kullanım dışı kalarak Rus kontrolüne girmiştir (Pipyros ve ark., 2018). Ya da Stuxnet saldırısı olarak tarihe geçen, özel geliştirilmiş bir virüs ile İran'ın uranyum geliştirme tesislerine ciddi fiziksel hasar vererek ülkenin nükleer takvimini geri iten bir olay gene dünya kamuoyunun gözleri önünde gerçekleşmiştir (Farwell ve Rohozinski, 2011). Saldırının arkasında İsrail ve ABD'nin olduğu iddia edilmektedir. Böylesine etki yaratan bir saldırıyı kara ya da hava yolu ile herhangi bir iz bırakmadan yapılmasının ne kadar mümkün olduğu karşılaştırıldığında siber uzayın neden beşinci alan olarak tanımlandığı daha açık görülmektedir (Kolko ve ark. 2013). ABD ordusu siber uzayı birbirine bağlı bilişim teknolojisi altyapıları, içerdiği veriler, internet ve telekomünikasyon ağları, bilgisayar sistemleri ve gömülü işlemciler gibi pek çok bileşenden oluşan global bir bölge olarak tanımlamaktadır (Carafano, 2018).

3.3. Türkiye'nin Güncel Durumu ve Analizi

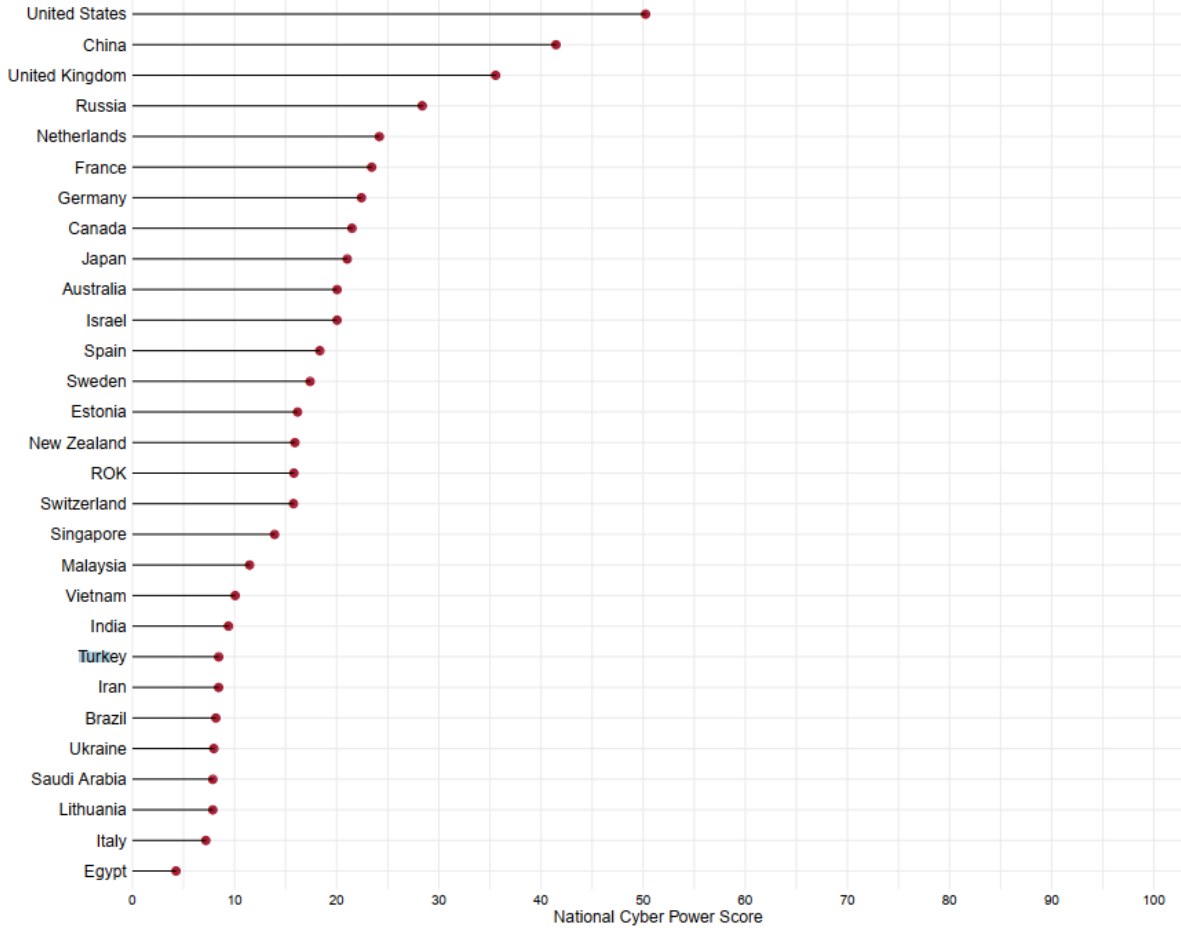
Ülkelerin siber uzaydaki durumları hakkında paylaşılan resmi veriler kaynak alınarak hazırlanan global indeksler vardır (Hathaway 2013). Çalışmamızda kullandığımız ana araç olan Harvard'a bağlı Belfer Ulusal Güç İndeksi 2020 (NCPI)'nin nasıl hesaplandığı aşağıda paylaşılan (1) denklemde gösterilmiştir (Voo ve ark., 2020).

$$National\ Cyber\ Power\ Index\ (NCPI) = \frac{1}{7} \sum_{x=1}^7 Capability_x * Intent_x \quad (1)$$

NCPI indeksi ülkelerin siber güç puanlamasını iki ana faktörün 7 ana başlıkta değerlendirilmesi ile elde eder. Bu iki ana faktörden elde edilen puantajların birbiri ile dinamik ilişkisi nedeni ile çarpılarak daha sonra değerlendirmesi yapılan 7 ana başlığa göre aritmetik ortalaması alınır. Bu işlemlerden çıkan sonuç ülkenin siber gücünü belirtir ve değerlendirmeye katılan 30 ülke arasında sıralama yapılır (Mallick, 2021).

Denklemdaki iki ana faktör Siber Kapasite İndeksi (*Cyber Capability Index CCI*, denklemde *capability* ile gösterilmektedir) ve Siber Bilinç İndeksi (*Cyber Intent Index CII*, denklemde *Intent* olarak gösterilmektedir). Ve bu ana faktörlerin değerlendirildiği yedi ana başlık denklemde *X* olarak ifade edilmektedir. Denklemdeki bu 7 ana başlık; 1.Gözetleme, 2.Savunma, 3.Kontrol, 4.İstihbarat, 5.Ticari Değer, 6.Saldırı, 7.Normlar olarak ayrılmıştır. Belirtilen bu yedi başlık için ana faktörler ayrı ayrı hesaplanır. Ana faktörler hesaplanırken; Siber Kapasite İndeksi CCI için 27 indikatör hesaplanarak 0-100 arası bir değer elde edilir. Siber Bilinç CII içinse 32 indikatör hesaplanarak elde edilir (Tabansky, 2016).

Hesaplamalar neticesinde Türkiye'nin Siber Bilinç İndeksi CII 29,9 puan ile 23. sırada. Siber Kapasite İndeksi ise 24. Sıradadır. (25 puan altı). Sonuç olarak Türkiye'nin Ulusal Güç İndeksi (NCPI) ise Dünya üzerinde 22. sıradadır. Şekil 2'de değerlendirmeye alınan diğer ülkeler ile birlikte Belfer Ulusal Güç İndeksi 2020 (NCPI) incelenebilir (Ruohonen, 2021).



Şekil 2. Belfer Ulusal Güç İndeksi 2020 (NCPI)

Elde edilen bu değerlerin doğruluğu ve hassasiyeti diğer global indekslerden Ulusal Siber Güvenlik İndeksi (GCI) ve Pomatac Enstitüsü Siber Hazırlık İndeksi 2.0 (CRI 2.0) ile de karşılaştırılarak pozitif korelasyonda olduğu tespit edilmiştir. Diğer İndeksler ile de benzer ve yakın sonuçlar vermesi sonuçların doğruluğu destekler niteliktedir (Voo ve ark., 2020).

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Elde edilen veriler ve sıralamalarda da görüldüğü üzere Türkiye siber uzaydaki durumu düşük bilinç ve düşük kapasite olarak konumlanmaktadır (Aulianisa ve Indirwan, 2020). Türkiye değerlendirmeye alınan 30 ülke içerisinde 22. sıradadır. Beşinci Disiplin Alanı olarak Siber Uzayda düşük kabul edilen bir seviyede iken diğer kara, deniz ve hava alanlarındaki yapılan değerlendirmelerde ise genellikle ilk 10'a yakın sonuçlar alınmaktadır (Białoskórski, 2020). Bu analiz sonucunda değinilebilecek bir diğer önemli nokta ise Türkiye'nin siber bilinç (23. Sıra) ve siber kapasitesinin (24.sıra) yakın olarak seyrettiğidir. Bu sonuçlarda Türkiye'nin bu alana yatırım yaptığı kadar bir sonuç elde ettiğini çıkarılabilir. Eğer Türkiye siber uzay kavramına daha fazla önem ve yatırım yaparsa bu değerinde artacağı yani ülke potansiyelinin yüksek olduğu sonucuna yanlış olmayacaktır. Türkiye'nin siber uzaydaki sonucunu yukarı seviyelere taşımak için neler yapılabilir hakkında bir devam çalışmasının yapılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Wenhong, X. (2020). Challenges to Cyber Sovereignty and Response Measures. *Mirovaia ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniia*, 64(2), 89-99
- Aydın, B. (2019). *Identifying Critical Cybersecurity Controls at Country Level* (Doctoral dissertation, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Dunleavy, P. (2003). *Authoring a PhD: How to plan, draft, write and finish a doctoral thesis or dissertation*. Macmillan International Higher Education.

- Voo, J., Hemani, I., Jones, S., DeSombre, W., Cassidy, D., & Schwarzenbach, A. (2020). National Cyber Power Index 2020. *Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School*.
- Ottis, R., & Lorents, P. (2010, April). Cyberspace: Definition and implications. In *International Conference on Cyber Warfare and Security* (p. 267). Academic Conferences International Limited.
- YANG, B., LUO, Q. Y., & LIU, H. J. (2008). Concept and Development of Cyberspace: a Review [J]. *Telecommunication Engineering*, 8.
- POLAT, D. Ş. (2020) NATO'NUN YENİ OPERASYON ALANI: SİBER UZAY. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, (International Security Congress Special Issue), 135-158.
- Pipyros, K., Thraskias, C., Mitrou, L., Gritzalis, D., & Apostolopoulos, T. (2018). A new strategy for improving cyber-attacks evaluation in the context of Tallinn Manual. *Computers & Security*, 74, 371-383.
- Farwell, J. P., & Rohozinski, R. (2011). Stuxnet and the future of cyber war. *Survival*, 53(1), 23-40.
- Kolko, B. E., Nakamura, L., & Rodman, G. B. (2013). Race in cyberspace: An introduction. In *Race in cyberspace* (pp. 1-13). Taylor and Francis.
- Carafano, J. J. (2018). America's Joint Force and the Domains of Warfare. *DL Wood*, 23.
- Mallick, P. K. (2021). The PLA's Cyber Warfare Capabilities and India's Options. *THE FUTURE OF WAR IN SOUTH ASIA: INNOVATION, TECHNOLOGY AND ORGANISATION*, 54.
- Ruohonen, J. (2020). Do Cyber Capabilities and Cyber Power Incentivize International Cooperation?. *arXiv preprint arXiv:2011.07212*.
- Hathaway, M., Demchak, C., Kerben, J., McArdle, J., & Spidalieri, F. (2013). Cyber readiness index 1.0. *Great Falls, VA: Hathaway Global Strategies LLC*.
- Tabansky, L. (2016, May). Towards a theory of cyber power: The Israeli experience with innovation and strategy. In *2016 8th International Conference on Cyber Conflict (CyCon)* (pp. 51-63). IEEE.
- Aulianisa, S. S., & Indirwan, I. (2020). Critical Review of the Urgency of Strengthening the Implementation of Cyber Security and Resilience in Indonesia. *Lex Scientia Law Review*, 4(1), 31-45.
- Białoskórski, R. (2020). THE GLOBAL BALANCE OF POWER AFTER THE COLD WAR. A POWERMETRIC APPROACH. *Journal of Security & Sustainability Issues*, 9(3).

ELEKTRİK SİGORTALARININ KONUMUNUN SIM800 GSM MODÜLÜ İLE UZAKTAN İZLENMESİ

Ömer ECİR

Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD
omer.ecir@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6568-6769

Ali ÖZTÜRK

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği
aliozturk@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3609-3603

ÖZET

Elektrik sigortaları, evsel ve özellikle endüstriyel uygulamalarda kullanılan koruma elektrik aparatlarından biridir. Diğer koruyucu elektrik aparatlarına kıyasla küçük boyutlar, hızlı hareket etme ve düşük maliyetler gibi birçok avantajı vardır. Elektrik sigortalarının; anlık kısa devreler, gevşek bağlantılar, voltaj dalgalanmaları, kaçaklar, yağmur, şimşek gibi doğal olaylar sebebiyle açık/kapalı konumları değişebilmektedir. Elektrik sigortalarının açık/kapalı konumunun değişmesi durumlarında sistem sürekliliği de sağlanmalıdır. Özellikle üretim yapılan tesislerde elektrik sigortalarının açık/kapalı konum değişmesi kaynaklı sorunlar dakikalar içerisinde bulunamadığı/giderilmediği takdirde işletmelere maddi zarar verebilmektedir. Bu çalışmada önerilen metoda göre elektrik sigortalarının açık/kapalı konum bilgilendirmesi yapılarak kullanıcılara bilgilendirme ve erken müdahale imkânı sağlanmaktadır. Bu sayede güvenli elektrik kullanımı ile elektrik sigortası kaynaklı olası maddi, manevi zararların ve sistem sürekliliğinde aksamaların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Bu yazıda, elektrik sigortalarının açık/kapalı konumlarının SIM800 Gsm modülü haberleşme ve wifi haberleşme yöntemleri ile uzaktan izlenmesi yöntemi anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: elektrik kontağı, elektrik sigortası, gsm/wifi haberleşme yöntemleri, sistem sürekliliği

REMOTE MONITORING OF THE LOCATION OF ELECTRIC FUSES WITH SIM800 GSM MODULE

Abstract

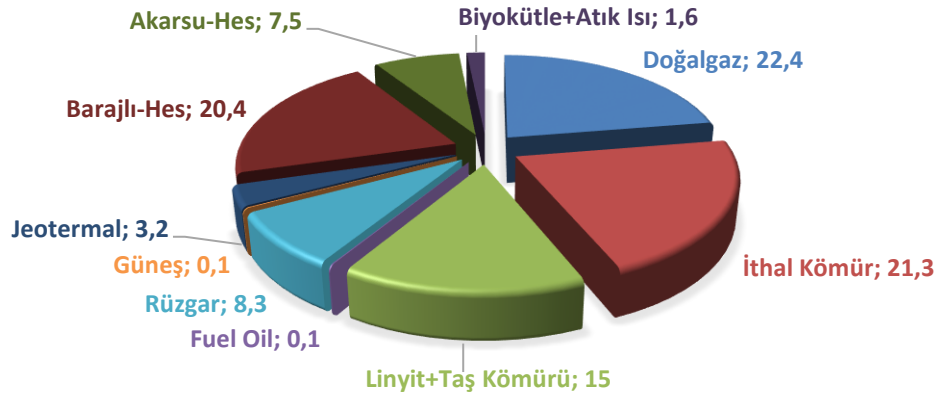
Electric fuses are one of the protection electrical apparatus used in domestic and especially industrial applications. It has many advantages over other protective electrical apparatuses such as small dimensions, fast action and low costs. Electric fuses; Open / closed positions may change due to natural events such as instant short circuits, loose connections, voltage fluctuations, leakages, rain, lightning. System continuity should also be ensured when the open / closed position of the electrical fuses changes. Especially in the production facilities, if the problems caused by the open / closed position change of the electrical fuses are not found / fixed within minutes, they can cause financial damage to the enterprises. According to the method suggested in this study, the users are informed and early intervention is provided by informing the open / closed position of the electrical fuses. In this way, it is aimed to prevent possible material and moral damages and disruptions in system continuity caused by the safe use of electricity. In this article, the method of remotely monitoring the on / off positions of electrical fuses with SIM800 Gsm module communication and wifi communication methods is described.

Keywords: electrical contact, electrical fuse, gsm / wifi communication methods, system continuity

1. GİRİŞ

Birçok alanda olmazsa olmaz olarak nitelendirilen elektrik farklı yöntemlerle üretilerek evlere, işyerlerine kısaca hayatımızın her yerine ulaşmaktadır. Türkiye’de elektrik üretimi üretimdeki paylarına göre doğalgaz, hidroelektrik, taş kömürü ve linyit, ithal kömür, rüzgâr, motorin ve fueloil gibi sıvı

yakıtlar, jeotermal, biyogaz ve güneş enerjisi ile yapılmaktadır [1]. Teknolojinin ve sanayileşmenin gelişimine bağlı olarak enerjiye gereksinim oldukça fazlaşmaktadır. Bu durumda elektrik önemli bir ihtiyaç olmaktadır. Elektriğe olan ihtiyacın artmasıyla birlikte bazı güvenlik elemanları ile kullanıcıları tehlikelerden koruma ve olası maddi/manevi zararları önleme konusu da önem arz etmektedir. Elektrik üretim tesislerinde, üretilen voltajın yükseltilmesi veya farklı kullanım alanlarında azaltılması görevini üstlenen trafolarla, elektrik kullanımı sağlanan ev ve işyerlerinde birçok elektrik koruma elemanları bulunmaktadır. Elektrik iletimini keserek koruma sağlayan elemanlara; kesiciler, ayırıştırıcılar, sigortalar örnek olarak verilebilir.



Şekil 1. Türkiye’de Elektrik Üretimi (30 Kasım 2020)

Özellikle yanıcı madde satışı yapılan petroler, kimya fabrikaları, sağlık kuruluşları ve üretim sektörü için elektrik ve güvenlik kavramları önem arz etmektedir. Basit bir elektrik kullanım alanından elektriğin üretildiği tesise kadar elektriğin var olduğu yerlerde elektrik sigortaları da bulunmaktadır. Elektrik tesisatında aşırı akım veya kısa devre oluşması durumunda, olası elektriksel sorunlarda, voltaj dalgalanmalarında, doğal olaylarda elektrik sigortaları durumu tespit ederek elektrik akımını keser. Bu durumlarda hızlı aksiyon olarak sistem sürekliliğinin sağlanması ve sorun belirlenmesi için açık/kapalı konumu değişen elektrik sigortalarının uzaktan izlenmesi/incelemesi gerekmektedir. Tekniğin bilinen durumunda sigortaların açık/kapalı konumlarının belirlenmesi sigortaların açık/kapalı konumunun değişimi sonrası kullanıcıların sorunu bulmaları ve manuel müdahale etmeleri ile gerçekleşmektedir. Bir başka bilinen çözüm ise uzaktan izleme sistemleri kurularak elektriksel sorunlar kullanıcılara bildirilebilmektedir. Elektrik sigortalarının açık/kapalı konumlarının bilgilendirmesini yapan sıfırdan üretilmiş, sigorta içerisine motorlu ve wifi modüllü mekanizma yerleştirilmiş ürünler bulunmaktadır. Bu ürünler Çin menşeli olup sigortaların açık/kapalı konum bilgilendirmesini var olan/kullanılan sigortaların motorlu ve wifi modüllü sigortalar ile değiştirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bir başka yöntem ise Alman menşeli var olan sigorta ve sigorta kutularının kapladığı alanın kat ve kat büyüklükte yer kaplayan otomasyon sistemleri kurulması ile mümkün olmaktadır.

Bu tez çalışması sonucunda elektrik sigortalarının gsm haberleşme yöntemi kullanılarak uzaktan izlenmesi açıklanacaktır. Açıklanacak olan ve doldurulacak olan boşluk sigorta kutularının/panolarının içerisinde sensörler/switchler ve gsm haberleşme yöntemleri kullanılarak bilgilendirme gerçekleşmesidir. Kullanıcıların elektrik sigortalarının açık/kapalı konum değişiminde sisteme müdahale zamanını erkene alarak, sigorta kaynaklı oluşabilecek maddi/manevi zararları en aza indirmesi beklenmektedir.

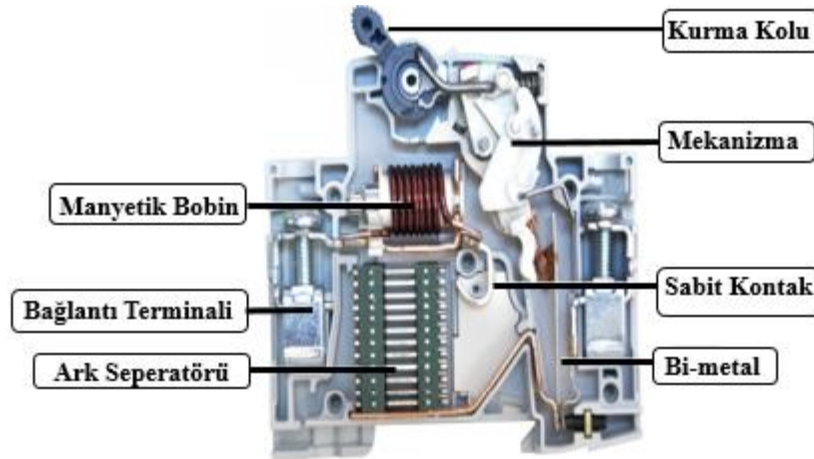
2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, SIM800 GSM haberleşme modülü ve hareket algılayıcı elemanlar ile elektrik sigortalarının uzaktan izlenmesi ve sistem modellemesi gerçekleştirilecektir ayrıca sistem faydaları da aktarılacaktır. Çalışmada bahsi geçen; elektrik sigortaları, SIM800 GSM modülü, wifi modülü, arduino uno özellikleri de aktarılacaktır.

2.1. Elektrik Sigortası

Elektrik sigortası, elektrikle çalışan cihazları ve bu cihazlara mahsus iletkenleri, aşırı akımlardan koruyarak devreleri ve cihazları hasardan kurtaran açma elemanlarına denir. Ayrıca sigortalar elektrik tesisatı üzerinde anlık yüksek gerilim, aşırı akım, kısa devre gibi durumlarda elektrik enerjisini kesen bir güvenlik elemanıdır. Elektrik enerjisinin; üretim, iletim aşamalarında kesici, ayırıcı, parafudrlar, tüketim safhasında otomatik sigortalar ile elektriğin güvenli bir şekilde kullanımı için farklı yapı ve nitelikte sigortalar kullanılmaktadır. Sigortalar evlerde, elektrik santrallerinde, endüstri tesislerinde, kumanda panolarında, elektrikle çalışan cihazlarda kullanılmaktadır. Bir elektrik sigortasının atmasının başlıca sebeplerine; anlık voltaj dalgalanmaları, sigorta üzerinde akım çeken aşırı yükler, hatalı tesisat kablosu seçimi, doğal olaylar, yüksek akım çeken makineler (fırın, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi vb.), hat üzerinde aşırı yük oluşturulması, bozulan elektrikli cihazlar örnek olarak verilebilmektedir.

Sigorta seçimi sistem oluşturulması ve oluşturulan sistem elemanlarının kullanım ömrü uzunluğu için önem arz etmektedir. Seçim yapılırken; nominal çalışma akımı, maksimum arıza akımı, B-C-D-K-Z-MA kesme tipi tespiti, kutup sayısı özelliklerine dikkat edilir. Konutlarda sıkça kullanılan B tipi sigortalar nominal akımın 1.13 katında 60 saniye sonra, 3 katında ise 0,1 saniyeden daha kısa sürede devre kesilir. C ve D tipi sigortalar ise daha çok motor, floresan lamba gibi endüktif yüklerin olduğu yerlerde devrenin daha gecikmeli olarak kesilmesi amacıyla kullanılır. Yanlış sigorta seçimi senaryosunda; elektrik hattı üzerinden kapasitesi üzerinde akım geçer ve bu geçiş kesilmez ise iletkenler ısınabilir. Bu durum kullanılan iletken kablo çevresinde bulunan PVC (Polivinil Klorür-Polyvinyl Chloride) yalıtkan malzemenin bozulmasına neden olmaktadır. Bozulan yalıtkan malzeme, maddi/manevi zararların oluşmasına neden olabilmektedir.



Şekil 2. Otomatik Elektrik Sigortası İç Yapısı

Temel olarak sigortalar 6 kısımdan oluşur [2]. Kurma kolu açık konuma getirildiğinde elektrik akımı bakır sargı üzerinden bobine ardından bimetal şerit üzerinden çıkış terminaline ulaşır. Bimetal şerit üzerinden geçen akım sınırların üzerine çıktığında metallerden biri şekil olarak genleşerek diğer metali de kendisiyle beraber çeker. Mekanik olarak açma kapama bölmesine bağlı bu metal ile devre kesilir. Ortaya çıkan ark, ark kanalına gider ve sönmülenir. Anlık yüksek gerilim, kısa devre gibi durumlarda solenoid/bobin gereğinden fazla enerjilenerek içerisindeki metal elektromanyetik alandan dolayı hareket eder ve mekanik temasla devreyi keser.

2.2. SIM800 GSM Modülü

GSM, Global System for Mobile Communications baş harflerinden oluşmuştur. Türkçesi: Mobil İletişim için Küresel Sistem demektir. Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü tarafından geliştirilen bir standarttır. İlk olarak Aralık 1991'de Finlandiya'da konuşlandırılmıştır. 2010'ların ortalarında, mobil iletişimde %90'dan fazla pazar payı elde eden ve 193'den fazla ülke ve bölgede faaliyet gösteren küresel bir standart haline gelmiştir.

GSM şebekesini kullanarak iki ya da daha fazla noktadaki cihazların arasında veri iletimini gerçekleştiren endüstriyel cihazlar GSM & GPRS Data Modem olarak adlandırılmaktadır. GSM şebekesinin kapsama alanının genişliği ve bu teknolojinin artık uygun fiyatlarla kullanılabilir hale gelmesi GPRS Data Modemlerin endüstride kullanılmasının önünü açmıştır. GPRS GSM Modemler aracılığıyla bir SMS ile dünyanın herhangi bir yerinden yine dünyanın herhangi bir yerindeki bir cihaz açılıp kapatılabilmekte, acil bir durum olduğunda bu durum ilgili kişilere anında SMS, e-posta vb. yöntemlerle iletilebilmektedir. GSM GPRS Modem Kartı, 4 Band GSM GPRS Modem Arduino Kartları ile uyumludur.

SIM800 [3] modülleri, önceki başarılı GSM / GPRS / GPRS modül serisi SIM900'ün yükseltilmiş versiyonudur. Her serinin, her biri farklı bir kullanıcı ve uygulama grubuna hitap eden birden çok alt sürümü vardır. SIM900, tam sürüm dört bantlı SIM900 ve çift bantlı sürüm SIM900A biçiminde gelir. SIM800'ün kendisi tam sürüm dört bantlı SIM800'dür. SIM800 modüllerinde, SIM900 serisi modüllere kıyasla AT komutları kullanılarak erişilebilen dahili bir Bluetooth yığını bulunur. SIM900 ve SIM900A modülleri 3,2V ila 4,8V besleme aralığında çalışırken SIM800 modem, 3,4V ila 4,4V besleme aralığında çalışır, azaltılmış çalışma aralığı bulunmaktadır. SIM800 ve SIM900, dünya çapında kullanılan dört GSM bandının hepsinde çalışabildikleri için dünya çapında kullanım imkânı sunmaktadır.



Şekil 3. SIM800 GSM Modülü

2.2.1 Arduino GSM Modülü

Arduino GSM Shield [4] Arduino kartını, kablosuz GPRS ağını kullanarak internete bağlar; arama yapılmasını ve gelen aramalara cevap vermeyi sağlar ve kısa mesaj alma/gönderme işlemini gerçekleştirir. Herhangi bir GPRS hizmeti veren operatörün SIM kartını Arduino GSM Shield'a taktıktan sonra yapılması gereken sadece birkaç basit talimatı uygulamaktır. Tüm Arduino ürünlerde olduğu gibi Arduino GSM Shield için de tüm dokümantasyon ve yazılım ücretsiz ve açık kaynak kodlu olarak sunulmaktadır. Arduino GSM Shield içerisinde M10 Quectel radio modem kullanılmaktadır. AT komutları kullanarak shield ile (M10 modemiyle) iletişim sağlamak mümkündür. M10 bir Quad-band GSM/GPRS modemdir. GSM850MHz, GSM900MHz, DCS1800 ve PCS1900MHz frekanslarında çalışır. Arduino GSM Shield 'ın GPRS ile bir ağa bağlanması durumunda, veri indirme ve yükleme transfer hızı max. 85.6 kpbs'dir.



Şekil 4. Arduino GSM Modülü ve Arduino Uno

2.3. Wifi Modülü

Wifi modülleri [5], robotik veya elektronik sistemleri kablosuz olarak internete bağlamak için kullanılan modüllerdir. Wifi modüller robotik sistemlerin internete bağlanmasını sağlayarak nesnelerin interneti (İnternet of things – IoT) projelerinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Wifi modülleri kullanarak, bir robota bağlı sensör verilerini alıp internet üzerinden paylaşma, internet üzerinden belirli kontroller yaparak robotun çalışmasını programlama ya da direk modem üzerinden kontrol işlemleri sağlanabilmektedir.

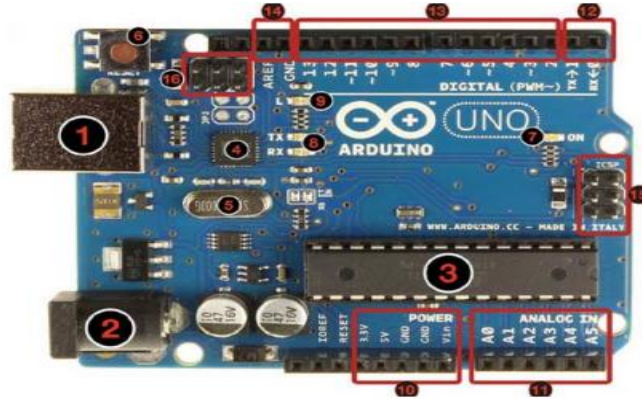


Şekil 5. Wifi Modülü

2.4. Arduino Uno

Arduino Uno [6] ilk olarak 2010 yılında kullanıma sunulmuştur. Popürlüğü her geçen gün daha da artmaktadır. Yıllar boyunca basit projelerden karmaşık bilimsel yazılımlara kadar Arduino, binlerce profesyonelin yardımcısı olmuştur. Dünya çapında yazılımcılar, öğrenciler, programcılar ve profesyoneller bu açık kaynak platformundan faydalanmışlardır. Özellikle yazılım alanında yeni başlayanlara çok yardımcı olabilecek erişilebilir bilgi miktarı oldukça fazla bir platformdur.

Arduino Uno Atmega 328P mikrodenetleyicisine sahip mikrodenetleyici programlama kartıdır. Kart üzerinde temel olarak; 14 adet dijital giriş / çıkış pini (6 adeti PWM (Pulse Width Modulation-Darbe / Sinyal Genişlik Modülasyonu), 6 adet analog giriş pini, 16 MHz saat hızı için osilatör, bir adet USB bağlantısı, bir adet DC güç girişi, bir adet ICSP bağlantı başlığı ve bir adet reset düğmesi bulunmaktadır. 32 KB kapasiteli bir flash belleğe sahiptir. Kartın kolaylıkla kullanılabilmesi, bileşenlerin kablo bağlantılarının rahatlıkla yapılabilmesi için pin soket yapısı kullanılmaktadır. Arduino Uno' nun temel bileşenleri Şekil.6'de gösterilmektedir.



Şekil 6. Arduino Uno Temel Bileşenleri

- | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1: USB jakı | 2: Power jakı (7-12 V DC) | 3: Mikrodenetleyici ATmega328 | 4: Haberleşme çipi |
| 5: 16 MHz kristal | 6:Reset Butonu | 7: Power ledi | 8: TX / NX ledleri |
| 9:Led | 10:Power pinleri | 11: Analog girişler | 12: TX / RX pinleri |
| 13: Dijital giriş / çıkış pinleri (PWM Pinler (3,5,6,9,10,11)) | 14: Ground ve AREF pinleri | 15: ATmega328 için ICSP | 16: USB ara yüzü için ICSP |

2.5. Mekanik Switch

Switch [7], çeşitli uygulamalarda kullanılan anahtar görevi gören mekanik bir malzemedir. Anahtar gibi çalışır, normalde açık ve normalde kapalı kontakları bulunmaktadır. Genellikle üzerinde ki metal kol temas algılaması halinde kontaklardan enerji geçişi veya kesilmesi mantığıyla çalışır. Üzerinde montaj kolaylığı ve sabitleme için delikler bulunmaktadır.

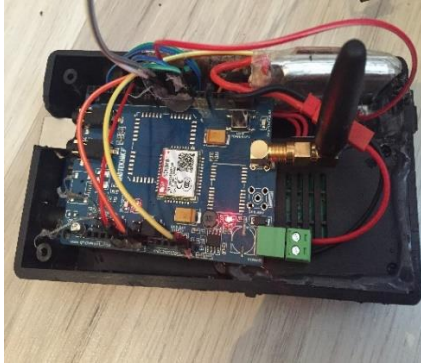


Şekil 7. Mekanik Switch

3. SİSTEM TASARIMI VE UYGULAMASI

Sistem tasarımı için elektrik sigortası, GSM modülü, yazılım kartı, switch ve SIM kart kullanılmıştır. Elektrik sigortalarının ön yüzüne hareket algılayıcı mekanik switch yerleştirilmiş olup elektrik sigortalarının konum bilgisi (sigorta atması/atmaması durumu) switch üzerinden alınan sinyallere göre kablolar yardımıyla yazılım kartına iletilmektedir. Farklı sigortalara yerleştirilen farklı hareket algılayıcı mekanik switchlerden gelen bilgi önce yazılım kartına ardından GSM modülü ile sistem içerisine yüklenen yazılımda bulunan cep telefonu numarasına iletilmektedir. Elektrik sigortalarının konum değiştirmesi (sigorta atması durumu) durumunda hareket algılanarak yazılım içerisinde bulunan cep telefonu numarasına SMS ile iletilmektedir.

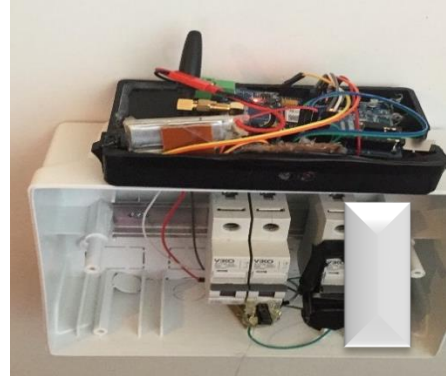
Gerçekleştirilen uygulamada elektrik sigortaları hareketli kısımlarına mekanik switch yerleştirilerek sigorta atması durumunda sisteme kayıtlı cep telefonu numarasına sigorta atması bilgisi SMS ile gönderilmiştir. Çalışmaya ait örnek resimler [8,9,10], kodlamalar ve sms gönderimi [11] aşağıda ki resimlerde aktarılmaktadır. Uygulama da sistem enerji gereksinimini sağlaması için batarya kullanımı da yapılmıştır.



Şekil 8. Sistem Kurulumu Gösterim



Şekil 9. Switch Kullanımı



Şekil 10. Sistem Tasarımı Açık

3.1 Örnek Kod

```
void setup() {
  gsm.begin(19200);
  delay(500);
  Serial.begin(9600);
  delay(500);

  for (uint8_t i ; i < butonSayisi; i++) {
    pinMode(butonPinleri[i], INPUT_PULLUP);
  }

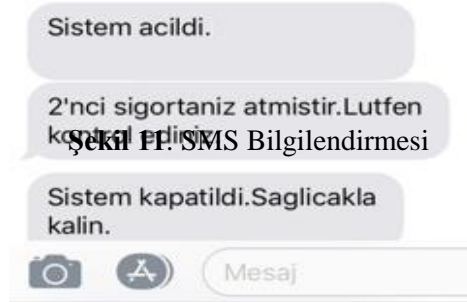
  pinMode(kLED, OUTPUT);
  pinMode(yLED, OUTPUT);
  pinMode(pilPini, INPUT);
  pinMode(anahtar, INPUT_PULLUP);

  delay(7000);
  gsm.println("AT+CFUN=1");
  delay(1000);
  gsm.println("AT+CSCLK=0");
  delay(1000);
  mesajGonder("Sistem acildi.                ");
  delay(5000);
  Serial.println("Sistem Hazir");
}

void loop() {
  if (!digitalRead(anahtar) && !sistemAcikmi) {
    sistemAc(true);
  }
  else if (digitalRead(anahtar) && sistemAcikmi) {
    sistemAc(false);
  }

  for (uint8_t i ; i < butonSayisi ; i++) {
    mesajMetni = "";
    if (!digitalRead(butonPinleri[i])) {
      dusukGuc(false);
      delay(200);
      mesajMetni = String(i + 1) + "'nci sigortaniz atmistir.Lutfen kontrol ediniz.";
      mesajGonder(mesajMetni);
      delay(3000);
      dusukGuc(true);
    }
  }
}
```

3.1.1 Sistem SMS Bilgilendirmesi



4. SONUÇ

Bu çalışma sonucunda; elektrik sigortalarının açık/kapalı konum bilgisinin SIM800 GSM modülü ile kullanıcı aktarılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tekniğin bilinen durumundan farklı olarak herhangi bir sigorta değişimi gerçekleştirilmeden sigortaların hareketli kısımlarına algılayıcı sensör/switch yerleştirilmesi ile elektrik sigortalarının açık-kapalı konum bilgisi sisteme girilen kullanıcı numarasına iletilmektedir. Uzaktan bilgilendirme ile elektrik kullanıcılarının elektrik sigortası kaynaklı maddi/manevi sorun yaşamamaları amaçlanmaktadır ve bu yöntem ile olası sorunların ortadan kalkması hedeflenmektedir. Örnek olarak; uzun seyahatlerde ev/yazlıklarda meydana gelen elektriksel sorunlar (buzdolabı içerisinde ki malzemelerin erimesi vb.), elektrikle çalışan makinelerin zarar görmesi, üretim tesislerinde elektrik sigortası atması kaynaklı aksamalar vb. sigorta kaynaklı sorunlar verilebilir.

Sigorta konum bilgisi ile üretim ve sistem sürekliliğinde devamlılık sağlanması öngörülmektedir. Elektrik olduğu her yerde var olan sigortaların kullanıcılara uzaktan açık/kapalı konum bilgisi iletilmesi yöntemi ile sigorta atması, atmaması, yangın çıkartması, maddi/manevi zararlara yol açması gibi sorunların ortadan kalkması öngörülmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmanın sonrasında belli bölgelerde veya genel olarak elektrik sigortaları kaynaklı elektrik kullanıcısı ve satıcılarının uğradığı/uğrayacağı maddi zararlar, maliyetler, manevi zararlar, yapılan örnek çalışmalar vb. yeni araştırmalara konu olması beklenmektedir.

5. TARTIŞMA

Gerçekleştirilen bu çalışmada hayatımızın her alanında kullanılan elektrik ve güvenlik elemanı olan elektrik sigortalarının konum bilgisinin kullanıcılara iletilmesi gerçekleştirilmiştir. Elektrik kullanılan her yerde vazgeçilmez bir güvenlik elemanı olan elektrik sigortaları koruma amaçlı açık/kapalı konum değiştirmekten ziyade bazı (voltaj dalgalanmaları, elektriğin git-gel yapması, doğal olaylar vb.) durumlarda açık/kapalı konumlarını değiştirebilmektedir. Bu durumun bilgilendirmesi kullanıcılara yapılarak erken müdahale imkânı sunulmakta bu sayede olası maddi/manevi zararlar en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Elektrik kaynaklı başta yangın olmak üzere birçok zarar oluşabilmektedir. Bu çalışma ile olası elektrik sigortası kaynaklı sorunların en aza indirilmesi öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ali Öztürk'e en içten dileklerle teşekkür ederim. Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- [1]. Achintya Mahata, Bivash Mondal, J.N. Bera, Sumana Chowdhuri, A Low-Cost Industrial Fuse Changeover System with GSM Based Auto Annunciation, 2014 International Conference on Control, Instrumentation, Energy & Communication (CIEC) ,747,2014
- [2]. Betül Kaya, Yunus Kaya, Elektrik Kaynaklı Yanma ve Yangın, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye, 2019
- [3]. Jean-Louis Gelet MERSEN, Thermal fatigue of electrical fuses, France SB SAS, 15 rue Jacques de Vaucanson, 69720 Saint-Bonnet de Mure, France, 2014
- [4]. M. Geylani, M. Çıbuk, H. Çınar, F. Ağgün, DEU Fen ve Mühendislik Dergisi, Geçmişten Günümüze Hücresel Haberleşme Teknolojilerinin Gelişimi. İzmir, Türkiye, 2016
- [5]. M.R. Shakarami 1, F. Namdari 2 and M. Salehi, Eliminating Negative Effect Of Inverter-Based dgs on fuse-recloser Coordination in Distribution Systems, Lorestan University, Faculty of Electrical Engineering, Khorramabad, Iran, 2015
- [6]. Muhammad Yousaf, Tahir Mahmood, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, Protection coordination for a distribution system in the presence of distributed generation, Department of Electrical Engineering, University of Engineering and Technology Taxila, Taxila, Pakistan, 2017
- [7]. Shakir M. Ahmed, Hamzah M. Marhoon, Osman Nuri, Implementation of smart anti-theft car security system based on GSM, International Journal of Engineering & Technology, 7 (4) (2018) 5261-5265
- [8]. Tuğrul Çavdar, Ercüment Öztürk, Nesnelerin İnterneti için Yeni bir Mimari Tasarımı, Sakarya Üniversitesi, Türkiye, 2017
- [9]. Zafer Öztürk, Salih Tosun, Ali Öztürk, (2019), Modeling a Hybrid Renewable Energy System with HOMER, Economical and Technical Analysis, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt (2), syf 287-289
- [10]. W Bussière, Electric fuses operation, a review: 1. Pre-arcing period, Clermont Université, Université d'Auvergne, LAEPT, BP 10448, F-63000 ClermontFerrand, France, 1st International Symposium on Electrical Arc and Thermal Plasmas in Africa (ISAPA), 2012
- [11]. İnternet: <https://www.gsl.com.tr/uzaktan-enerji-304zlemede-en-304deal-haberle351me-yoluna-dair-neden-gsm.html>
- [12]. İnternet: <https://www.vargonen.com/blog/wi-fi-nedir-wifi-teknolojisi/#:~:text=Wi%2DFi%20a%C3%A7%C4%B1m%C4%B1%20E2%80%9CWireless%20Fidelity,ve%20birbirlerine%20ba%C4%9Flanabilmesini%20sa%C4%9Flayan%20teknolojidir.,2021>
- [13]. İnternet: <https://www.teknologweb.com/kablosuz-ag-teknolojileri-wlan-nedir, 2021>
- [14]. İnternet: <https://mehmettopuz.net/gsm-gprs-modulu-ile-mqtt-protokolunun-kullanimi/.html, 2021>
- [15]. İnternet: https://www.emo.org.tr/ekler/d6b5c1730d04923_ek.pdf?tipi=41&turu=X&sube=0gh

GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK DOĞALGAZ ÇEVİRİM SANTRALLERİNDE YÜK FREKANS KONTROLÜ

Bülent HOŞ

Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Fakültesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği A.B.D.
bulent23353@ogr.duzce.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-5801-2691

Ali ÖZTÜRK

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği
aliozturk@duzce.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-3609-3603

Salih TOSUN

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği
salihtosun@duzce.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-5698-6628

Özet

Dağıtık enerji üretimi için en çok tercih edilen elektrik enerjisi üretim sistemlerinden biri, basit ve düşük yatırım maliyeti olan gaz türbini içeren üretim sistemleridir. Bu sistemlerde türbin mili mekanik güçle çevrilir ve mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürülür. Üretilen elektrik enerjisinin şebekeye aktarılması istenir ancak bu süreçlerde her zamana frekans değerinin sabit kalması istenir. Yük değişimlerinde mekanik enerjiyle çevrilen türbin milinin dönüş hızına bağlı olarak frekans değeri değişme eğilimindedir. Ancak aktif güç dengesi sağlanarak frekans değerindeki değişimler yok edilmeye çalışılır. Bu işleme yük frekans kontrolü (YFK) denir. YFK'nın ikinci görevi, işletim maliyetlerini düşürmek için talep edilen yükü şebekeye bağlı güç sistemleri arasında paylaştırarak dengeli bir üretim yapılmasını sağlamaktır. Bu çalışmada, Genetik Algoritma (GA) kullanılarak gaz çevrim santralinde YFK Proportional-Integral-Derivative (PID) kontrolü yapılmıştır. Çalışmalarda Matlab/Simulink ortamında oluşturulan gaz türbininin basitleştirilmiş bir matematiksel modeli kullanılmıştır. Gaz türbininin farklı yüklerle yüklendiği durumlardaki kontrolü için simülasyon sonuçları elde edilmiştir. PID kontrolör katsayıları, önce Ziegler-Nichols Metodu (ZNM) adı verilen klasik bir yöntemle ve ardından optimizasyon yöntemi olarak bilinen GA elde edilmiştir. ZNM ve GA yöntemleri ile elde edilen sonuçları karşılaştırılmıştır. GA tarafından hesaplanan PID katsayıları ile çalıştırılan sistemin referans hıza ulaşma zamanı, ZNM yönteminden daha hızlı olduğu görülmüştür. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre GA yöntemi, gaz çevrim santrallerinde frekans kontrolü için alternatif ve güvenilir bir çözüm yöntemi olarak önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gaz türbini; Optimizasyon; Genetik algoritma; Yük frekans kontrolü

LOAD FREQUENCY CONTROL IN NATURAL GAS CYCLE POWER PLANTS USING GENETIC ALGORITHM

Abstract

One of the most preferred electrical energy generation systems for distributed energy generation is the generation systems that include gas turbines with simple and low investment costs. In these systems, the turbine shaft is turned by mechanical power and mechanical energy is converted into electrical energy. It is desired to transfer the energy of the produced electrical energy, but in these processes, the frequency value is always desired to remain constant. In load changes, the frequency value tends to change depending on the rotation speed of the turbine shaft surrounded by mechanical energy. However, by providing an active power balance, the changes in the frequency value are tried to be eliminated. This process is called load frequency control. The second task of the load-frequency control is to ensure a balanced generation by sharing the demanded load among the power systems connected to the grid in order to reduce operating costs. In this study, load-frequency Proportional-Integral-Derivative (PID) control was performed in the gas cycle power plant using the Genetic Algorithm (GA). A simplified mathematical model of the gas turbine create in Matlab / Simulink environment was used in the studies. Simulation results were obtained for the control of the gas turbine when loaded with different loads. The PID controller coefficients were obtained by a classical method called Ziegler-Nichols Method (ZNM)

and then were obtained by GA known as optimization method. The results obtained with ZNM and GA methods were compared. It has been observed that the time to reach the reference speed of the system operated with the PID coefficients calculated by GA is faster than the ZNM method. According to the results obtained in the study, GA method is proposed as an alternative and reliable solution method for frequency control in gas conversion plants.

Keywords: Gas turbine; Optimization; Genetic algorithm; Load frequency control

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde elektrik enerjisi ihtiyacı sürekli artış göstermektedir. Elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için gaz türbinleri içeren elektrik santralleri de giderek artan öneme sahip olmaktadır. Gaz çevrim santrallerini diğer elektrik santrallerinden ayıran en önemli özellik, hızlı bir şekilde devreye girip çıkabilme kabiliyetlerine sahip olmalarıdır (Paiva, 2018). Gaz türbinleri içinde en çok kullanılan basit tek şaftlı gaz türbinleridir (Arıkuşu ve ark., 2019). Kararlı çalışan bir güç sistemi için frekansın sabit kalması şarttır. Frekansın sabit kalması ve salınım yapmaması için güç sisteminde üretilen ve tüketilen enerji arasında denge olması gerekmektedir (Öztürk ve ark., 2015).

W.I. Rowen, dinamik performansı incelemek için uygulanabilecek bir gaz türbini modeli geliştirdi (Rowen, 1983; Rowen, 1988). Gaz santrallerinde YFK ile ilgili yeni bir çalışma istendiğinde genellikle Rowen modeli tercih edilmekte, çalışmanın sonuçları ve diğer çalışmalardan farkları karşılaştırmalı analizlerle verilmektedir. (Iliescu ve ark., 2008; Lalor ve ark., 2003). Rowen modeli her bir gaz türbini kontrol işlemi için belirtilen sabitler hız, ivme ve sıcaklık kontrolü ile yakıt limitinin alt ve üst sınırlarını içerir. (Rowen ve ark., 1983; Rowen, 1992).

Güç sistemlerinde, yük değişimi sonucunda bozulan aktif güç dengesini yeniden kurmak ve anma değerinden sapan sistem frekansının hatasını minimize etmek amacıyla elektriksel güç sistemlerine uygulanan otomatik kontrol yöntemine YFK adı verilir (Eke, 2020). Bir güç sistemine uygulanan YFK'nın temel iki görevi vardır. Birincisi, jeneratörün aktif gücünü talebe göre ayarlayarak frekans değerini sabit tutmaktır. İkincisi, işletim maliyetlerini düşürmek için talep edilen yükü şebekeye bağlı güç sistemleri arasında paylaştırarak dengeli bir üretim yapılmasını sağlamaktır (Oysal ve ark., 2004). Gaz çevrim santralindeki türbin hızı ve dolayısıyla sistemin çıkışındaki güç, hız regülatörü ve türbin tarafından ayarlanır. Bu işlem için hız regülatörünün hemen girişine bir PID kontrolör yerleştirilmektedir (Çam ve ark., 2002). Gaz çevrim santrallerinde frekansın sabit tutulabilmesi için gerçekleştirilen ZNM ve GA kullanarak PID kontrolör katsayılarının bulunması ile ilgili literatürde farklı çalışmalar yapılmış olduğu görülmüştür (Aboelela ve ark., 2011; Bozali, 2012).

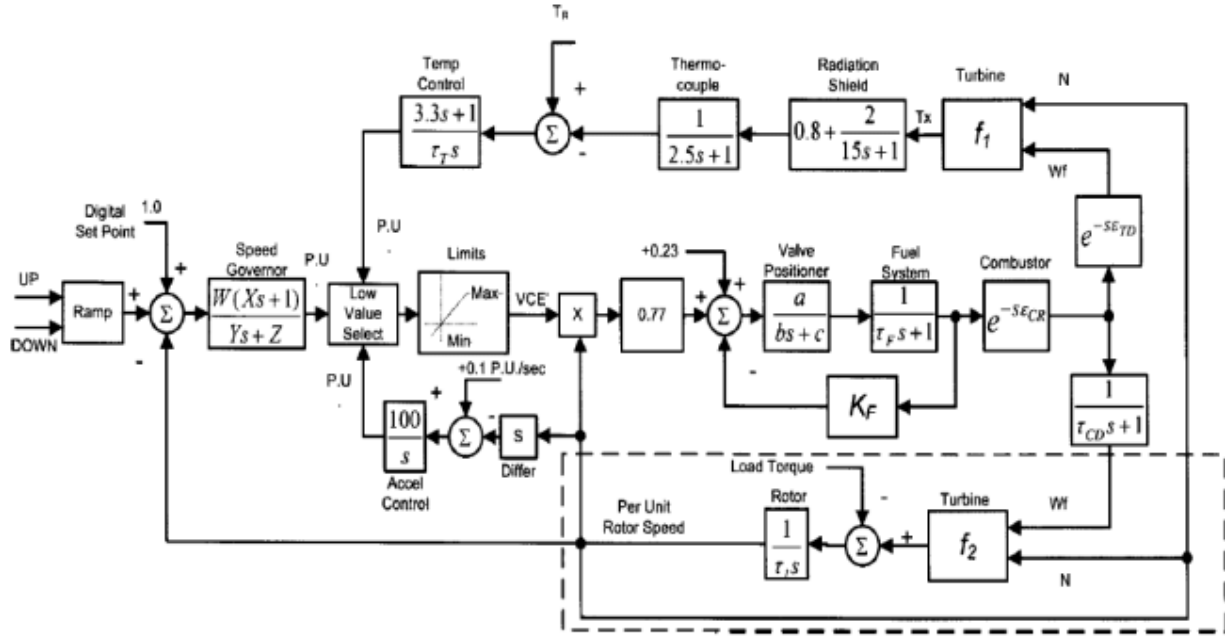
Gaz türbini hızının denetlenmesindeki etkilerini görmek için bir PID kontrolör ile bulanık kontrolör yöntemleri arasında karşılaştırmalı bir çalışma yapılmıştır (Amar ve ark., 2015). Elektrik enerji üretim kapasitesi 18.2 ile 106.7 MW arasında değişen HDGT modelleri için bulanık mantık tabanlı kendini ayarlayan PID kontrolör yöntemi ile çalışma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar klasik PID kontrolör yöntemi ile bulunan sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. (Iqbal ve ark., 2014). Gaz türbininin hızını kontrol etmek için bulanık mantık, parçacık sürüsü optimizasyonu (PSO) ve hibrit PSO_Fuzzy_PID kontrolörlerle karşılaştırmalı bir hibrit çalışma yapılmıştır. Bulunan sonuçlarda hibrit modelin etkin olduğu görülmüştür (Mansourabad ve ark., 2013). Rowen tarafından sunulan kombine çevrim gaz santrali (CCGT) modelindeki temel kontrolörler, yakıt vanası kontrolü, sıcaklık kontrolü ve gaz türbini çıkışının frekans bağımlılığı GA ile PID kontrolör katsayıları elde edilmiştir. (Aboelela ve ark., 2011). Gaz türbini sisteminin egzoz sıcaklığını kontrol etmede PID kontrolör katsayılarını optimize etmek için PSO algoritması kullanılmıştır. Kontrol problemine tutarlı ve optimal bir çözüm sağlamak için PSO algoritmasında çok amaçlı performans kriteri kullanılmıştır (Selamat ve ark., 2012). 265 MW basit çevrimli bir ağır hizmet gaz türbinleri (HDGT) tek şaftlı gaz türbininin egzoz sıcaklığı sistemini kontrol etmek için PID kontrolör parametrelerinin gri kurt algoritması ile optimize edilmesiyle, türbin üzerindeki yükü artırmayı ve üretilen elektrik enerjisinin değerini yükseltecek çalışma yapılmıştır (Seada ve ark., 2020). Geçici durumda dinamik davranışın bir karşılaştırması, guguk kuşu algoritması ayarlı bulanık PID kontrolörü kullanılarak elde edilen sonuçların, uygulanan doğrusal olmama başa

çıkarmak için literatürde yayınlanmış diğer tekniklerden daha üstün olduğunu göstermiştir (Gheisarnejad ve ark., 2018).

Bu çalışmada gaz santralinde YFK GA ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda gaz türbini Rowen modeli tercih edilmiştir. Kontrolör olarak PID kontrolör kullanılmıştır. GA ile optimal PID kontrolör parametre değerleri elde edilmiştir. Aynı değerler, klasik yöntem olarak kullanılan ZNM ile de belirlenmiştir. Her iki yöntemle hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır.

2. GAZ TÜRBİNİNİN ROWEN MODELİ

Gaz çevrim santrali YFK simülasyonunun bir parçası olarak gaz türbinlerinin modellenmesi, genel olarak Rowen tarafından önerilen bir modele dayanmaktadır. Bu model dinamik sistem performansı çalışmaları için kullanılabilir bir gaz türbini modeli sağlamıştır. Rowen modeli kalıcı termodinamik özellikleri, basit gecikmeleri ve sıcaklık kontrolü, düzenleyici ve hızlanma kontrolünü içeren bazı kontrol araçlarını tanımlayan bir dizi cebirsel denklemden oluşur. Rowen modeli gaz türbininin basitleştirilmiş bir modelini verir. Her bir gaz türbini kontrol işlemi için belirtilen sabitler hız, ivme ve sıcaklık kontrolünü ve ayrıca yakıt limitini ve ayrıca alt ve üst sınırını içerir. Bu çalışmada basitleştirilmiş şema, tek şaftlı bir gaz türbini için kullanılmış ve Şekil 1'de açıklanmıştır (Rowen, 1983).



Şekil 1. Rowen tarafından basitleştirilmiş gaz türbini modeli

3. PID KONTROL

PID kontrol, üç temel kontrolün üstünlüklerini tek bir birim içinde birleştiren bir kontrolördür. İntegral kontrol, sistemde ortaya çıkabilecek kalıcı-durum hatasını sıfırlarken türev kontrol, yalnızca Proportional-Integral (PI) kontrol etkisi kullanılması haline göre sistemin aynı bağıl kararlılığı için cevap hızını artırır. Buna göre PID kontrol organı sistemde sıfır kalıcı-durum hatası olan hızlı bir cevap sağlar. PID kontrolör değerlerine göre daha karmaşık yapıdadır. Burada K_p , T_i ve T_d parametrelerinin uygun bir ayarı ile uygun bir kontrol sağlanabilir. Eğer bu katsayılar uygun bir şekilde ayarlanmayacak olursa, PID kontrolün sağlayacağı üstün özelliklerden yararlanılamaz. PID kontrol transfer fonksiyonu Denklem (1)'de belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2015).

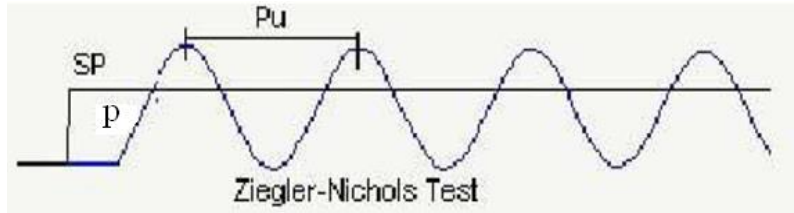
$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (1)$$

PID kontrol işaretinin çıkış işareti ise Denklem (2)'de belirtilmiştir (Bozali, 2012).

$$u(t) = K_p \left\{ e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right\} \quad (2)$$

3.1. PID KONTROLÖR PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

Parametrelerin tespiti için çeşitli yollar mevcuttur. Bu yöntemlerden en çok kullanılanı ZNM'dir. Tablo 1'deki PID kontrolörün I, D katsayıları 0 yapılır. P sistem osilasyona gidene kadar yavaş artırılır (Erdoğan, 2006). Şekil 2'de sistemin osilasyona gittiği andaki P değerine Ku, osilasyon frekansına Pu gösterilmektedir (Öztürk ve ark., 2015).



Şekil 2. Sistemin osilasyona gittiği andaki cevabı

Tablo 1. PID Kontrol için ZNM parametreleri tespit tablosu

Kontrolör Tipi	K _c	t _i	t _d
P	Ku/2	-	-
PI	Ku/2.2	Pu/1.2	-
PID	Ku/1.7	2/Pu	Pu/8

4. GENETİK ALGORİTMA

GA, genetik ve doğal seleksiyon ilkelerine dayanan bir optimizasyon ve arama tekniğidir (Aboelela ve ark., 2011). Geleneksel optimizasyon metotları içerisinde çok zor olarak kabul edilen çok değişkenli optimizasyon problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Öztürk ve ark., 2009). GA geleneksel optimizasyon yöntemlerinde olduğu gibi bir tane başlangıç noktası ile çözüme başlamaz. GA tanımlanan Uygunluk Fonksiyonu (UF) değişkenlerinin dikkate alınmasıyla rastgele oluşturulan bir başlangıç popülasyonuna göre çok sayıda çözümler ile çalışmaya başlar. Daha sonra genetik operatörleri (elitizm, seçim, çaprazlama, mutasyon) kullanarak çözümleri optimum çözüme getirmeye çalışır (Öztürk ve ark., 2009; Andiç ve ark., 2020). Bu sayede çok sayıda çözümün içinden iyiler seçilir, kötüler elenir. Başlangıç popülasyonu, değişkenlerin kodlanmaları sonucunda rastgele oluşturulur (Haupt ve ark., 2004).

5. PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ

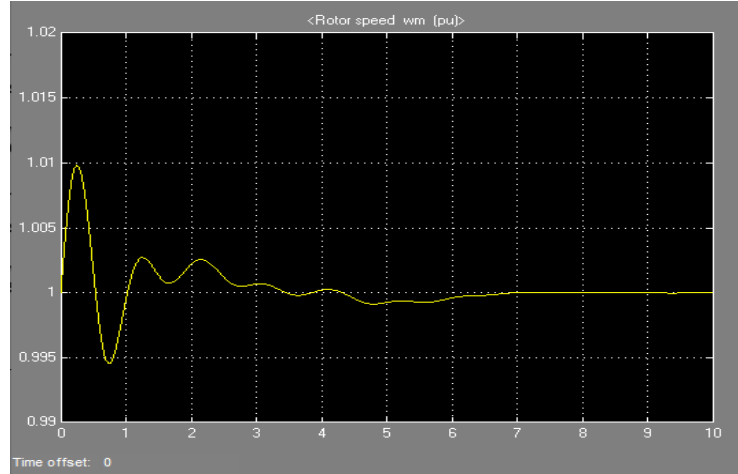
Klasik yöntem olarak optimum PID kazançlarını bulmak için ZNM kullanılmıştır. Başlangıçta, integral ve türev kazançları sıfıra ayarlanmış ve grafikten nihai kazanç (Ku) ve nihai periyot (Tu) belirlenmiştir. Routh-Hurwitz kriteri daha sonra orantılı kazanç (Kp) aralığını belirlemek için kullanılır. Bunların ZNM ayar tablosunda değiştirilmesiyle aşağıdaki optimum PID kontrolör kazanç değerleri elde edilir:

$$K_p = 0.11,$$

$$K_i = 0.68,$$

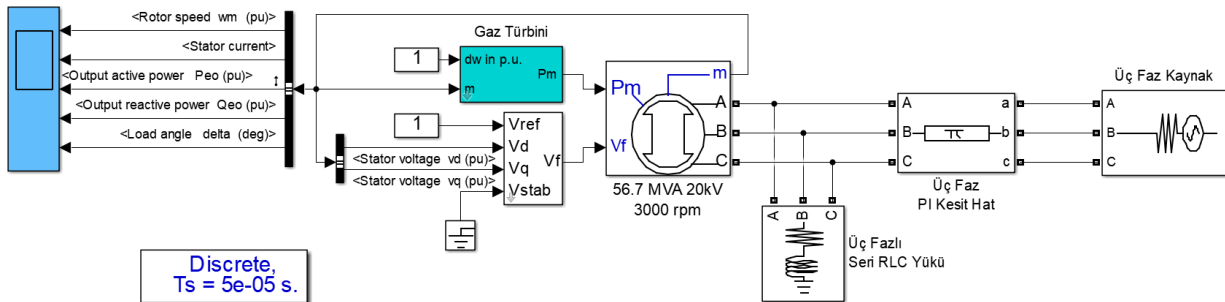
$$K_d = 0.41.$$

Bu değerlere göre türbin hızının yük frekansta ZNM PID kontrolör tarafından istenen cevaba getirmek için Şekil 3'de gösterilmiştir.

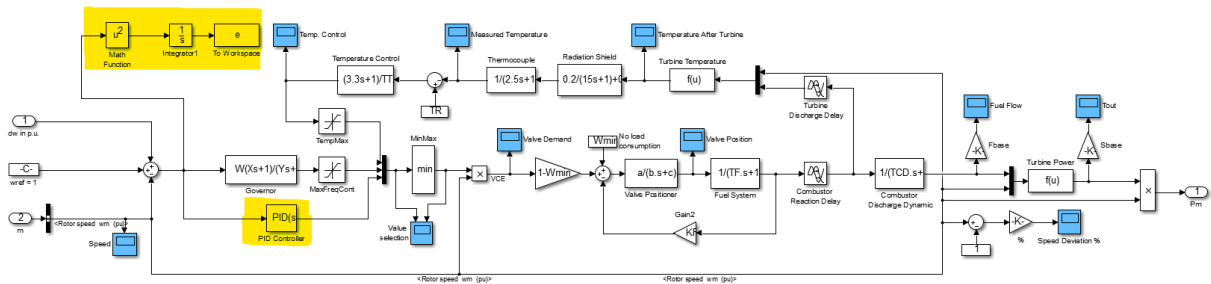


Şekil 3. ZNM PID kontrolörü ile türbin hızı

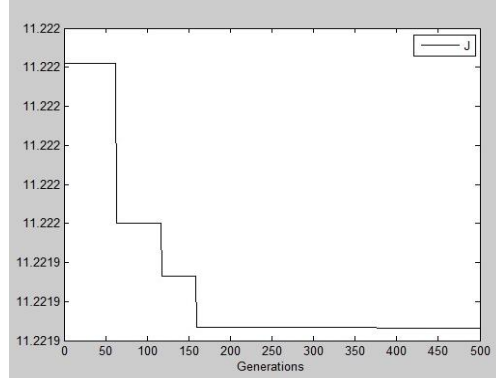
Gaz çevrim santrali YFK problemini çözebilmek için Rowen modeli kullanılarak Şekil 4’de verilen Rowen’in basitleştirilmiş gaz türbin modeli ile Şekil 5’de tek şaftlı gaz türbin transfer fonksiyon modeli ve kontrollerinin ana hatları Matlab/Simulink’de oluşturulmuştur. Gaz türbin hız hatasının karesinin integrali değeri (ISE) hata olarak alınmış, GA ile minimum yapan PID parametre değerleri bulunmata çalışılmıştır. GA PID değerleri için başlangıçta belirlenen sınırlar dahilinde rasgele oluşturulan başlangıç değerleri ile başlar. Daha sonra elitizm, seçim, çaprazlama, mutasyon operatörleri kullanılarak, hatayı minimum yapacak en uygun PID parametre değerleri elde edilir.



Şekil 4. Rowen'in basitleştirilmiş gaz türbin modeli



Şekil 5. Tek şaftlı gaz türbin transfer fonksiyon modeli ve kontrollerinin ana hatları



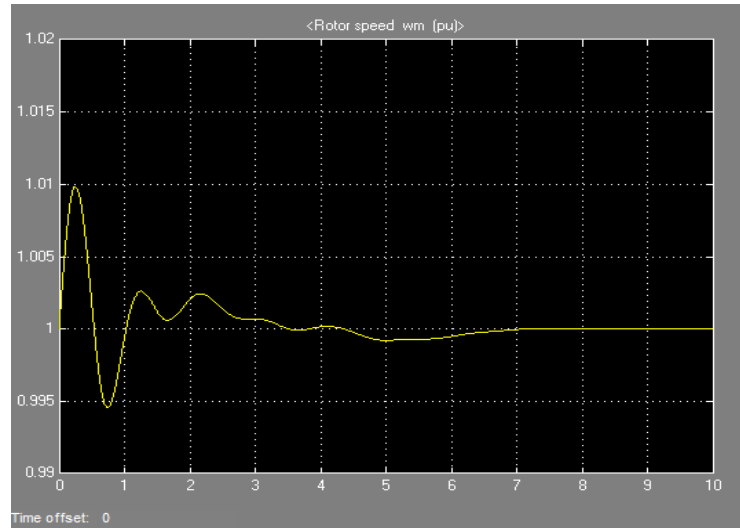
Şekil 6. GA ile bulunan uygunluk değerlerinin değişimi

GA ile UF değerlerinin değişimi Şekil 6'da gösterilmiştir. UF türbin hız değişimini ifade etmektedir. Hız değerinin değişmesi halinde oluşan hata değerinin minimuma çekilmesi gerekmektedir. UF değerlerindeki değişim 150. jenerasyondan sonra değişmemesi ve sabit kalması, GA'nın optimum değerleri bulunduğunu ve artık yeni çözümler üretmediğini göstermektedir.

Tablo 2. GA ile PID Kontrol parametrelerinin bulunma tablosu

Generasyon Sayısı	1	100	300	500
Kp	0.298200989823935	0.513679060375601	0.161020904584738	0.130876547760118
Kd	0.597082923214809	0.198807159832174	0.342421402767108	0.631919148712233
Ki	0.317805387932171	0.326773737487972	0.729180222121572	0.387064314143913
ISE	0.035390153935260	0.035390153935260	0.035390153935260	0.017498073473461

Gaz çevrim santrali YFK problemini GA kullanılarak Tablo 2'de 500 jenerasyon için PID parametreleri ile optimize edilmiştir. Bulunan PID değerleri Şekil 5'deki gaz türbini hız hatasının değişimi ile Şekil 6'da PID uygunluk değerlerinin değişimi bulunmuştur.



Şekil 7. GA PID kontrolörü ile türbin hızı

GA PID kontrolör tarafından istenen cevaba getirmek için yük frekansta türbin hız değişimi Şekil 7'de gösterilmiştir.

6. SONUÇ

Gaz çevrim santrali YFK problemini çözebilmek için PID parametrelerinin belirlenmesinde ilk önce ZNM kullanılmıştır. Daha sonra PID kontrolöründeki katsayıları belirlemek için sezgisel yöntemlerden biri olan GA kullanılmıştır. GA ile hata minimize edilmiştir. Hatayı minimize etmede PID katsayıları değişken olarak alınmıştır. GA kullanarak hata değerlerini minimize ederken, PID parametrelerini bulmak için gaz türbini hız ISE değeri kullanılmıştır. Daha sonra bulunan PID parametreleri YFK'ya uygulanmıştır. Bu durum için oturma zamanı ve parametreler Tablo 3'de verilmiştir. Oturma zamanı GA ile daha kısa zamanda sağlandığı görülmüştür. Böylece frekans değişimlerinde oluşan salınımlar daha kısa sürede sönümlenmiş olduğu görülmüştür. GA ile elde edilen değerlerin açıkça daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. GA ile oturma zamanı 6.5 sn iken, ZNM ile 7.5 sn'dir. ZNM salınımların daha fazla olduğu ve YFK'nın zor olduğu anlaşılmıştır. Yapılan simulasyon çalışması neticesinde GA yük frekans çalışmaları için güvenilir alternatif bir yöntem olarak önerilmektedir.

Tablo 3. GA ile PID Kontrol parametrelerinin bulunma tablosu

Kontrolör Tipi	Metotlar	Kp	Ki	Kd	Oturma Zamanı (s)
YFK	ZNM	0.11	0.68	0.41	7.5
	GA	0.13	0.63	0.39	6.5

7. TARTIŞMA

GA daha yavaş ve uzun süreli sonuçlar verebildiği için, gerçek zamanlı çalışmalarda kullanılması uygun değildir. Ancak veri madenciliği ile elde edilen çok farklı alternatif çalışma ve senaryolar dikkate alınarak, elde edilen sonuçların kullanılması ile gerçek zamanlı sistemlerin çalışmasına adapte edilebilir. Ayrıca farklı sezgisel algoritmalar kullanılarak alternatif çözüm yöntemleri de araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- ABOELELA, M.A.S., FETOH,A.M., & GAMAL, A.B. (2011). Optimization of CCP Speed Control Parameters Using Genetic Algorithm. *Int. J. Reasoning Based Intelligent Systems*, Vol.3, Nos.2.
- ABU-SEADA, H.F.S., SLAMA, M.M.M., HASSAN, M.A.M., & EBRAHİM, M.A. (2020). Grey Wolf Optimization Approach-Based Exhaust Temperature Control For Gas Turbine Power System. *JES, Assiut University, Faculty of Engineering*, Vol. 48, No.4, pp.596-612.
- AMAR, D., HAFİFA, A., & MOULOU, G. (2015). Gas turbine speed supervision based on ROWEN model using comparative study PID and fuzzy controller. *The 1st International Conference on Applied Automation and Industrial Diagnostics (ICAAID 2015), Djelfa on 29-30 March 2015, Algeria*.
- ANDIÇ, C., ÖZTÜRK, A., & TOSUN, S. (2020). Genetik Algoritma Kullanılarak Valf Nokta Etkili Ekonomik Ve Çevresel Yük Dağıtımı. *Marmara Sciences Congress IMASCON 2020-Autumn*, 190-202.
- ARIKUŞU, Y., BAYHAN, N., & TİRYAKİ, H. (2019). Comparison of Conventional and Modern Controllers for a Gas Turbine Power Plant. *Electrica*, 19(2), 1464-157.
- BİRCAN, M. (2006). Türkiye Elektrik Sisteminin Ucte Bağlantısı Kapsamında Frekans Kontrolü Kalitesinin Ucte Standartlarına Çıkarılması. *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi*, 265-273.
- BOZALİ, B. (2012). Elektrik Güç Sistemlerinde Kararlılık Problemlerinin Yerçekimi Algoritması İle İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi*.
- ÇAM, E., & KOCAARSLAN, İ. (2002). Tek Bölge Güç Sistemlerinde Bulanık Mantık İle Yük Frekans Kontrolü. *Teknoloji*, Yıl 5, Sayı 3-4, 73-77.
- EKE, İ. (2020). Yapay Arı Kolonisi Algoritmasına Dayalı PID Denetleyicisini Kullanan Termal Üniteli Mikro Şebeke Güç Sisteminde Frekans Kontrolü. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 12(3), 11-23.
- ERDOĞAN, M.E. (2006). Bir Sistemin Öz Uyarlamalı Bulanık PID Kontrolör İle Kontrolü. *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ. F.B.E.*, 4-11.
- GHEİSARNEJAD, M. (2018). An Effective Hybrid Harmony Search And Cuckoo Optimization Algorithm Based Fuzzy Pid Controller For Load Frequency Control. *Applied Soft Computing*, 65, 121-138.
- GÖZDE, H. (2010). Güç Sistemlerinde Yapay Arı Kolonisi Algoritması Yöntemi ile Yük-Frekans Kontrolü Optimizasyonu. *Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi*.
- GUNDOĞDU, O. (2005). Optimal-tuning of PID Controller Gains Using Genetic Algorithms. *Journal of Engineering Sciences*, 11(1), pp.131-135.
- HAUPT R. L., HAUPT S.E. (2004). *Practical Genetic Algorithms*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- ILIESCU S., FĂGĂRĂȘAN I., POPESCU V., & SOARE C. (2008). Gas Turbine Modeling For Load-Frequency Control. *U.P.B. Sci. Bull.*, Series C, Vol.70, Iss.4.
- IQBAL, M.M., & XAVIER, R.J. (2014). Fuzzy Self tuning PID Controller for Speedtronic Governor Controlled Heavy Duty Gas Turbine Power Plants. *Electric Power Components and Systems*, 42:1485–1494, 2014.
- LALOR G., & O'MALLEY M. (2003). Frequency Control on an Island Power System with Increasing Proportions of Combined Cycle Gas Turbines. *Paper accepted for presentation at 2003 IEEE Bologna Power Tech Conference, June 23th-26th, Bologna, Italy.*
- MANSOURABAD, A.M., BEHESSHTI, M.T.H., & SİMAB, M. (2013). A Hybrid PSO_Fuzzy_PID Controller for Gas Turbine Speed Control. *International Journal of Control and Automation*, Vol.6, No.1.
- MARZOUGHİ, A., SELAMAT, H., MOHD FUA'AD RAHMAT, M.F., & ABDULRAHİM, H. (2012). Optimized proportional integral derivative (PID) controller for the exhaust temperature control of a gas turbine system using particle swarm optimization. *International Journal of the Physical Sciences*, Vol.7(5), pp.720-729.
- OYSAL, Y., YILMAZ, A.S., & KÖKLÜKAYA, E. (2004). Dynamic Fuzzy Networks Based Load Frequency Controller Design In Electrical Power Systems. *G.U. Journal of Science*, 17(3):101-114.
- ÖZTÜRK, A., TOSUN, S., ALKAN, S., & BOZALİ, B. (2015). Investigating Voltage Stability Problem in the Electrical Power System Using Gravitational Search Algorithms. *ELECO 2015. The 9th "International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ELECO 2015*, pp.1001-1005.
- ÖZTÜRK, A., & DUMAN, S. (2009). Genetik Algoritma Kullanılarak Güç Sistemlerinde Optimal Çalışma Şartlarının Belirlenmesi. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 24(3).
- PAIVA, Carlo Frederico dos Santos de Castro. (2018), *Gas turbines: Modelling for stability Studies*, 30.05.2021 tarihinde:
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997259356/C.Paiva-ResumoAlargadoNov18.pdf>
adresinden alındı.
- ROWEN, W.I. (1983). Simplified mathematical representation of Heavy duty Gas turbines. *ASME J. Eng. Power*, Vol.105, No.4, pp.865–869.
- ROWEN, W.I. & VAN HOUSEN, R.L. (1983). Gas Turbine Airflow Control for Optimum Heat Recovery. *ASM Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 105(1):72-79.
- ROWEN, W.I. (1988). Operating characteristics of Heavy Duty Gas Turbines in Utility service. *Gas Turbine and Aeroengine Congress*, pp.1-3, ASME Paper No.88-GT-150, Amsterdam, Netherlands, 6-9 June.
- ROWEN, W.I. (1992). Simplified Mathematical Representations of Single Shaft Gas Turbines In Mathematical Drive Service. *Turbomachinery International*, Vol.33, No.5, pp.26-32.

SANAL GERÇEKLİK TABANLI PEDİATRİK FİZİK TEDAVİ UYGULAMASI TASARIMI

Emre Ozan Öztürk

Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Sistemleri Mühendisliği
eozanozturk@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2297-0967

Adnan Sondaş

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Bilişim Sistemleri Mühendisliği
asondas@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4559-3463

Özet

Sanal gerçeklik, bilgisayar ortamında hazırlanan içeriklerin özel donanımlar aracılığıyla son kullanıcılara aktarılan yapay çevre olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde sanal gerçeklik; eğitim, sağlık, tıp, savunma ve endüstri alanları başta olmak üzere birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğunun, sanal gerçekliğin sağlık ve tıp hizmetlerine sunacağı katkıyı göstermeye yönelik olduğu görülmektedir. Sanal gerçekliğin özellikle fizik tedavi ve rehabilitasyon süreçlerinde yardımcı araç olarak kullanılması büyük katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada ultrasonik mesafe sensörü ve kızılötesi hareket sensörlerinden elde edilen gerçek zamanlı konum verileri kullanılarak, paralel bar mekanizması ile birlikte kullanılacak bir sanal gerçeklik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sensörlerden elde edilen veriler işlenerek Arduino üzerinden Unity-3D'ye aktarılmıştır. Unity-3D'ye aktarılan konum verileri ile son kullanıcının paralel bar mekanizması üzerindeki konumu tespit edilmiş ve kullanıcının konumuna göre sanal gerçeklik ortamında bulunan nesnelerin davranışları kontrol edilmiştir. Çalışma sonucunda paralel bar mekanizması ile birlikte kullanılabilen ve son kullanıcılara gerçek zamanlı sanal gerçeklik deneyimi yaşatan bir uygulama elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik, Sensörler, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon

VIRTUAL REALITY BASED PEDIATRIC PHYSICAL THERAPY APPLICATION DESIGN

Abstract

Virtual reality is defined as the artificial environment that contents prepared in the computer are transferred to the users through special hardware. Nowadays, virtual reality is used in many different fields, especially in education, health, medicine, defense and industry. It is seen that the majority of the studies in the literature are aimed at showing the contribution of virtual reality to health and medical services. Using virtual reality as an auxiliary tool, especially in physical therapy and rehabilitation processes, makes great contributions. In this study, a virtual reality application that can be used with parallel bar mechanism has been implemented by using real-time position data obtained from ultrasonic distance sensor and infrared motion sensor. The data obtained from the sensors were processed and transferred to Unity-3D via Arduino. The position of user on the parallel bar mechanism was determined with location data transferred to Unity-3D, and the behavior of objects in the virtual reality environment was checked according to position of user. As a result of the study, an application that can be used with the parallel bar mechanism and provides real-time virtual reality experience to the users has been obtained.

Keywords: Virtual Reality, Sensors, Physical Therapy and Rehabilitation

1. GİRİŞ

Sanal gerçeklik, bilgisayar ortamında hazırlanmış etkileşimli içeriklerin özel donanımlar aracılığıyla kullanıcılara aktarıldığı ve gerçekçilik hissiyatını en üst düzeyde yaşatan yapay çevreler olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde sanal gerçeklik birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle eğitim, sağlık, üretim, oyun-medya, askeri ve savunma alanlarında sanal gerçeklik uygulamaları sıklıkla tercih edilmektedir. Birçok alanda olduğu gibi sağlık ve tıp hizmetleri de daima teknolojik gelişmeleri kullanmış ve teknolojinin gelişmesine önemli katkılar sunmuştur. Sağlık alanında kullanılan

teknolojilerin hedefleri, sağlıklı halin devam ettirilmesi, hastalıkların erken aşamada engellenmesi ve hastalıkların iyileştirilmesi amacıyla üretilen çözümler bütünüdür (NCHS, 2010). Sağlık teknolojilerinin diğer hedefleri ise sağlık personelinin eğitilmesi ve personelin daha az hata yapmasının sağlanması olarak belirlenmiştir (Seçim ve Pekelman, 1990 – Demirci, 2018). Sanal gerçeklik uygulamaları sağlık alanında farklı amaçlara yönelik kullanılmaktadır. Sağlık araçları ve çalışma ortamının öğrenilmesine yönelik eğitim uygulamaları, cerrahi operasyon simülasyonları, fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları, hastalıkların tanı ve teşhisine yönelik üç boyutlu görselleştirme uygulamaları olarak kullanılmaktadır. Sanal gerçekliğin sağlık hizmetlerinde kullanılmasının hastaların motivasyonunu artıracığı ve interaktif tedavi aracı olacağı belirtilmiştir (Aran ve ark., 2014). Sanal gerçeklik ile çalışmanın hasta bireylerin ilgisini daha fazla çekeceği ve tedaviye katılımı artırarak tedavi sürecinin kısılmasına katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Lányi, 2006).

Literatürde sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanılmasına yönelik farklı çalışmalar bulunmaktadır. Farklı koşulları deneme imkanı veren cerrahi operasyon simülasyonu ve sağlık personelinin eğitilmesine yönelik simülasyon (Arslan ve Erdoğan, 2017) çalışmaları, diş hekimliğinde diş modellerinin görüntülenmesine yönelik (Bulut ve Sönmez, 2020) çalışmalar, eklem hastalıklarının tedavi ve rehabilitasyon uygulaması (Durgut, 2018 – Çabuk, 2019) çalışmaları literatürdeki yerini almıştır. Uygulama ve simülasyon çalışmalarının yanı sıra hastalıkların tedavi ve teşhisi sırasında oluşan ağrı, acı gibi duyarları azaltmaya etkisini ölçmeye yönelik (Kaplan, 2020), sanal gerçekliğin sağlık alanına sunacağı katkıları değerlendirmeye yönelik (Mete, 2018 – Karas, 2019 – Gökgöz, 2020 – Atalay, 2018) araştırma çalışmaları da bulunmaktadır. Literatürde sağlık alanına yönelik yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak sanal gerçekliğin sağlık alanına sunacağı katkıları ölçmeye ve değerlendirmeye yönelik olduğu görülmektedir. Pediatrik (Çocuk) fizik tedaviye yönelik sağlık alanındaki sanal gerçeklik çalışmalarının kısıtlı olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada pediatrik (çocuk) fizik tedavi süreçlerinde, paralel bar mekanizması ile birlikte kullanılacak bir sanal gerçeklik uygulaması gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Sanal gerçeklik uygulaması, fizik tedavi ve rehabilitasyon süreçlerinde sıklıkla kullanılan araçlardan biri olan paralel bar mekanizmasına göre tasarlanmıştır. Uygulama; Unity-3D, sensörler ve Arduino olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bireylerin gerçek zamanlı konum verilerini elde etmek için ultrasonik mesafe sensörü, uygulama içi senaryonun tamamlanacağı konumun belirlenebilmesi için ise kızılötesi hareket sensörü kullanılmıştır.

Ultrasonik mesafe sensörleri, ölçmek istedikleri mesafeyi ürettikleri ses dalgalarının hedefe çarpıp geri dönüş süresini tespit ederek bulmaktadırlar. Uygulama içerisinde kullanılan HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü hedefe olan uzaklığı hesaplayabilmek için temel hız denklemini kullanmaktadır. Mesafe ölçümü için hız denklemi (1)'deki gibidir,

$$X = V \frac{t}{2} \quad (1)$$

Denklemden, hesaplanacak mesafe X (m) ile ifade edilmektedir. V (m/s) ses hızını, t (s) ise ses dalgalarının toplam ulaşım süresini ifade etmektedir. t, engele gidiş ve geliş süresinin toplamını kapsadığından dolayı mesafe hesabında t/2 şeklinde kullanılmaktadır.

Kızılötesi hareket sensörleri, buldukları ortamdaki ani sıcaklık değişimlerine göre hareketi algılamaktadır. Sensörler, ortamda bir hareket algıladıklarında 1 çıkışı üretirken hareket algılamadıkları sürelerde 0 çıkışı üretmektedirler.

Sensörlerden elde edilen gerçek zamanlı veriler Arduino üzerinde işlenerek Unity-3D ile çalışmaya uygun hale getirilmekte ve bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Unity-3D ile Arduino arasındaki bağlantı bir seri iletişim fonksiyonu ile sağlanmıştır. Unity-3D, farklı platformlara iki veya üç boyutlu içerikler üretmek için kullanılan açık kaynak kodlu bir içerik geliştirme platformudur. Bireylere sunulacak olan sanal gerçeklik ortamı Unity-3D ile hazırlanarak, farklı özelliklere sahip nesnelere

yerleştirilmiştir. Uygulama içi senaryo gereği animasyon hareketlerini yapması gereken karakter nesnelere Unity-3D'nin humanoid özelliği eklenmiştir. Böylece karakter nesnelinin insansı animasyon hareketlerini yapması sağlanmıştır. Karakter nesnelinin animasyonları Motion Library animasyon kütüphanesi ile oluşturulmuştur. Sanal gerçeklik ortamının bireylere aktarılabilmesi için sanal gerçeklik gözlüklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Unity-3D ile sanal gerçeklik gözlüğü arasında iletişim kurulabilmesi için Steam VR (Virtual Reality) kütüphanesi kullanılmıştır. Böylece Unity-3D ile oluşturulan sanal gerçeklik ortamının, sanal gerçeklik gözlüğü ile bireylere aktarılması sağlanmıştır.

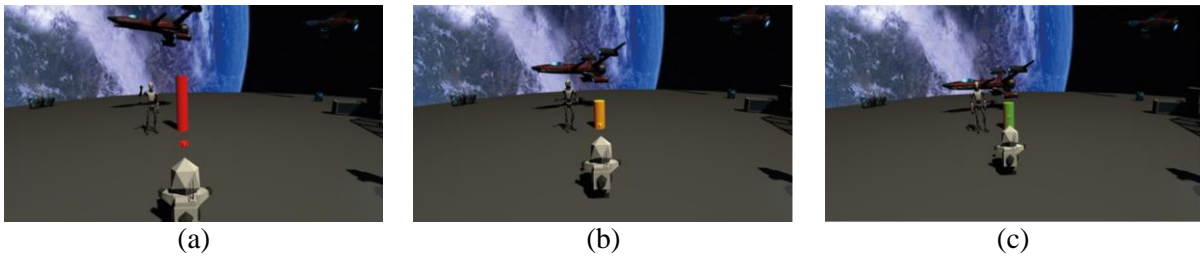
2.1. VRerapy: Pediatrik Fizik Tedavi Uygulaması

Sanal gerçeklik ortamı, uzay temasına uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Paralel bar mekanizması, kullanım esnasında üç aşamalı olacak şekilde düşünülerek sanal gerçeklik ortamındaki nesnelere davranışları kontrol edilmiştir. Uygulama bileşenleri ve sistem çalışma modeli Şekil 1 ile gösterilmektedir.



Şekil 1. Uygulama Bileşenleri ve Sistem Çalışma Modeli

Sensörlerden alınan gerçek zamanlı konum verilerine göre sanal gerçeklik ortamındaki nesnelere davranışları kontrol edilmiştir. Paralel bar mekanizmasında başlangıç noktasından bitiş noktasına doğru ilerlendikçe, bireylerin gerçek zamanlı konum verilerine göre sanal ortamdaki nesnelere renk, boyut, konum gibi özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Ayrıca, sanal gerçeklik ortamına eklenen astronot karakterinin de birey ile birlikte bitiş noktasına doğru hareket etmesi sağlanmıştır. Anlık konum verilerine göre sanal gerçeklik ortamının farklı aşamalarındaki nesne özelliklerinin değişimleri Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Sanal Gerçeklik Ortamındaki Değişimler a) Başlangıç b) Orta c) Bitiş Aşamaları

Sanal gerçeklik ortamında tasarlanan senaryonun bitiş noktası kızılötesi hareket sensörü ile tespit edilmiştir. Bireyler kızılötesi hareket sensörünün bulunduğu konumdan geçiş sağladığında hareket sensörü ile 1 değeri sanal gerçeklik ortamına aktarılmış ve senaryonun başarılı bir şekilde tamamlandığı tespit edilmiştir. Başarılı tamamlanan senaryo sonucu sanal gerçeklik ortamında oluşan değişimler Şekil 3 ile gösterilmektedir.



Şekil 3. Sanal Gerçeklik Ortamı Başarılı Senaryo Sonucu

3. SONUÇ

Literatürde sağlık alanında sanal gerçeklikle ilgili farklı amaçlara yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan çalışmaların, sanal gerçekliğin sağlık alanına yönelik uygulamalarda kullanılması amacıyla yapılan çalışmaların sınırlı olduğu, ağırlıklı olarak sanal gerçekliğin sağlık alanına sunacağı katkıları incelemeye yönelik olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda genellikle sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanılmasının yüksek katkılarının olacağını belirtilmektedir.

Bu çalışma kapsamında gerçek zamanlı (anlık) sensör verilerinin kullanıldığı ve paralel bar mekanizması ile birlikte çalışabilecek bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir. Literatürde kısıtlı olan pediatrik fizik tedavide sanal gerçekliğin kullanımına yönelik örnek bir çalışma oluşturulmuştur. Geliştirilen bu uygulama uzmanlar ile birlikte incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Uzmanlar çalışmanın yenilikçi olduğunu ve pediatrik fizik tedavi süreçlerine katkı sunacağını, uygulama ile birlikte tedavi sürecinde çocukların endişe ve stresinin azalacağını ve böylelikle tedavinin daha verimli olacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanılmasına katkı sağlayacağı ve sanal gerçeklik uygulaması geliştirmek isteyen araştırmacılara örnek olacağı ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Çabuk A., 2019. Kayıp Uzun Sendromu için Artırılmış Gerçeklik Destekli Rehabilitasyon Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Bulut A.C., Sönmez O., 2020. Diş Hekimliği Preklinik Eğitimi için Sanal Gerçeklik Ortamında Diş Modellerinin Oluşturulması: Pilot Çalışma, Turkish Journal of Clinics Laboratory, 2, 42-49.
- Kaplan B., 2020. Çocuklarda Damar Yolu Açma İşlemi Sırasında Oluşan Ağrıyı Azaltmada Sanal Gerçeklik Gözlüğünün Etkisi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Atalay C., 2018. İdiyopatik Parkinson Hastalarında Sanal Gerçeklik Tabanlı Lokomat Eğitiminin Yürüme ve Günlük Yaşam Kalitesine Etkisi, Tıpta Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Fizik Tedavi Rehabilitasyon Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul.
- Lányi C.S., 2006. Virtual Reality in Healthcare. Studies in Computational Intelligence, 19, 87-116.
- Mete E., 2018. Diz Osteoartritli Hastalarda Sanal Gerçeklik Tabanlı Rehabilitasyon Programının Etkinliği, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gökgöz E.R., 2020. Ankilozan Spondilit Hastalarında Uygulanan Sanal Gerçeklik Rehabilitasyon Yaklaşımının Düşme Riski, Denge, Yürüme ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Seçim H., Pekelman T., 1990. Hastanelerde Verimliliği Yükseltici Uygulamalar: Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri. Eskişehir Anadolu Üniversitesi İİBF Dergisi, 8, 1-2.
- Karaş H.E., 2019. Obstetrik Brakiyal Pleksuslu Hastalarda Nintendo Wii ile Sanal Gerçeklik Oyunlarının Üst Ekstremitate Fonksiyonlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- NCHS, 2010. Health, United States, 2009: With Special Feature on Medical Technology, NCHS, Hyattsville (MD).
- Aran O.T., Köse B., Akel S., Öksüz Ç., 2014. Ataksili Bir Bireyde Sanal Gerçeklik Temelli Rehabilitasyon Uygulamasının Etkinliği-Olgu Raporu. Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 2(3), 159-164.
- Aslan R., Erdoğan S., 2017. 21. Yüzyılda Hekimlik Eğitimi: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Hologram, Kocatepe Veterinary Journal, 10(3), 204-212.

- Durgut R., 2018. Sanal Gerçeklik Kullanarak Hareket Temelli Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Uygulamasının Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Demirci Ş., 2018. Sağlık Hizmetlerinde Sanal Gerçeklik Teknolojileri. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 6(1), 35-46.

INCONEL 625 SÜPERALAŞIMININ ALUMİNİD KAPLANMASI ÜZERİNE SICAKLIK ETKİSİ

Cüneyt Koray Gencay

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
cuneytkoraygencay@gmail.com

Ş. Hakan Atapek

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
hatapek@kocaeli.edu.tr

Tuba Yener

Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
tcerezci@sakarya.edu.tr

Fulya Kahrıman

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
fulya.kahrman@kocaeli.edu.tr

Gülşah Aktaş Çelik

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
gulsah.aktas@kocaeli.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, yüksek sıcaklık uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılan Inconel 625 nikel esaslı süperalaşımı halid aktive edilmiş kutu sementasyon yöntemi kullanılarak farklı sıcaklıklarda aluminid kaplanmıştır. Kaplama yapısında düşük sıcaklık yüksek aktivite koşullarının sağlanabilmesi için altlık malzeme ağırlıkça 40 Al + 10 NH₄Cl + 50 Al₂O₃ bileşimine sahip toz karışımı içerisine gömülerek 700 °C sıcaklıkta 2 saat boyunca proseslenmiştir. Yüksek sıcaklık düşük aktivite koşullarının sağlanabilmesi için süperalaşım benzer toz karışımı içerisinde 1000 °C sıcaklıkta 2 saat boyunca proseslenmiştir. Difüzyon kaplamaları sonrası yüzeyde ve kaplama kesitinde mikroyapısal ve mekanik karakterizasyon çalışmaları yapılarak sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen değişimler irdelenmiştir. Yüksek sıcaklıkta altlık malzeme yüzeyinde daha yoğun bir kaplamanın yanısıra daha fazla alüminyum (~ atomik-% 75) birikimi sağlanarak, kaplama kesitinde daha kalın (425 µm) bir aluminid kaplaması elde edilmiştir. Düşük sıcaklıkta yapılan kaplama yapısı 810 HV_{0.5} sertliğine sahip Ni₃Al₂ fazını içermektedir. Yüksek sıcaklıkta yapılan kaplama ile daha sert (1126 HV_{0.5}) ve NiAl bileşimine sahip bir kaplama yapısı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Inconel 625, aluminid kaplama, karakterizasyon, mikroyapı

EFFECT OF TEMPERATURE ON ALUMINIDE COATING OF INCONEL 625 SUPERALLOY

Abstract

In this study, Inconel 625 nickel based superalloy widely used in high temperature applications was coated with aluminide at different temperatures using the halide activated pack cementation method. In order to provide low temperature high activity conditions in the coating structure, the substrate material was embedded in a powder mixture of 40 Al + 10 NH₄Cl + 50 Al₂O₃ (wt.) and processed at 700 °C for 2 h. Superalloy was processed in a similar powder mixture at 1000 °C for 2 h to achieve high temperature low activity conditions. After the diffusion coatings, microstructural and mechanical characterization studies were carried out on the surfaces and coating sections, and all changes depending on process temperature were examined. A thicker (425 µm) aluminide coating was obtained in the coating section by providing a more dense coating on the substrate surface at high temperature, as well as more aluminum (~ atomic-75%) accumulation. The low temperature coating structure had Ni₃Al₂

phase having a hardness value of 810 HV_{0.5}. The coating obtained at high temperature was harder (1126 HV_{0.5}) and had NiAl composition.

Keywords : Inconel 625, aluminide coating, characterization, microstructure

1. GİRİŞ

Günümüzde havacılık ve uzay teknolojilerinde kullanılacak malzemelerin seçiminde yüksek sıcaklığa dayanım, yüksek sürünme direnci, yüksek oksidasyon ve korozyon direnci başta olmak üzere birçok fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliğe gereksinim duyulmaktadır (Xu *et al.*, 2013; Shankar *et al.*, 2001). Süperalaşım bahsi geçen özelliklerin iyi bir kombinasyonuna sahip özgü malzemelerdir. Nikel esaslı süperalaşım, içerdikleri yüksek nikel ve krom içeriklerinden dolayı değişken çalışma koşullarında mikroyapısal ve mekanik kararlılığını koruyabilmekte ve yüksek korozyon direnci sergileyebilmektedir (Choudhury & El-Baradie, 1998). Nikel esaslı süperalaşım, yüksek oksidasyon ve korozyon dayanımları sayesinde jet motor parçaları ve motor türbin kanatlarında oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir. Uçak motor parçalarının yaklaşık % 50'si nikel esaslı süper alaşımlardan oluşmaktadır (Reed, 2006).

Uçak motor parçalarında kullanılan nikel esaslı süperalaşım, motorun çalıştığı 700-950°C sıcaklık aralığında sıcak korozyona ve oksidasyona oldukça elverişli sıcaklıklara maruz kalabilmektedir (Shankar *et al.*, 2001). Her ne kadar kütleli malzeme olarak yüksek sıcaklıklarda çalışma kapasiteleri olsa da, süperalaşımın çalışma koşullarının sağlamış olduğu agresif ortamlara karşı yüzey mühendisliğine ihtiyaç duymaktadır. Yüzey mühendisliği uygulamaları ile alaşımların yüksek sıcaklıklarda daha uzun ömürde çalışması kaçınılmazdır (Nowak & Wierzba, 2018). Termal bariyer ve difüzyon kaplamaları, çalışma koşullarına karşı gereksinim duyulan özelliklerin geliştirilmesi açısından günümüzde uygulanabilen ve iyi bilinen yüzey işlemleridir. Difüzyon kaplama yöntemleri arasında özellikle aluminid kaplamalar yaygın bir kullanıma sahiptir (Visuttipitukul *et al.*, 2010). Aluminid kaplama yapılması ile yüzeyde Al₂O₃ oksit film tabakası oluşturulur. Oluşturulan oksit film tabakası ile oksidasyona karşı dayanım artırılmış olur. Aluminid kaplama yöntemi olarak; elektro kaplama (Tagliaferri *et al.*, 2017), termal sprey püskürtme (Sasaki *et al.*, 2011), kimyasal buhar biriktirme (Bezverkhy *et al.*, 2012), kutu sementasyon (Priest & Zhang, 2015) ve sıcak daldırma (Wang & Chen, 2006) ile kaplama kullanılmaktadır.

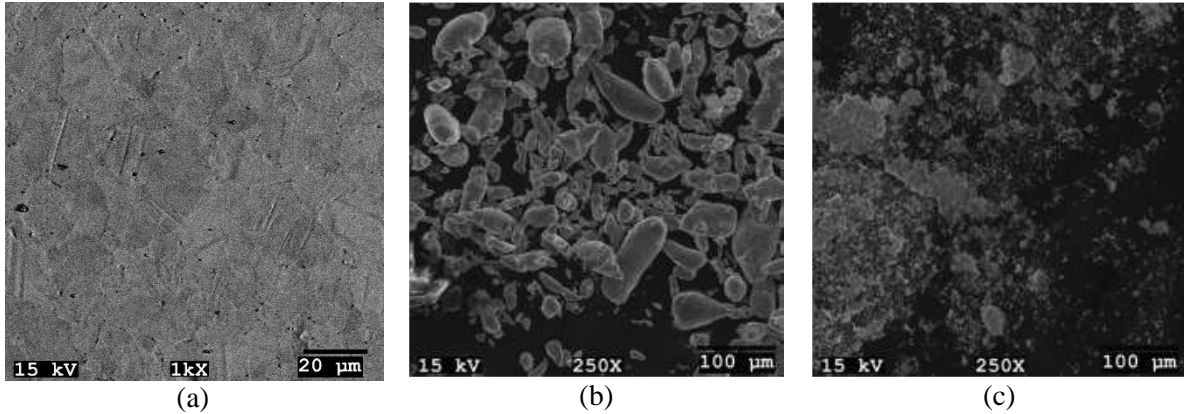
Kutu sementasyon ile aluminid kaplama, hem değişken boyutlarda iş parçalarına yönelik uygulama pratiğinin olması ve hem de nispeten diğer yöntemlere göre daha ekonomik olması nedeniyle tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntem esasen seçilen işlem sıcaklığına ve ortam aktifliğine göre düşük sıcaklık yüksek aktivite koşullarında ve yüksek sıcaklık düşük aktivite koşullarında uygulanabilmektedir. Sementasyon işleminde belirli bir oranda metal kaynağı, aktivatör ve inert malzeme içeren bir toz karışımı kullanılır. Metal kaynağı olarak kullanılan alüminyum tozları değişken morfolojide ve boyut aralığında olabilir. Aktivatör olarak halid tuzları kullanılmaktadır. Ortamda çoğunlukla oksidasyonu önlemesi açısından inert malzeme olarak alumina tozlarının bulunması fayda sağlayacaktır (Atapek *et al.*, 2020a).

Hazırlanan karışım içerisine gömülen iş parçası yüzeyinde kullanılan karışıma, sıcaklık ve süre gibi ısı işlem parametrelerine bağlı olarak değişken metalurjik yapıda ve kalınlıkta difüzyon kaplaması oluşturulur. Alüminyum difüzyonu ile Ni₂Al₃, NiAl gibi alüminyumca zengin katı ergiyik fazlarından oluşan homojen ve sürekli bir kaplama tabakası oluşturulabilmektedir. Yüzeyde oluşturulan alüminyumca zengin β-NiAl kaplama tabakası yüzeyde Al₂O₃ oksit film tabakası oluşumuna katkı sağlar ve malzeme ömrünün uzamasını için oksidasyona karşı direnç gelişmiş olur. Yapılan çalışmalar karışım toz oranı ve boyutunun oluşacak olan Ni-Al katı ergiyiğinin metalurjik yapısını ve dolayısı ile mekanik ve kimyasal özelliklerini de etkilediğini göstermektedir (Naderi *et al.*, 2018, Atapek *et al.*, 2020b). Yüksek Ni-Al içeriğine sahip, porozite içermeyen, yüzeye iyi tutunmuş ve sürekli bir film yapısında olan difüzyon kaplamaları altlık malzemeye kıyasla hem daha yüksek sertlik değerleri hem de yüksek sıcaklık çevrimsel oksidasyon testlerinde daha yüksek oksidasyon direnci sergileyebilmektedir (Atapek *et al.*, 2020b).

Bu çalışmada, nikel esaslı bir süperalaşım olan Inconel 625 alaşımının yüzeyi halid aktive edilmiş kutu sementasyon yöntemi kullanılarak kaplanmış ve kaplama yapısı üzerine seçilen proses sıcaklığın etkisi incelenmiştir. Difüzyon kaplamalarının yüzey karakteristiği, birikimin morfolojisi ve kaplama kesitlerinde elementel dağılımlar karakterize edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

DeneySEL çalışma kapsamında, altlık malzeme olarak bir nikel esaslı süperalaşım olan Inconel 625 kullanılmıştır. Alaşım, Şekil 1a'da gösterildiği üzere ikizlenmiş östenitik matrikse sahip tek fazlı katı ergiyik yapısındadır. Süperalaşımından 5 x 5 x 5 mm boyutlarında numuneler hassas kesme ile elde edilmiş ve yüzeyleri metalografik olarak hazırlanmıştır. Bu aşamada, numune yüzeyleri sırası ile 320, 600, 1000 ve 2500 mesh'lik zımpara kağıtları ile zımparalanmıştır. Numuneler alkol ile temizlenerek yüzey modifikasyon işlemine hazır hale getirmiştir. Yüzey modifikasyonu halid aktive edilmiş kutu sementasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, metal kaynağı olarak alüminyum tozlarının, aktivatör olarak amonyum klorür tozunun ve inert malzeme olarak alüminyum oksit tozunun yer aldığı bir karışım hazırlanmıştır. Karışım içeriği, ağırlık-% 40 Al + 10 NH₄Cl + 50 Al₂O₃ bileşimindedir. Karışımında kullanılan alüminyum tozu % 99 saflıkta ve 10-75 µm boyut aralığında olan ligament şekilli tozlardır (Şekil 1b). Aktivatör olarak kullanılan amonyum klorür tozu ise % 99.5 saflıkta, moleküler ağırlığı 53.49 g/mol ve lineer formülü NH₄Cl olan bir malzemedir. İncert malzeme olarak ~ 1 µm boyutta alumina tozu kullanılmıştır (Şekil 1c). Kroze içerisine yerleştirilen numuneler hazırlanan toz ile tamamen kaplanmış ve oksitlenmeyi tamamen indirgeyebilmek için kroze seramik esaslı bir kapak ile kapatılmıştır. Hazırlanan tozlar kullanılarak alüminid kaplamalar, laboratuvar tipi bir fırın içerisinde 700 ve 1000 °C sıcaklıklarda 2 saat proseslenmiştir. Proses ortamında herhangi bir koruyucu atmosfer oluşturulmamıştır. Proseslenmiş malzemeler fırından alınmış, oda sıcaklığına soğutulmuş ve alkol içerisinde 30 dakika ultrasonik olarak temizlenmiştir. Yüzey modifikasyonları sonrası numune kesitlerinde metalografik işlemler gerçekleştirilmiş ve bu işlemler sonrası kesitte mikroskopik çalışmalar eşliğinde metalurjik analizler yapılabilmektedir. Metalografik işlemler standart yüzey hazırlama prosedürü içermektedir. Kaplanmış malzeme yüzeyleri, kaplamaların kesit incelemeleri ve metalurjik analizler SEM-EDS çalışmaları ile yapılmıştır.

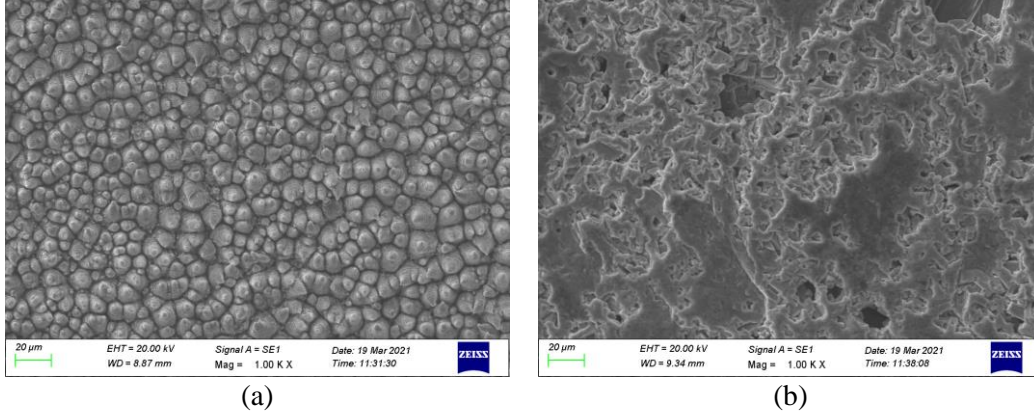


Şekil 1. (a) Inconel 625 alaşımının dağlanmış konumunda mikroyapısını, (b) karışımında bulunan alüminyum tozunu ve (c) alumina tozunu gösteren SEM görüntüleri.

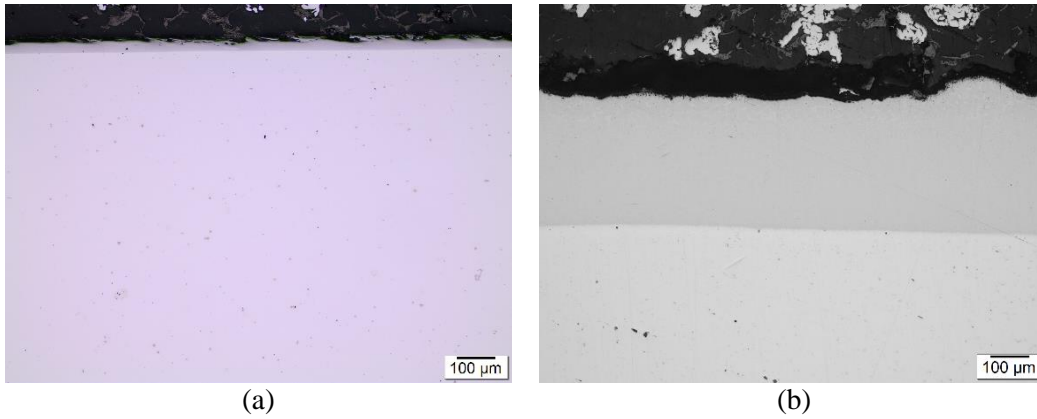
3. SONUÇLAR

Şekil 2'de 700 ve 1000 °C sıcaklıkta 2 saat prosesleme sonrası elde edilen alüminid kaplamaların yüzeylerine ait SEM görüntüleri verilmiştir. Düşük sıcaklık prosesleme ile yüzeyde gözenekli bir birikim tabakası oluşmuştur (Şekil 2a). Ancak yüksek sıcaklık prosesleme ile yüzeyde daha yoğun bir tabaka yapısına ulaşılmıştır (Şekil 2b). Yüzeyler üzerine EDS çalışmaları yapılarak yüzeyde bulunan tabakaların alüminyum içeriği de belirlenmiştir. Düşük sıcaklık prosesleme ile yüzeyde ~ atomik-% 60 Al birikimi sağlanabilmektedir. Sıcaklığın artırılması halinde ise bu birikim tabakasında ~ atomik-% 75 seviyesinde alüminyumun var olduğu tespit edilmiştir. Düşük sıcaklıkta yapılan kaplama ile altlık malzeme yüzeyinde birim alan başına 99×10^{-4} gramlık bir birikim tespit edilmiş iken, bu birikim yüksek sıcaklık proseslemede 152×10^{-4} gram seviyesindedir.

Kaplamaların kesitlerine ait IM görüntüleri Şekil 3’de verilmiştir. Kesit incelemeleri iç oksidasyon içermeyen, homojen ve sürekli kaplama yapılarının var olduğunu göstermiştir. Proses sıcaklığı kaplama kalınlığına etkide bulunmuştur. Proses sıcaklığının 700 °C olması halinde yüzeyde ~ 36 µm kalınlıkta Al-ca zengin bir kaplama yapısı oluşmuştur. Sıcaklığın 1000 °C olması halinde ise bu kalınlık artarak ~ 425 µm seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 2. Farklı sıcaklıklarda prosesleme sonrası kaplama yüzeylerinin SEM görüntüleri; (a) 700 °C ve (b) 1000 °C.

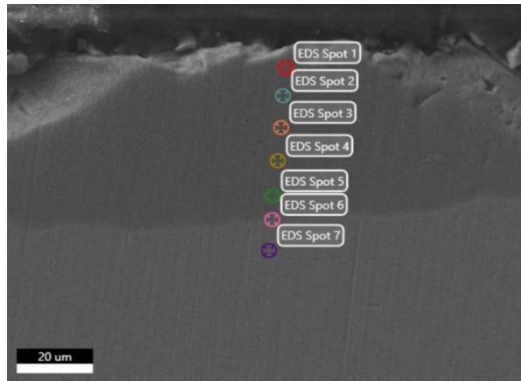


Şekil 3. Farklı sıcaklıklarda proseslenmiş aluminid kaplamalara ait IM görüntüleri; (a) 700 °C ve (b) 1000 °C.

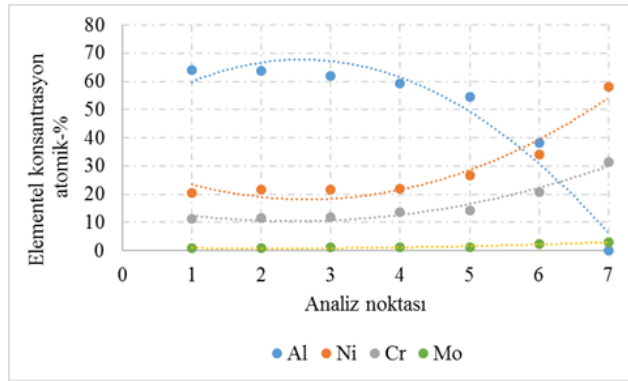
Şekil 4 ve Şekil 5’de sırası ile 700 ve 1000°C sıcaklıklarda aluminid kaplanmış altlık malzemelerin kesitlerine yönelik SEM-EDS çalışma çıktıları verilmiştir. Şekil 4a ve Şekil 5a’dan da görüleceği üzere altlık malzeme yüzeylerinde homojen bir kaplama yapısı mevcuttur. Düşük sıcaklık yüksek aktivite koşulunda yüzeyden merkeze elementel konsantrasyon dağılımları incelendiğinde 700 °C sıcaklıkta 2 saatlik bir işlemde yüzeyde maksimum alüminyum konsantrasyonu ~ atomik-% 65 seviyesinde iken daha yüksek sıcaklıkta ve düşük aktivite koşulları olan 1000 °C sıcaklıkta 2 saatlik bir işlemde yüzeyde maksimum alüminyum konsantrasyonu ~ atomik-% 78 seviyesinde olduğu görülmüştür. EDS analizlerinin yüzeyden merkeze doğru Ni-Al stokiyometrilere değerlendirildiğinde, düşük sıcaklık prosesleme ile yüzeyde çoğunlukla Ni₂Al₃ fazı oluşmuştur. Daha yüksek sıcaklıkta yapılan prosesleme ile nispeten daha yüksek alüminyum içeriğinden dolayı NiAl fazı yer almaktadır.

Farklı sıcaklık ve sürelerde yapılan aluminid kaplamalar sonrası yüzeyde oluşturulan tabakaların sertliği de değişkenlik göstermiştir. Aynı zamanda altlık malzemenin sertlik değeri de uygulanan ısı işlemine bağlı olarak değişebilmektedir. Tedarik edilen malzeme sertliği 353 ± 2.1 HV_{0.5} iken 700 °C sıcaklıkta 2 saatlik bir işlem sonrası altlık malzeme sertliği 306.5 ± 2.6 HV_{0.5} değerine azalmıştır. Altlık malzemenin ergime sıcaklığının yarı sıcaklığına karşılık gelen proses sıcaklığında 2 saatlik bir işlem nedeni ile yumuşamanın gerçekleşmesi olasıdır. Proses sıcaklığının 1000 °C sıcaklığa artırılması ile 2 saatlik bir işlem sonrası bu sertlik değeri daha da azalmış olup, matriks sertliği 252.5 ± 3.2 HV_{0.5} olarak

belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta olası bir tane kabalaşması bir sertlik azalmasına da katkı verecek niteliktedir. Düşük sıcaklık proselme ile oluşturulan kaplamanın sertliği $\sim 810 \pm 2.6 \text{ HV}_{0.5}$ seviyesindedir. Daha yüksek sıcaklıkta yapılan proselme, yüzeyde daha yoğun ve kalın bir kaplamanın oluşmasına neden olmuştur. Bu kaplamanın kesit yüzey sertliği $\sim 1033 \pm 2.8 \text{ HV}_{0.5}$ seviyesindedir.

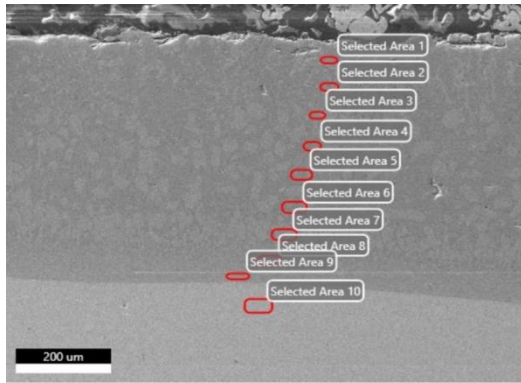


(a)

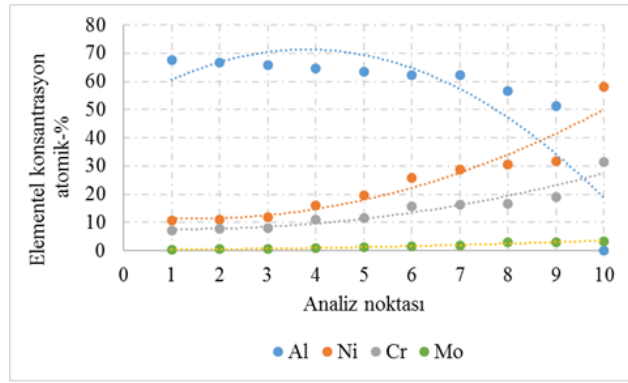


(b)

Şekil 4. (a) 700 °C sıcaklıkta 2 saat proselme sonrası elde edilen aluminid kaplamaya ait SEM görüntüsü ve (b) nokta analizlerine karşılık gelen elementel konsantrasyon değişimi.



(c)



(d)

Şekil 5. (a) 1000 °C sıcaklıkta 2 saat proselme sonrası elde edilen aluminid kaplamaya ait SEM görüntüsü ve (b) nokta analizlerine karşılık gelen elementel konsantrasyon değişimi.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Inconel 625 alaşımının yüzeyi halid aktive edilmiş kutu sementasyon yöntemi kullanılarak düşük sıcaklık yüksek aktivite ve yüksek sıcaklık düşük aktivite koşullarında aluminid kaplanmıştır. Mikroskopik çalışmalar, özellikle yüksek sıcaklıkta yapılan yüzey işleminde herhangi bir iç oksidasyon gerçekleşmeden yüksek seviyede alüminyum birikiminin sağlanabildiğini ve böylece kalın bir aluminid tabakasının oluşturabileceğini göstermiştir. Yapılan mekanik karakterizasyon çalışmaları da daha yüksek sıcaklıkta yapılan proses ile daha sert bir kaplamanın oluşacağını ortaya koymuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışmada, KOU-2019/022 ve FMP-2019-1628 no'lu projelerin çıktılarını kullanılmıştır. Yazarlar desteklerinden dolayı KOÜ-BAP'a teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

- ATAPEK Ş. H. *et al.*, (2020a), Aluminid kaplanmış Inconel 625 alaşımının karakterizasyonu, Anadolu 5. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, Bildiriler Kitabı, 187-195.
- ATAPEK Ş. H. *et al.* (2020b), Kutu sementasyon yöntemi ile Inconel 625 alaşımının yüzey modifikasyonu ve oksidasyon davranışının incelenmesi, Anadolu 5. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, Bildiriler Kitabı, 196-205
- BEZVERKHYY I. *et al.* (2012), Optimisation of nickel aluminising by CVD, *Defect and Diffusion Forum*, 323-325, 367-372.

- CHOUDHURY I. A. & EL-BARADIE M. A. (1998), Machinability of nickel-base superalloys: A general review, *Journal of Materials Processing Technology* (77), 278-284.
- NADERI M. *et al.* (2018), Cyclic oxidation behavior of uncoated and aluminum-rich nickel aluminide coated Rene-80 superalloy, *Advanced Ceramics Progress*, 4(3&4), 1-7.
- NOWAK W. J. & WIERZBA B. (2018), Effect of surface treatment on high-temperature oxidation behavior of IN 713C, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 27, 5280-5290.
- PRIEST M. S. & ZHANG Y. (2015), Synthesis of clean aluminide coatings on Ni-based superalloys via a modified pack cementation process, *Materials and Corrosion*, 66(10), 1111-1119.
- REED R. C. (2006), *The Superalloys-Fundamentals And Applications*, Cambridge University Pres, New York, 4-49.
- SASAKI T. *et al.* (2011), Aluminizing of TiAl-based alloy using thermal spray coating, *Surface and Coatings Technology*, 205(13-14), 3900-3904.
- SHANKAR V. *et al.* (2001), Microstructure and mechanical properties of Inconel 625 superalloy, *Journal of Nuclear Materials*, 288(2-3), 222-232.
- TAGLIAFERRI L. *et al.* (2017), Aluminizing via ionic liquid electrodeposition and pack cementation: a comparative study with Inconel 738 and a CoNiCrAlY, *Coatings*, 7(6), 83.
- VISUTTIPITUKUL P. *et al.* (2010), Aluminizing of nickel-based superalloys grade IN 738 by powder liquid coating, *Materials Transactions*, 51(5), 982-987.
- WANG C. J. & CHEN S. M. (2006), Microstructure and cyclic oxidation behavior of hot dip aluminized coating on Ni-base superalloy Inconel 718, *Surface and Coatings Technology*, 201(7), 3862-3866.
- XU F. *et al.* (2013), Effect of heat treatment on microstructure and mechanical properties of Inconel 625 alloy fabricated by pulsed plasma arc deposition, *Physics Procedia*, 50, 48-54.

İÇME SUYU DAĞITIM SİSTEMLERİNDE MEYDANA GELEN ARIZALARIN ANALİZİ

İsmail Alptekin

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği
ismailaltekinn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-00811-7700

Burak KIZILÖZ

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İSU Genel Müdürlüğü, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı
bkiziloz@isu.gov.tr, ORCID: 0000-0001-5243-8889

Serkan ENGİN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
serkan.engin@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9214-237X

Özet

Kentsel su dağıtım şebekelerinde meydana gelen arızalar, sistem sürekliliğinin kesintiye uğramasının yansira ciddi su kayıplarının oluşması, su kalitesinin bozulması, tüketici konforunun zarar görmesi, kamu harcamalarının ve trafik yoğunluğunu artması gibi olumsuzlukları da beraberinde getirir. Bu durum, su dağıtım sistemlerinde geçmiş yıllarda oluşan arızaların analiz edilerek gelecekte olması muhtemel arızalara karşı alınacak önlemleri en az maliyet ve iş gücüyle optimum şekilde çözmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, Kocaeli İl'inin Darıca ve Çayırova ilçelerinde sahada koordinatlı olarak ölçülerek kayıt altına alınmış ve Coğrafi Bilgi Sistemine aktarılmış 2019-2020 yıllarını kapsayan arızalar kullanılarak aylık ve mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Bununla birlikte Qgis programı ile arızalar için yoğunluk haritaları tasarlanmıştır. Geliştirilen haritalar kullanılarak gelecekte oluşabilecek arızalara dair su idarelerinin öngörülerde bulunulması hedeflenmiştir. Ayrıca arıza yoğunluk haritalardan elde edilen çıkarımlar ile idarelerin bütçeleri doğrultusunda yatırım alanlarını belirlemeleri, yatırımlarını önceliklendirmeleri ve su kayıplarını azaltılmaları amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su dağıtım sistemleri, arıza analizi, su kayıpları, arıza yoğunluk haritası, Qgis.

ANALYSIS OF FAILURES OCCURRING IN DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEMS

Abstract

Failures in urban water distribution networks bring certain problems in its train such as water losses, decrease in water quality, damage in consumer comfort, increase in public expenditures and traffic density besides interruption of system continuity. Therefore, it is necessary to analyze the current failures in water distribution systems to prevent possible failures in the future in an optimum way with the least cost and labor force. In this study, the monthly and seasonal changes have been analyzed by using the failures that were recorded coordinately between 2019 and 2020 in the districts of Kocaeli city, Darıca and Çayırova, and that were transferred to the Geographical Information System. On the other hand, the failure intensity maps have been also designed through the Qgis program. This study aims to guide water utilities to make predictions about future failures through the developed maps and to determine investment areas in line with their budgets by reducing water losses and prioritizing their investments.

Keywords: Water distribution systems, failure analysis, water losses, failure intensity map, Qgis.

1. Giriş

Büyükşehir sınırları içerisinde kesintisiz olarak işletilen su dağıtım şebekeleri önemli alt yapılardan birisidir. Bu şebekeler, temin edilen kaliteli ve yönetmeliklere uygun içme suyunu uygun işletme basıncında tüketiciye kadar ulaştırmak ile sorumludur. Su dağıtım şebekeleri dağıtım ve iletim hatları, vanalar, pompalar, yangın hidrantları, su depoları, vantuz, tahliye gibi çeşitli birleşenlerden oluşur (Şişman ve Kizilöz, 2020). Bu birleşenlerin herhangi birinde oluşan arızalar, uzun süreli su kesintilerine,

su kalitesinin düşmesine, şebeke basıncının azalmasına, tüketici memnuniyetsizliğine, su, enerji ve ekonomik kayıplara yol açar. Bu neden ile, idarelerin şebekelerini sürdürülebilir ve yönetilebilir bir anlayış ile işletebilmeleri için oluşan arızaları analiz etmeleri, yorumlayabilmeleri ve azaltıcı aktiviteleri uygulamaları önemli bir konudur.

Hizmet süreleri boyunca su dağıtım şebekelerinde oluşan arızalar fiziksel, hidrolik veya su kalite kaynaklı olabilir (Filion ve ark., 2007; Gheisi ve ark., 2016). Fiziksel arızalar borunun derinliği, çapı, uzunluğu, cinsi vb. karakteristiklerinden kaynaklı olup literatürde yaygın bir şekilde çalışılmıştır (Rajani ve Kleiner, 2001, Kanakoudis 2004, Cantos ve Juran, 2018). Hidrolik arızalar yaşa ve korozyona bağlı olarak borunun sertliğinin artması, tüm şebekenin hidrolik bütünlüğünün zayıflaması ve sistemin debi kapasitesinin tüketimden fazla olması durumlarında görülebilir (Cantos ve Juran, 2018). Su kalite arızaları ise kimyasal reaksiyon, içsel korozyon, kirlenici intrüzyon (kazara veya kasti), nitrifikasyon ve benzeri etkilerden kaynaklanabilir (NRC, 2016). Bazı arızalar ise mevcut işletilen şebekenin yetersiz olması nedeni ile kronik olup, problemin çözümü uzun dönemli yatırımlar gerektirir (Walski ve ark., 2003).

Sıcaklık ve kuraklık gibi hava koşulları su dağıtım şebekelerindeki arızalar üzerinde oldukça etkilidir (Lauçelli ve ark., 2014, Wols ve ark., 2013, Kutylowska ve Orłowska-Szostak, 2016). Mevsimsel sıcaklık değişimleri dikkate alınarak yapılan literatür çalışmalarında kış periyotlarında su dağıtım şebekelerinde arızaların arttığı gözlemlenmiştir (Wols ve ark., 2013, Lauçelli ve ark., 2014, Kutylowska ve Orłowska-Szostak, 2016). Ayrıca kuraklık periyotları boyunca zeminin oturması sonucunda arıza oranlarının arttığı bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Clayton ve ark., 2010, Gould ve ark., 2011). Bir diğer çalışmada Wols ve ark. (2019) Hollanda su dağıtım şebekesinde oluşan arızalar üzerinde sıcaklık, rüzgâr ve kuraklık gibi meteorolojik parametrelerin etkisini incelemiştir. Araştırmacılar düşük sıcaklıklarda demir boru arızalarının ve yüksek sıcaklıklarda ise asbest boru arızalarının arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca ciddi fırtınalar sonrasında ağaçların kökünden sökülmesi sebebiyle ilave şebeke arızalarının oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Su dağıtım şebekelerinde arızaların bir kısmı yüzeye çıkarak görülebilirken önemli bir kısmı da yüzeye çıkmayarak görülemeyen arızalardır. Literatürde yüzeye çıkan arızalar su idaresine bir şekilde bildirildiği için rapor edilen sızmalar, yüzeye çıkmayan arızalar ise rapor edilmemiş sızmalar olarak adlandırılır. Aktif sızıntı kontrol metodları kullanılarak rapor edilmemiş sızmalar giderilebilir.

Çeşitli sebeplerden kaynaklanan arızaların hızlı bir şekilde tespit edilmesi, yönetilmesi, onarılması ve su kayıplarının önlenmesi idarelerin ekonomileri açısından üstesinden gelinmesi gereken önemli bir konudur. Su dağıtım şebekelerinde başarılı bir arıza yönetimi üç ana aşamadan oluşur: 1-SCADA, akıllı sayaç ve şebeke sensörleri gibi izleme sistemleri ile verilerin toplanması ve sonra görsel analizlerinin yapılarak arıza kaynaklarının tespit edilmesini sağlayan bir tespit sistemi, 2-Gerçek zamanlı alarm sistemi ve 3-Negatif etkileri ortadan kaldırmak için cevap ve karar sistemidir (Boulos ve Wiley, 2013, Lauçelli ve Giustolisi, 2015, Butler ve ark., 2017).

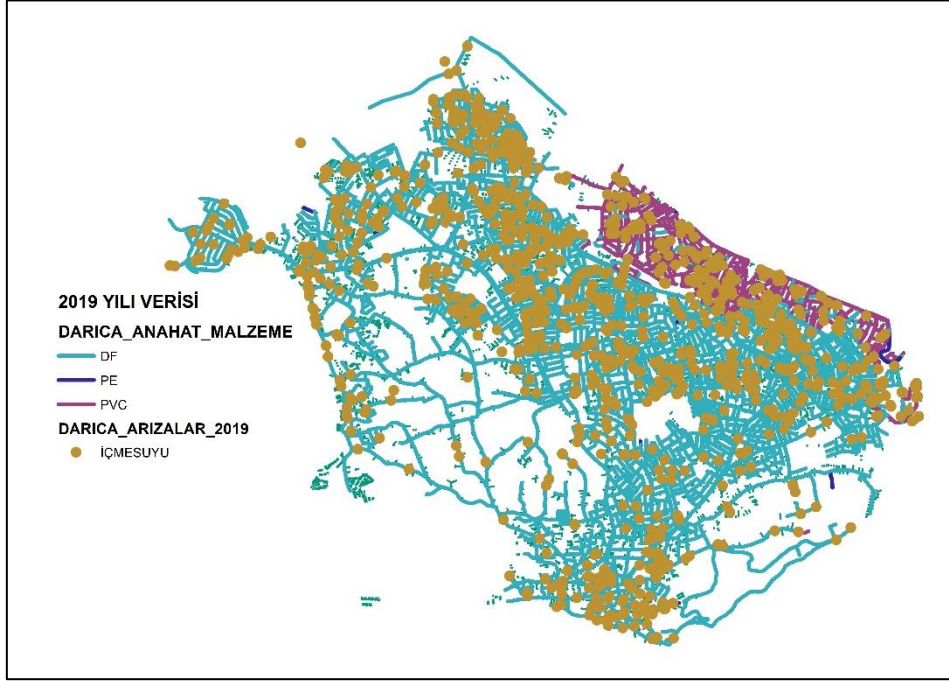
Bu çalışmada Çayırova ve Darıca ilçelerinin 2019 ve 2020 yılları arasında saha da koordinatlı olarak ölçülmüş ve Coğrafi Bilgi Sistemine aktarılmış şebeke ve servis bağlantı arızaları analiz edilmiş ve ArcMap programı yardımıyla arıza yoğunluk haritaları oluşturulmuştur. Tasarlanan haritalar ile arıza yoğunluğu olan bölgeler görselleştirilerek idarelerin yatırım alanlarını belirlemesi ve önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca görsel olarak arıza yoğunluğu azalan bölgelerde yapılan iyi çalışmaların diğer bölgelerde de uygulanması hedeflenmiştir. Geliştirilen bu yoğunluk haritalarının su idarelerinin yatırım planlamalarında doğru karar verebilmesine katkı sağlaması düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

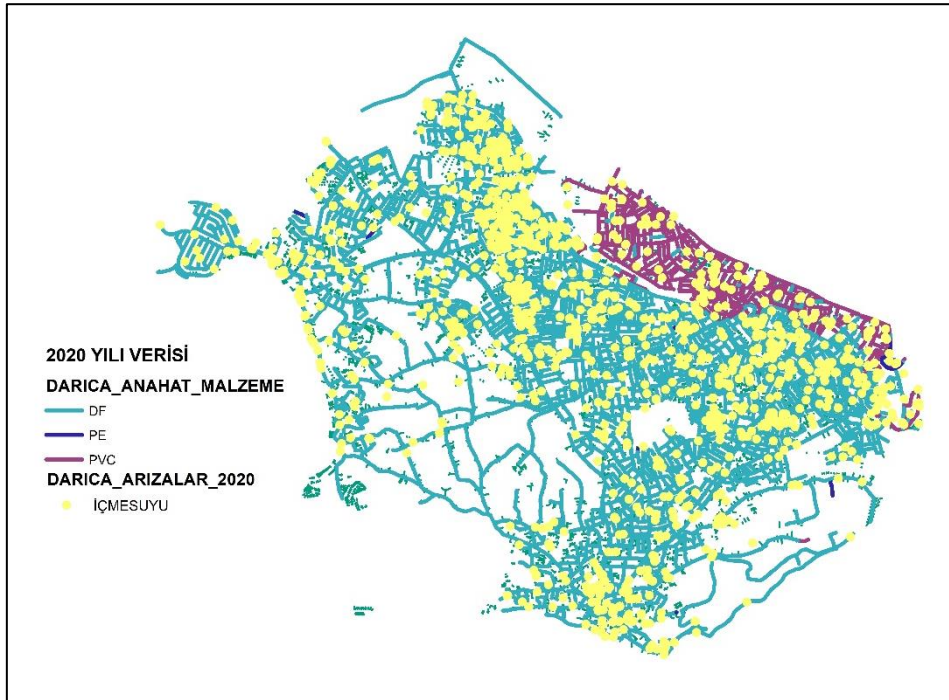
2.1.Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak 12 ilçeye sahip olan Kocaeli'nin Darıca ve Çayırova ilçeleri seçilmiştir. Darıca ilçesi, Gebze ilçesinin 7 km güney batısına, İzmit Merkez ilçesinin 56 km batısına ve Kocaeli yarımadasının güney kıyı şeridi üzerinde kurulmuş olup, yüzölçümü 114 km²'dir. Darıca ilçesinin 2021 yılı nüfusu toplam 214.716 kişidir. 2020 yılı sonu itibarı ile şebekeye giren toplam su miktarı

13.859.676,84 m³ ve su kayıp oranı %24 olarak gerçekleşmiştir. Bölgenin abone sayısı ise 81.483'dür (İSU 2020). İlçenin toplam şebeke uzunluğu 2019 yılında 388 km iken yapılan imalatlar sonucunda 2020 yılında 395 km'ye ulaşmıştır. Darıca su dağıtım şebekesinin %87'si DF, %11'i PVC ve %2'si PE borulardan oluşmaktadır. Arcgis programı kullanılarak Şekil 1'de Darıca ilçesinde 2019 yılında içmesuyu şebeke sisteminde oluşan arıza noktaları koordinatlı olarak gösterilmiştir. Toplam 1090 arızanın %3'ü şebeke ve %97'si ise servis bağlantı noktalarında gerçekleşmiştir. Şekil 2'de 2020 yılı içinde oluşan 1445 arıza noktasının koordinatları verilmiştir. Sistem üzerinde gerçekleşen tüm arızaların yüzdesel dağılımları incelendiğinde şebeke arızaları %4'e ve servis bağlantı arızaları ise %96'ya karşılık gelmektedir.

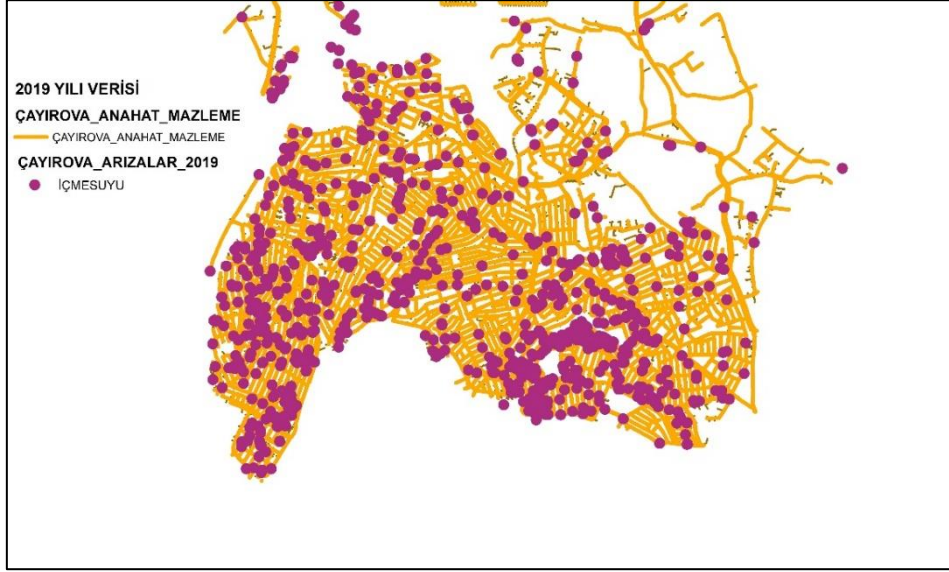


Şekil 1. Darıca ilçesi 2019 yılı arıza koordinatları

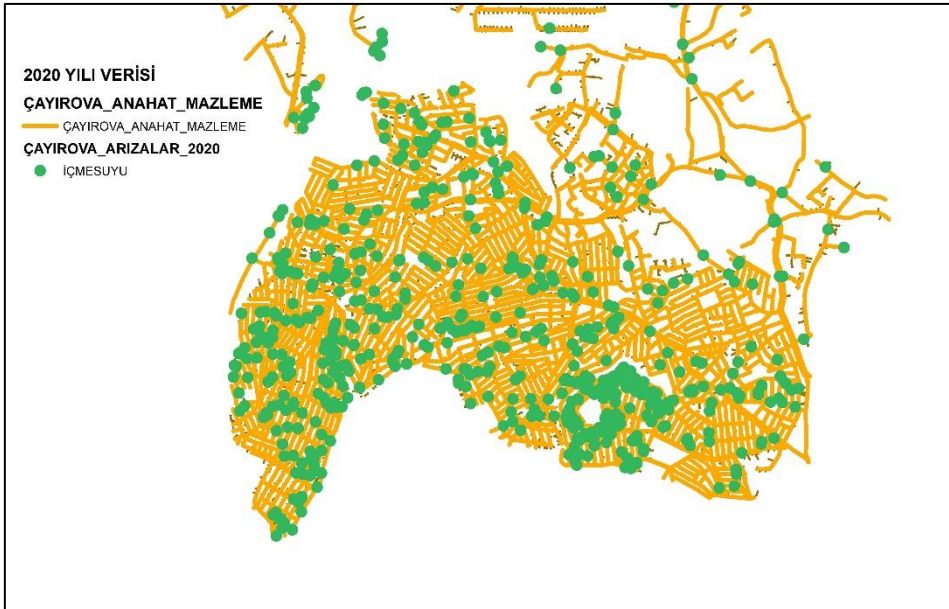


Şekil 2. Darıca ilçesi 2020 yılı arıza koordinatları

Çalışma alanı olarak seçilen bir diğer bölge olan Çayırova, Kocaeli'nin en batısında bulunan ve İstanbul'un Tuzla ilçesine komşu bir lokasyondadır. Kuzeyi Şile, güneyi Darıca ve doğusu Gebze ile çevrili olan bölgenin yüz ölçümü 29 km² ve 2021 yılı nüfusu 140.274'dür. Bu yıl itibarıyla bölgenin toplam su temin miktarı 10.916.213,95 m³, su kayıp oranı %25 ve şebeke uzunluğu ise 347 km'dir. Bölgede bulunan toplam abone sayısı ise 53.815'dir (İSU 2020). Çayırova'nın altyapısının %60'ı PE, %19'u PVC ve %21'i DF borulardan meydana gelmektedir. Bölgenin alt yapı sisteminde ölçülen ve kayıt altına alınan şebeke ve servis bağlantı arızaları Şekil 3'de gösterilmiştir. Toplam 1381 adet arızanın yüzdesel dağılımı ana hat üzerinde %17 ve abone bağlantılarında ise %83 olarak 2019 yılında gerçekleşmiştir. Şekil 4'de koordinatlı olarak gösterilen 2020 yılına ait toplam arızaların %12'si hat üzerinde ve %88'i de abone bağlantılarında oluşmuştur.



Şekil 3. Çayırova ilçesi 2019 yılı arıza koordinatları

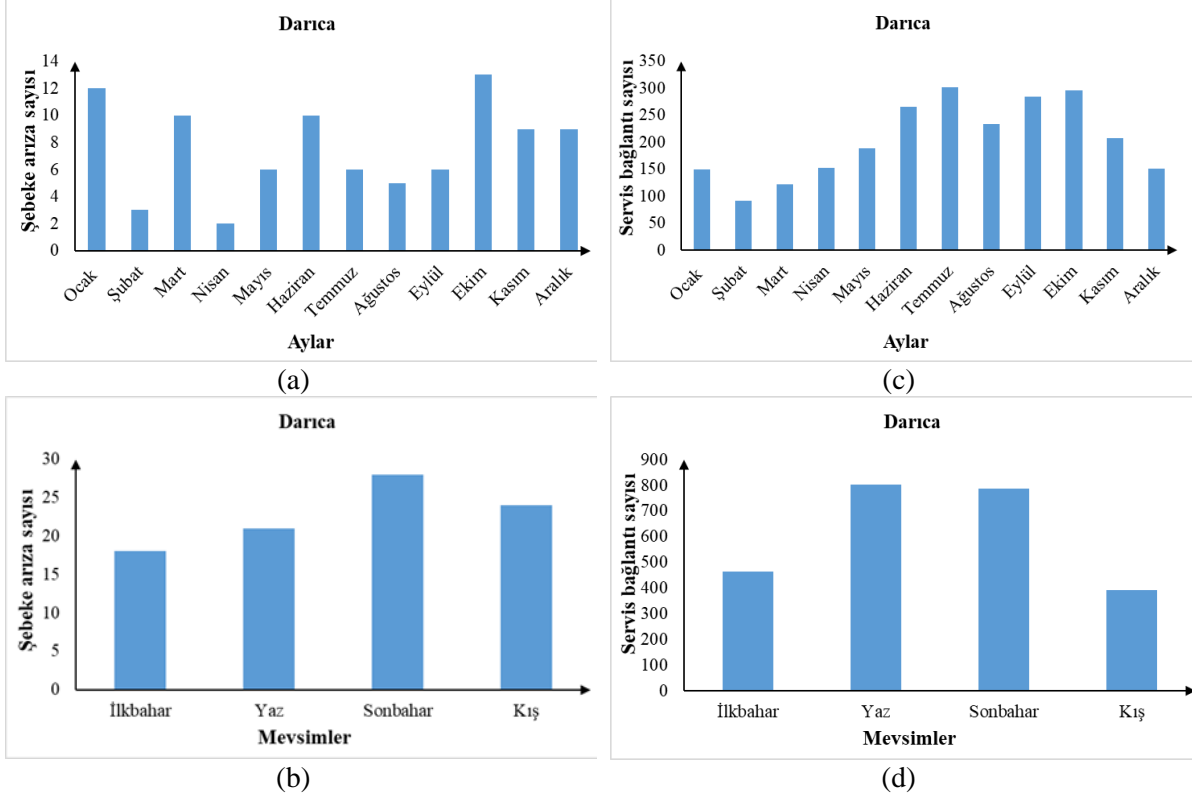


Şekil 4. Çayırova ilçesi 2020 yılı arıza koordinatları

2.2.Uygulama

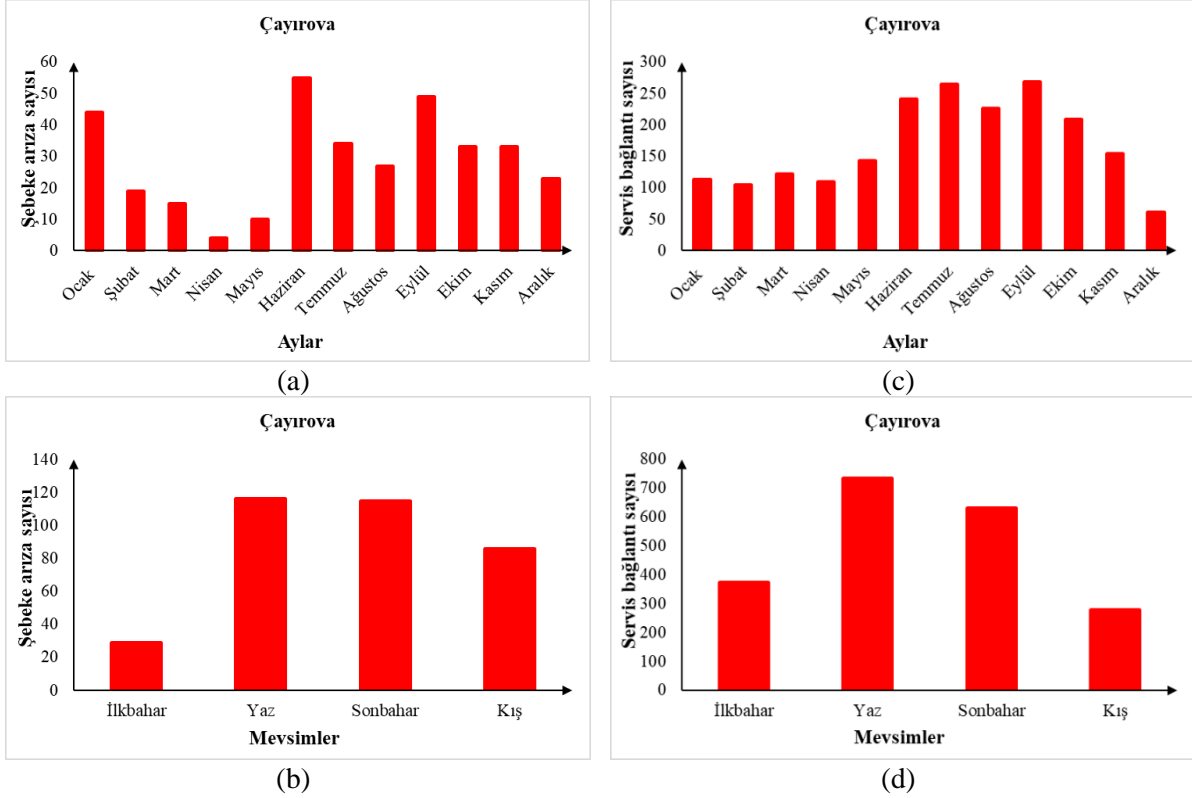
Çalışmanın bu aşamasında 2018 ve 2019 yılları arasında ilçelerde ölçülerek kayıt altına alınmış toplam 4899 adet veri kullanılmıştır. Şekil 5a'da Darıca ilçesinde gerçekleşen aylık şebeke arızaları sunulmuştur. Ocak, Haziran ve Ekim aylarında en fazla Şubat ve Mart aylarında ise en az şebeke arızaları gerçekleşmiştir. Şebeke arızaları mevsimsel olarak Şekil 5b'de değerlendirilmiş olup

sonbaharda en fazla ve ilkbaharda en az arızalar oluşmuştur. Şekil 5b’de sonbahardan kışa ve kıştan ilkbahara geçişlerde arıza sayılarında azalmalar görülmektedir. Benzer şekilde servis bağlantılarındaki arızalar incelendiğinde Haziran, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında arızalar maksimum iken Şubat ve Mart aylarında minimumdur (Şekil 5c). Yaz ve sonbaharda servis bağlantı arızalarının birbirine yakın olduğu Şekil 5d’de açıkça görülmekte olup en düşük arıza kışın meydana gelmiştir.



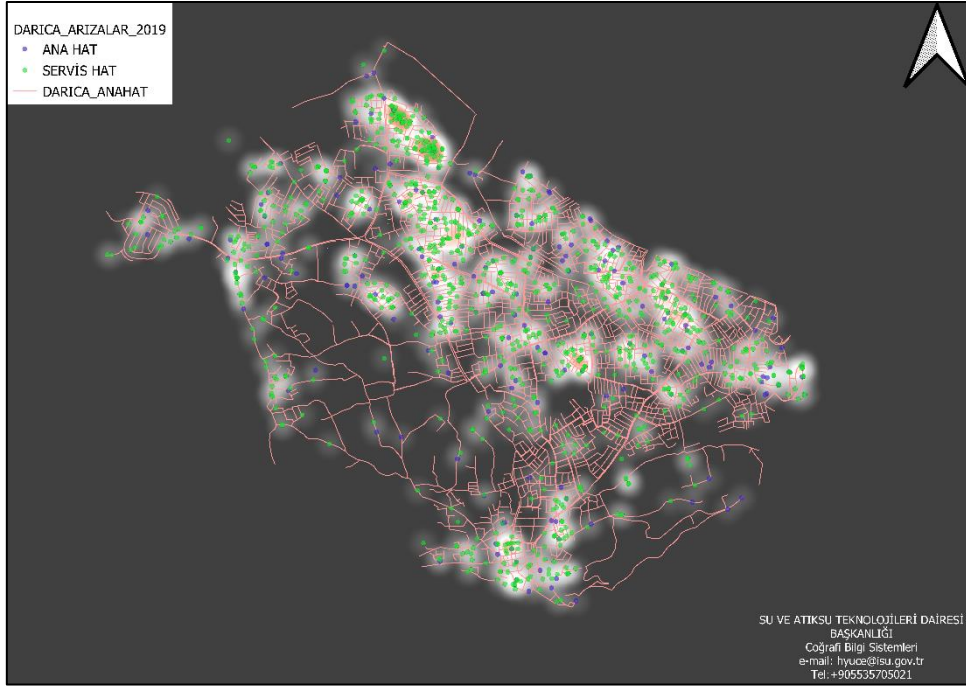
Şekil 5. Darıca ilçesinin aylık ve mevsimsel arıza dağılımları

Çayırova ilçesinin şebeke ve servis bağlantı arıza sayılarını gösterir grafikler Şekil 6’da verilmiştir. Ocak, Haziran ve Eylül aylarında oluşan şebeke arızaları en çok iken Nisan ayında en azdır (Şekil 6a). Arıza sayıları mevsimsel olarak değerlendirildiğinde yaz ve son baharda birbirleri ile aynıdır (Şekil 6b). En düşük arıza sayısı ise ilkbaharda görülmüştür. Şekil 6c’ye göre Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül’de arızalar artış gösterirken Aralık ayında azalış göstermektedir. Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarındaki servis bağlantı arıza sayıları ise birbirine oldukça yakındır. Yaz mevsiminde arızalar artarken kış aylarında azalmaktadır (Şekil 6d).

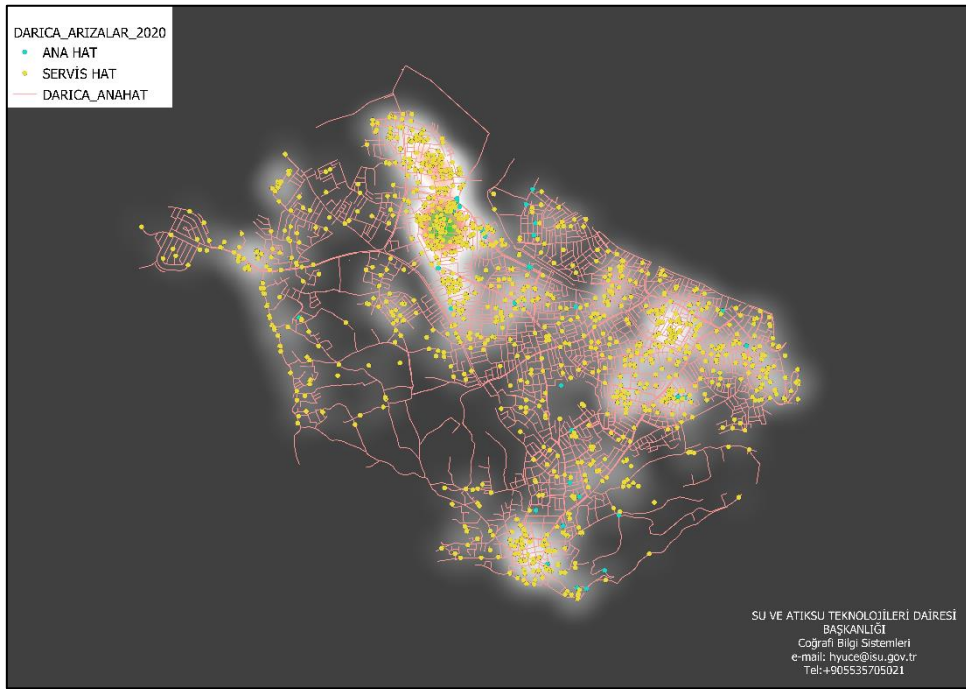


Şekil 6. Darica ilçesinin aylık ve mevsimsel arıza dağılımları

Arızalar aylık ve mevsimsel olarak analiz edildikten sonra Qgis programı kullanılarak bölgelerin 2019 ve 2020 yılları için ayrı ayrı arıza yoğunluk haritaları oluşturulmuştur. Tasarlanan haritalar yardımıyla arızalar görselleştirilerek su dağıtım şebekesinin durumu değerlendirilebilmiştir. Şekil 7a'da görselleştirilen haritalar incelendiğinde bölgenin kuzey, güney ve doğu bölgelerinde arıza yoğunluklarının bulunduğu görülmektedir. Şekil 7b'den arıza yoğunluklarının artarak devam ettiği anlaşılmaktadır. Bölgenin kuzeyinde belirgin bir yoğunluk artışı mevcuttur. Ayrıca bölgenin kuzey doğusundaki yoğunluk tamamen doğuya ve ortasındaki yoğunluk ise güneye doğru yönelmiştir.



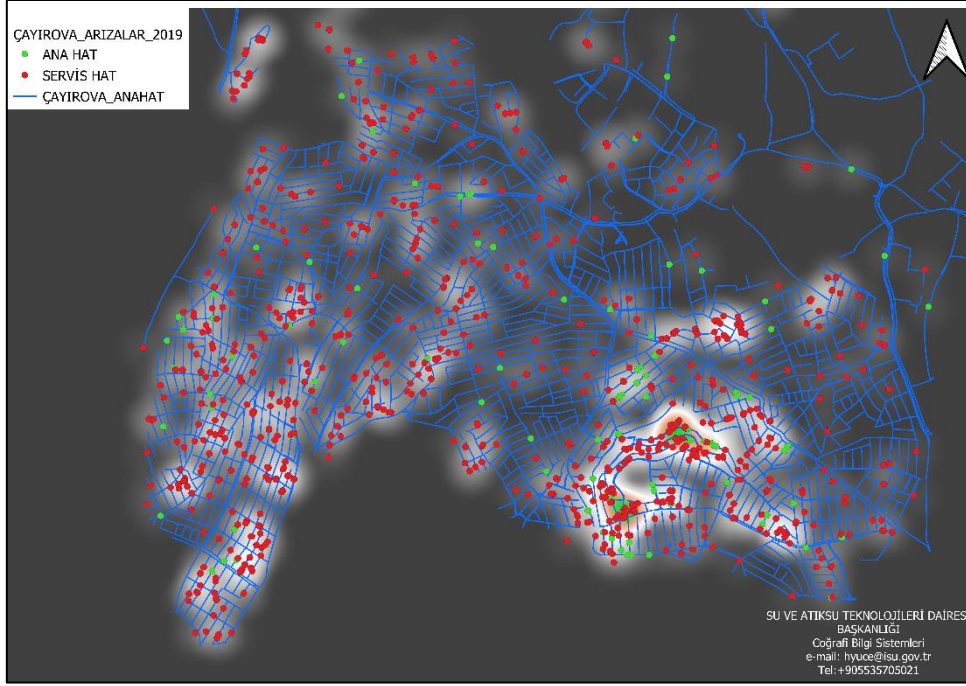
(a)



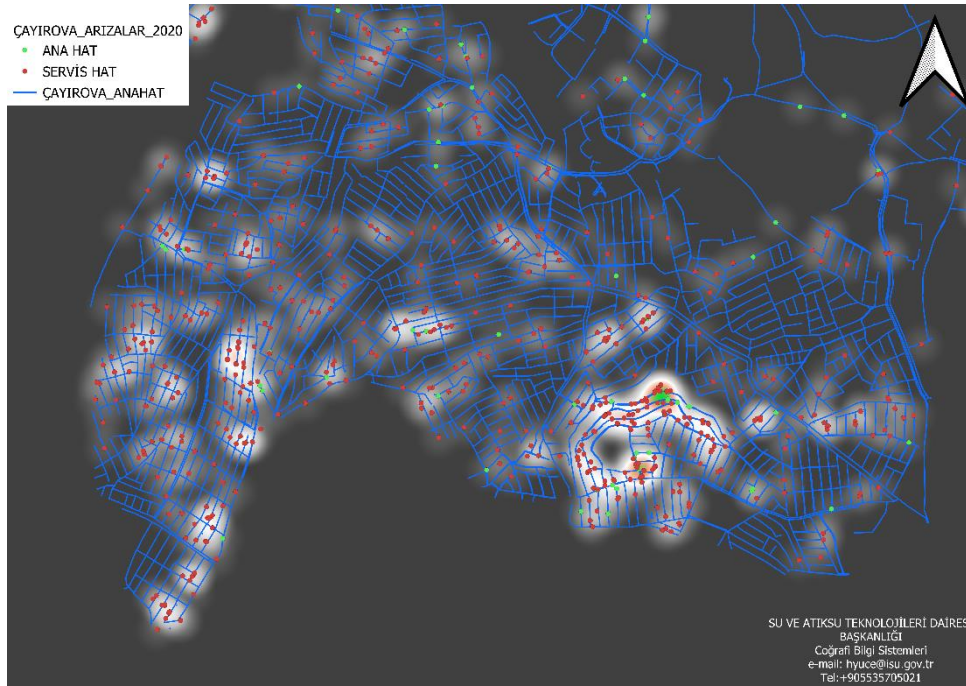
(b)

Şekil 7. Qgis ile tasarlanan arıza yoğunluk haritaları

Şekil 8a'da Qgis ile elde edilen Çayırova ilçesinin 2019 yılını gösteren arıza yoğunluk haritası verilmiştir. Haritaya göre, Çayırovanın kuzey ve güney bölgelerinde arıza yoğunlukları bulunmakta olup, özellikle güney bölgedeki yoğunluk belirgin bir şekilde dikkat çekicidir. 2019 yılı haritası 2020 yılı verileri ile elde edilen haritalar ile kıyaslandığında kuzey bölgelerde yoğunluğun azaldığı görülmektedir. Ancak güney bölgede arıza yoğunluğu azalsa da halen devam etmektedir. Kuzey bölgelerde yapılan yoğunluk azaltıcı aktivitelerin (basınç yönetimi, aktif sızma kontrolü ve eskiyen hatların yenilenmesi gibi.) güney bölgeler için idare tarafından önceliklendirmesi gerekmektedir.



(a)



(b)

Şekil 8. Qgis ile tasarlanan arıza yoğunluk haritaları

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Su kayıplarını azaltmak için arızaları analiz etmek, görselleştirmek ve yorumlamak su idareleri açısından oldukça önemlidir. Böylece idareler su dağıtım şebekelerinin performanslarını artırmak için yatırımlarını doğru bölgelerde planlayabilirler. Bu nedenle koordinatları belirlenen arızalar için yoğunluk haritaları geliştirilmiş ve arıza yoğunlukları bir sonraki yıl ile kıyaslanmıştır. Bu araştırma çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

1-Çayırova ve Darıca ilçelerinin su dağıtım şebekesi karakteristikleri farklı olmasına rağmen ana hat arızaları ocak ayında fazla iken nisan ayında oldukça azdır.

- 2-Servis bağlantı arızaları her iki bölgede de haziran ve temmuz aylarında yüksektir.
 3-Mevsimsel değişimler dikkate alındığında ilkbaharda şebeke arızaları en düşük seviyelerdedir.
 4-Tüm arızalar yaz dönemlerinde maksimum ve kış dönemlerinde minimum olarak gerçekleşmiştir.
 5-Arıza yoğunluk haritaları sayesinde Çayırova ilçesinde arızalarda belirgin bir iyileşme olduğu kolaylıkla görülebilmektedir. Ayrıca idarenin arızaları azaltmak için odaklanması gerekli alanda belirlenmiştir.
 6-Darıcadaki arıza artış trendleri yoğunluk haritalarından görülmekte olup, özellikle bölgenin kuzeyinde yoğunluk azaltıcı çalışmaların yapılması gereklidir.
 Literatür çalışmalarına göre kış ve yaz aylarında arızaların arttığı belirtilmektedir (Wols ve ark., 2013, Gould ve ark., 2011). Ancak çalışmalarda arızaların şebeke ya da servis bağlantı kaynaklı olduğu detaylandırılmamıştır. Bu çalışmada ilk defa arızalar koordinatlı olarak ana hat ve abone şeklinde kategorize edilmiştir. Yaz aylarında hem şebeke hem de servis bağlantı arızalarındaki artış literatür çalışmaları ile uyumludur. Bundan sonra yapılacak araştırma çalışmalarında aşağıdaki hususların dikkate alınması önemlidir.
- Uzun süreli ve koordinatlı olarak ölçülmüş sağlıklı verilerin toplanması,
 - Arıza türü ile boru cinsinin birlikte belirlenmesi,
 - Analiz yapılacak alanın coğrafi durumunun tanımlanması (sahil veya kırsal alan oluşu),
 - Arızaların aylık ve mevsimsel değişimlerini yorumlayabilmek için meteorolojiden elde edilen sıcaklık verileri ile karşılaştırılması,
 - Boru yaşı ve şebeke basıncı gibi veriler ile de yoğunluk haritaları oluşturularak arıza yoğunluk haritaları ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada koordinatlı verilerin sağlanmasına ve haritaların oluşturulmasına katkı sağlayan Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İSU Genel Müdürlüğü, Su ve Atıksu Teknoloji Dairesi Başkanlığına, CBS Şube Müdürü Özkan FİLİZ'e ve sistem uzmanı Halit YÜCE'ye ayrı ayrı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Rajani, B. & Kleiner, Y. 2001 Comprehensive review of structural deterioration of water mains: physically based models. *Urban Water* **3** (3), 151-164.
- Boulos, P. F. & Wiley A. N. 2013 Can we make water systems smarter?. *Opflow* **39** (3): 20–22.
- Butler, D., Ward, S., Sweetapple, C., Astaraie-Imani, M., Diao, K., Farmani, R., Fu., G. 2017 Reliable, resilient and sustainable water management: The Safe & Sure approach. *Global Challenges* **1** (1): 63–77.
- Cantos, W. P. & Juran, I. 2018 Infrastructure aging risk assessment for water distribution systems. *Water Science and Technology: Water Supply* **19** (3) 899-907.
- Clayton, C. R. I., Xu, M., Whiter, J. T., Ham, A., & Rust, M. (2010). Stresses in cast-iron pipes due to seasonal shrink-swell of clay soils. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Water Management*, 163(3), 157–162. <https://doi.org/10.1680/wama.2010.163.3.157>
- Filion, Y. R., Adams, B. J. & Karney, B. W. 2007 Stochastic design of water distribution systems with expected annual damages. *Journal of Water Resources Planning and Management* **133** (3), 244- 252.
- Gheisi, A., Forsyth, M., Naser, G. 2016 Water distribution systems reliability: A review of research literature. *Journal of Water Resources Planning and Management* **142** (11): 1-13.
- Gould, S. J. F., Boulaire, F. A., Burn, S., Zhao, X. L., & Kodikara, J. K. (2011). Seasonal factors influencing the failure of buried water reticulation pipes. *Water Science and Technology*, 63(11), 2692–2699. <https://doi.org/10.2166/wst.2011.507>
- Kanakoudis, V. K. 2004 A troubleshooting manual for handling operational problems in water pipe networks. *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA* **53** (2): 109–124.
- Kutyłowska, M., & Orłowska-Szostak, M. (2016). Comparative analysis of water–pipe network deterioration–case study. *Water Practice and Technology*, 11(1), 148–156. <https://doi.org/10.2166/wpt.2016.018>
- Lauccelli, D. & Giustolisi, O. 2015 Vulnerability assessment of water distribution networks under seismic actions. *Journal of Water Resources Planning and Management* **141** (6): 1-13.
- Lauccelli, D., Rajani, B., Kleiner, Y. & Giustolisi, O. 2014 Study on relationships between climate-related covariates and pipe bursts using evolutionary-based modelling. *Journal of Hydroinformatics* **16**, 743–757.
- NRC (National Research Council) 2006 Water distribution systems: Assessing and reducing risks. National Academies Press, Washington, DC.
- İSU (2018). Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. Yıllık Faaliyet Raporu, Kocaeli, Türkiye.

- Şişman, E. & Kizilöz, B. 2020 Artificial neural network system analysis and Kriging methodology for estimation of non-revenue water ratio. *Water Supply* **20**:1871-1883.
- Walski, T. M., Chase, D. V., Savic, D. A., Grayman, W., Beckwith, S. & Koelle, E. 2003 Advanced water distribution modelling and management, Haestad Methods, 1st edn. Haestad Press, Waterbury, Conn.
- Wols, B. A., Vogelaar A., Moerman A. & Raterman B. (2019) Effects of weather conditions on drinking water distribution pipe failures in the Netherlands. *Water Science and Technology: Water Supply* **19** (2): 404-416.
- Wols, B. A., Van Daal, K. & Thienen, P. 2013 Effects of climate change on drinking water distribution network integrity: predicting pipe failure resulting from differential soil settlement. In: '12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI2013', Perugia, Italy.

EŞİT KANAL AÇISAL PRESLEME VE YAŞLANDIRMA İŞLEMLERİ UYGULANAN AA 7075 ALAŞIMININ TALAŞLI İMALATINDA KESME KUVVETLERİNİN İNCELENMESİ

Uğur Şevik

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği
sevikugur@hotmail.com

Mehmet Uçar

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği
ucarm@kocaeli.edu.tr

Hasan Kaya

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hereke Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu Makine
ve Metal Teknolojileri Metalurji Programı
hasan.kaya@kocaeli.edu.tr

Abdulkadir Cengiz

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği
akcengiz@kocaeli.edu.tr

Soner Yazgı

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği
soner_yazgi@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada aşırı plastik deformasyon yöntemlerinden biri olan eşit kanal açisal presleme (EKAP) ve yaşlandırma prosesleri AA 7075 malzemesinin mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılmıştır. İşlemler sonrasında elde edilen malzemenin başlangıç malzemelerine göre talaşlı imalatı sırasında oluşan kesme kuvvetlerinin incelenmesi çalışmanın başlıca amacını oluşturmaktadır. AA7075 malzemesi, mekanik özellikleri çeşitli yöntemlerle geliştirilmeye açık hafif ve ekonomik bir malzemedir. Bu sebeple özellikle uzay, havacılık ve otomotiv sanayinde sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Yapılan çalışmada AA 7075 malzemesi için; homojenizasyon, T6 ısıtma işlemi, EKAP, EKAP + suni yaşlandırma işlemleri ön deney parametreleri olarak seçilmiştir. Talaşlı imalat aşamasında kesme kuvveti ölçümleri için loadcell entegreli torna tezgahı kullanılmıştır. Tornalama işlemlerinde sırasıyla 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm, 0.20mm ve 0.25mm talaş derinlikleri parametreleri olarak kullanılmıştır. Deneysel çalışmaların sonucunda en yüksek kesme kuvveti AA7075 T6 malzemesinde görülürken diğer gruplarda benzer kesme kuvveti değerleri görülmüştür. Ancak bütün gruplarda talaş derinliği parametresinin artışı kesme kuvvetlerini arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler: AA7075, Aşırı Plastik Deformasyon, EKAP, Kesme Kuvveti, Yaşlandırma

INVESTIGATION OF CUTTING FORCES IN MACHINING OF AA 7075 ALLOY APPLIED WITH EQUAL CHANNEL ANGULAR PRESSING AND AGING PROCESSES

Abstract

In this study, Equal Channel Angular Pressing (ECAP), which is one of the Severe Plastic Deformation (SPD) methods and aging processes were used to improve the mechanical properties of AA 7075. The main purpose of the study is to examine the cutting forces that occur during the machining of the material obtained after the processes according to the starting materials. AA7075 material is a light and economical material whose mechanical properties can be improved by various methods. For this reason, it is a material frequently used in aerospace, aviation and automotive industries. In this study; homogenization, T6 heat treatment, ECAP, ECAP + artificial aging processes were selected as pre-test parameters for AA 7075 material. Loadcell integrated lathe was used for cutting force measurements in the machining process. In turning processes, depths of cuts are respectively 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm,

0.20mm and 0.25mm were used as parameters. As a result of studies, the highest cutting force was seen in AA7075 T6 material, while similar cutting force values were observed in other groups. However, the increase in depth of cut parameter in all groups increased the cutting forces.

Keywords: AA7075, Severe Plastic Deformation, ECAP, Cutting Force, Aging

1. GİRİŞ

Rekabetin gittikçe şiddetlendiği günümüz piyasa koşulları, işletmeleri, kaliteli ürünleri düşük maliyetlerle üretmeye zorlamaktadır. Bu gereklilik, endüstride kullanılmak üzere yeni nesil malzemelere ilgi ve yönelişi arttırmaktadır. Özellikle mühendislik tabanlı üretim uygulamalarında ekonomik, hafif ve yüksek mukavemet özellikleri gösteren işlenebilir malzemelere ihtiyaç artmaktadır. Bu malzemeler arasında alüminyum ve alaşımları üretici beklentilerini karşılayabilmesi nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Savunma sanayi ve havacılık sanayindeki kullanılan alüminyum alaşımları içerisinde özellikle yaşlandırılabilir AA7075 alaşımı üstün mekanik özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Dişliler ve şaftlar, uçak bağlantı parçaları, sayaç milleri ve dişliler, sonsuz dişliler, sigorta parçaları, füze parçaları, anahtarlar, bisiklet şasileri, tüm arazi aracı (ATV) zincir dişlileri, ayar valf parçaları vs. AA7075 alaşımının kullanım yerleri içerisinde yer almaktadır. AA7075 alaşımı kalıp sanayinde de sıklıkla kullanılmaktadır (plastik enjeksiyon kalıpları gibi, otomotiv iç trim kalıpları vb.) (Aydın ve Tunçel, 2019).

Mevcut metalik malzemelerin kimyasal yapısını bozmadan mukavemet özelliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalar özellikle son yıllarda oldukça yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Aşırı Plastik Deformasyon (APD) tane büyüklüğü 10-1000 nm aralığında değişen ultra ince taneli metallere üretilmesinde etkili bir yöntemdir. Malzemelere nispeten düşük sıcaklıklarda (genellikle ergime sıcaklığının 0,4 katından az) ve geometrik boyutlarında önemli bir değişiklik olmaksızın uygulanması APD işleminin en temel özelliğidir. Bu işlem, malzemenin serbest bir şekilde akmasını önlemek suretiyle önemli bir hidrostatik basınç oluşturmaktadır. İnce taneli yapı elde edilebilmesi için gerekli olan hidrostatik basınç yüksek gerinimlerin elde edilebilmesini ve beraberinde malzeme içerisinde yoğun kafes kusurlarının oluşturulmasını sağlamaktadır (Valiev ark., 2013). APD yöntemleri içerisinde şekil kısıtlaması olan geleneksel yöntemlerden farklı olarak şekil kısıtlaması olmayan ve daha kolay bir işlem olan Eşit Kanallı Açısız Presleme (EKAP) uygulaması esasen, basit kayma hareketi ile yüksek gerilme uygulanarak, malzemenin, kesit alanlarını değiştirmeksizin aşırı plastik deforme edilmesidir (Kaya, 2013).

EKAP yöntemi; işlem sonrasında numunenin kesitlerinde değişmelerin olmaması, oluşan deformasyonun lokalize ve homojen olması ve artık gözeneklerin bulunmaması, diğer talaşlı işlemlere elverişli olması ve en önemlisi de malzemeye sertlik özelliği kazandırırken diğer geleneksel yöntemlerin aksine malzemenin sünekliğinin azalmaması gibi avantajlarından ötürü diğer aşırı plastik deformasyon yöntemlerine göre daha çok kullanılmaktadır (Özbek ark., 2020). EKAP işlemi sırasında numunenin kalıba giriş ve çıkış kesitlerinde değişim olmamakta ve dolayısıyla işlem aynı numuneye çok kez uygulanarak numunede yüksek miktarda gerinim biriktirilmesi söz konusu olmakta ve en yüksek birim şekil değişimi değerine ulaşabilmektedir (Furukawa ark., 2001; Iwahashi ark., 1997). EKAP işlemiyle elde edilen tane büyüklüğü ve homojenlik için geçiş sayısı önemli bir parametredir. EKAP işleminin düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilmesi hem mümkün olan en küçük eş boyutlu tane yapısının elde edilmesini, hem de ulaşılacak maksimum yüksek açılı tane sınırlarının oluşturulmasını sağlamaktadır (Valiev ark., 2006).

Malzemelerin mekanik özelliklerini değiştiren iç yapısındaki farklılaşmalar, kimyasal bileşimin değiştirilmesi veya malzemeye uygulanan mekanik ve ısı işlemler sayesinde gerçekleşmektedir (Geçkinli, 2003). Bir malzemenin en önemli mekanik özelliklerinden biri mukavemettir. Mukavemeti arttırmak için kullanılan mekanik ve ısı işlem yöntemlerinden biride yaşlandırma (çökeltme sertleşmesi) işlemidir. Yaşlandırma, malzeme içinde daha az miktarda bulunan ikinci fazın tanecikler halinde ana faz içerisinde çöktürülmesinin sağlanması ve bu sayede malzemede mukavemet artışının elde edilmesidir (Kayalı, 1991). Alüminyum alaşımlarının geliştirilmesinde rol oynayan en önemli gelişme mukavemetin yaşlandırmayla (çökeltme sertleşmesi) arttırılabileceğinin bulunmasıdır (Bargel ark.,

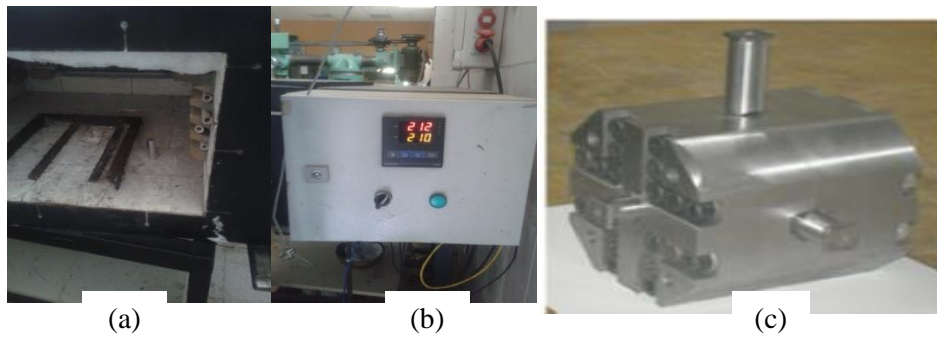
2004; Polmear ark., 1981; Polmear, 2004; Pogatschar ark., 2014). Alüminyum alaşımlarında sertlik ve mukavemetin çeşitli işlemlerle artırılabilmesi alaşımların kullanım alanlarının genişlemesini sağlamıştır (Demirci ark., 2002; Dursun ve Soutis, 2014; Hirsch, 2014; Polmear ark., 2017). Bu özelliklerle beraber alüminyum alaşımlarının endüstrideki yaygın kullanıma neden olan faktörler arasında işlenebilirliğinin iyi olması, imal kolaylığı, yüksek elektrik ve ısı iletkenliğe sahip olması, korozyona dayanıklı olması, ani yüklemelere karşı yüksek elastikliğe sahip olması ve düşük sıcaklıklarda tok bir malzeme olması sayılabilir (Singh ark., 2000). Alüminyumdan üretilmiş hafif ve yüksek dayanım özellikleri gösteren yapısal bileşenler özellikle uzay, havacılık, otomotiv ve inşaat sanayinde geniş kullanım alanı bulmaktadır (Florea ark., 2012; Hayat, 2012).

Talaşlı imalatın amacı, iş parçasının belirli bir şekil ve boyuta getirilmesi için talaş oluşturma işlemidir. Talaşlı imalat, bir talaş oluşturma işlemi olmasının yanında, aynı zamanda, bir talaş kırma işlemidir. Kesim işleminin gerçekleştiği bölgede talaşın kısılması ve talaşın kontrollü bir şekilde ortamdan uzaklaştırılması gerekir. Talaşlı imalat sırasında oluşan ısının büyük bir bölümü talaşla birlikte ortamdan uzaklaşır (Çakır, 2018). Tornalama işlemleri talaşlı şekillendirmenin büyük bir kısmını kapsamaktadır (Taşlıyan ark., 2007).

Kesme kuvveti talaşlı imalat işlemlerinde gerçekleşen kesme olayının en iyi göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Dong ark., 2006). Literatürde AA7075 alaşımı malzemenin EKAP ve yaşlandırma işlemlerine tabi tutulduktan sonra kesme kuvvetlerinin çap katmanlarına göre incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Eşit Kanallı Açısız Presleme (EKAP) yöntemiyle aşırı plastik deforme edilmiş AA7075 alaşımı malzemenin talaşlı imalatında çap katmanlarına göre kesme kuvvetlerine yaşlandırma işleminin etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

EKAP ve suni yaşlandırma işlemlerinden sonra elde edilen malzemenin başlangıç malzemelerine göre talaşlı imalatı sırasında oluşan kesme kuvvetlerinin incelenmesi çalışmanın başlıca amacını oluşturmaktadır. Deneysel çalışma için Ø20x2000mm boyutunda AA7075 alaşımı (Si:0.4, Fe: 0.5, Mn: 0.3, Cu: 1.2-2.0, Mg: 2.1-2.9, Zn: 5.1-6.1, Cr: 0.18-0.28, Ti: 0.20, Diğer: 0.15, Kalan: Al) malzemenin Ø19.80x55 mm boyutlarında hazırlanan 12 numune kullanılmıştır. Numunelere 480 derecede inç başına 1 saat olacak şekilde 2 saat boyunca gerilim giderme tavlama yapılmıştır. Sonrasında, 6 adet numune Hexa-EKAP (Hasan Kaya 2013) kalıbında 210 derecede inç başına 1 saat olacak şekilde 2 saat boyunca ısıtılmış ve 1 paso olarak aşırı plastik deformasyon işlemi uygulanmıştır. EKAP işlemi sırasında molibdenli katı ve sıvı yağ kullanılmıştır.

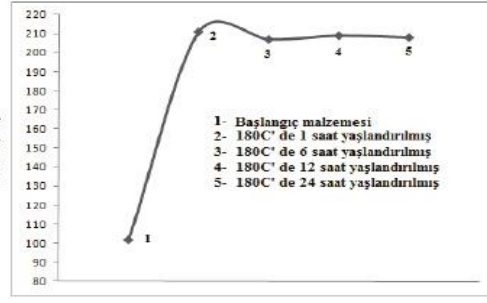


Şekil 1. (a) Fırın, (b) Fırın Sıcaklığı ve (c) Hexa-EKAP (Hasan Kaya, 2013) Kalıbı

Aşırı plastik deforme edilmiş parçaların 3 adedi önceden ısıtılmış fırında 180 °C'de 1 saat bekleme süresiyle fırınlanarak suni yaşlandırma ısıl işlemine tabi tutulmuştur.



(a)



(b)

Şekil 2. (a) EKAP işlemleri sırasında kullanılan pres, (b) Başlangıç malzemesi ve yaşlandırılan malzemenin sertlik değerleri (Kaynak: Kaya ark., 2010)

Her bir numuneden çapta 1,5 mm talaş kaldırılmak suretiyle 18-16,5, 16,5-15, 15-13,5, 13,5-12, 12-10,5, 10,5-9, 9-7,5, 7,5-6, 6-4,5 olmak üzere 9 veri grubu oluşturulmuştur. Bu veri gruplarında 0,05-0,10-0,15-0,20 - 0,25 mm talaş derinliğinde yaygın olarak kullanılan KNUX 16 04 05 R11 kesici takım ucu ile silindirik tornalama yapılarak yukarıda bahsedilen çap ölçülerinde işlenmiştir. 3 adet homojenizasyonlu, 3 adet AA 7075 T6 ısıl işlemlili, 3 adet EKAP 1 paso ve 3 adet EKAP + Suni yaşlandırılmış malzeme olmak üzere toplamda 12 numune işlenmiştir.

Tablo1. Talaş derinlikleri

Talaş Derinliği (mm)	Çaptaki Paso Kalınlığı (mm)
0,05	0,1
0,1	0,2
0,15	0,3
0,2	0,4
0,25	0,5
Toplam	1,5

Tablo2. Veri Grupları ve Çap Ölçüleri

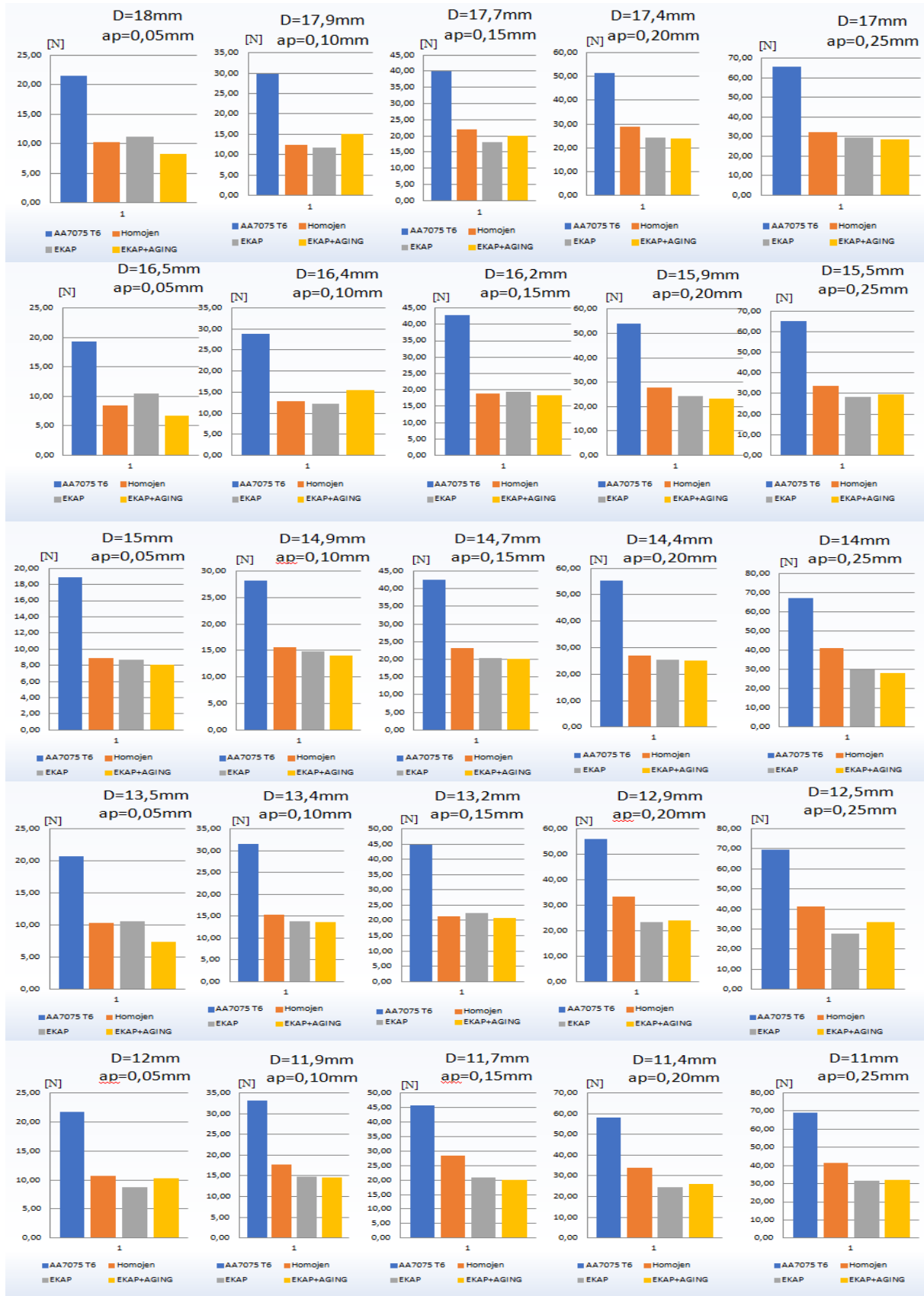
Her Bir Numune için			
Veri Aralıkları	Paso Sayısı	Büyük Çap (mm)	Küçük Çap (mm)
1. Veri Aralığı	5	18	16,5
2. Veri Aralığı	5	16,5	15
3. Veri Aralığı	5	15	13,5
4. Veri Aralığı	5	13,5	12
5. Veri Aralığı	5	12	10,5
6. Veri Aralığı	5	10,5	9
7. Veri Aralığı	5	9	7,5
8. Veri Aralığı	5	7,5	6
9. Veri Aralığı	5	6	4,5
Toplam	45	4,5	3

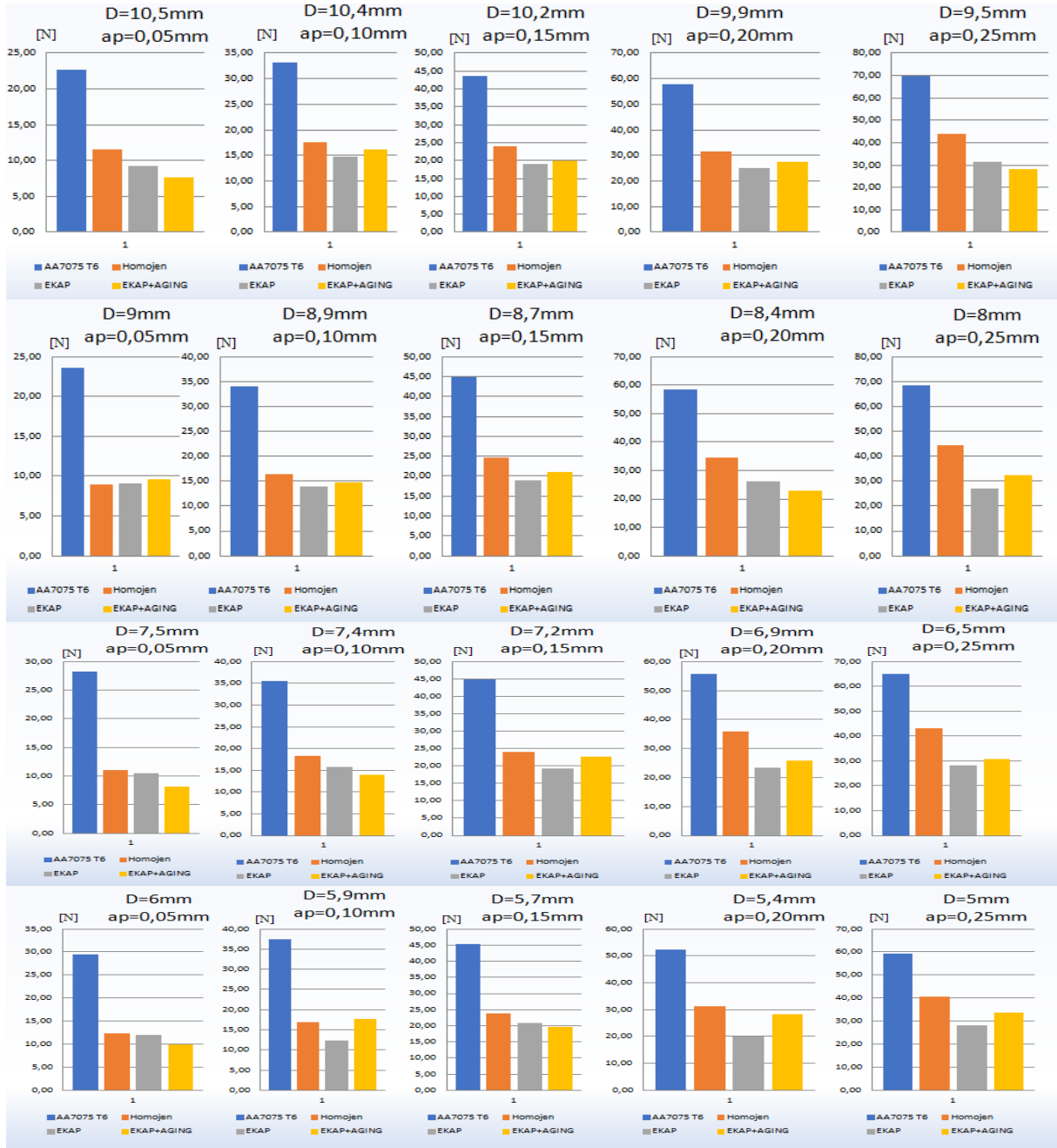
Çalışmada talaşlı imalat işlemleri 1000 rev/min hızında ve 0,11mm/rev ilerleme hızında boyuna tornalama yöntemiyle yapılmıştır. Kesme kuvvet ölçümleri Curiosity Curitech Cmas Multi-Axis Loadcell ile yapılmıştır ve ölçülen değerlerin bilgisayara aktarımı için DEWE-43A datalogger ve DEWEsoft X3 yazılımı kullanılmıştır. Kuvvetler kilogram kuvvet (kgf) birimi ile ölçülmüştür ve newton (N) birimine çevrilmiştir. Her bir pasoyu temsil eden veriler uygun bir şekilde isimlendirilerek kayıt altına alınmıştır. Kuvvetler excel hesaplama tablosuna dönüştürülmüş ve aritmetik ortalamaları hesaplanarak o pasoyu temsil eden kuvvet olarak kayıt altına alınmıştır. Aynı malzeme türünden, aynı çap ve talaş derinliklerine ait kuvvetlerin aritmetik ortalamaları alınarak kuvvet ölçümlerinin doğruluklarının artırılması sağlanmıştır. Kuvvetler için hazırlanmış hesap tablolarında (excel) grafikleştirilerek görselleştirilmiştir.

3. SONUÇ

Kesme kuvvetlerine ait grafikler (Şekil 3)'te gösterilmektedir. Grafiklerde dikey eksen kesme kuvvetlerini N birimi olarak göstermektedir. İşlendiği çap ve talaş derinlikleri grafiklerde belirtilmiştir.

1000 rev/min devir sayısı için 18 mm çapta kesme hızı 56,5 m/min iken kesme hızı en son talaş kaldırmanın gerçekleştiği 5 mm çapta 15,7 m/min olarak gerçekleşmektedir.





Şekil 3. Kesme kuvvetleri grafikleri

4. TARTIŞMA

Çalışmada her bir malzeme grubundan 3' er adet olmak üzere 12 adet numune işlenmiştir. Her bir malzemeden 45 pado talaş kaldırılmıştır. Böylece çalışma boyunca 540 pado talaş kaldırılmıştır. Birbirinden farklı özelliklerde ki malzemelerde aynı malzeme çaplarına aynı talaş derinliklerinin denk gelecek şekilde çalışmanın kurgulanmış olması malzemelerin birbirlerine göre değerlendirilmesine olanak tanımıştır. Aynı malzeme grubunda farklı çaplarda aynı talaş derinliklerinin kullanılmış olması da çap farklarının etkisini gözlemlememize olanak tanımıştır. Sabit tutulan kesme parametreleri ilerleme hızı, kesici takım, kesici takım açıları, tornalama yöntemi (boyuna tornalama), sabit devir hızıdır ve numunelerin hepsi aynı torna tezgahında işlenmiştir. 1000 rev/min devir hızında 18 mm çap ölçüsünde kesme hızı 56,5 m/min, 5 mm çap ölçüsünde ise 15,7 m/min olarak gerçekleşmiştir. İlerleme hızı 0,11 mm/rev olarak sabit tutulmuştur. Ayrıca talaş derinlikleri değiştirilerek talaş derinliğinin kesme kuvvetine etkisi incelenmiştir.

Şekil 3' te bulunan grafikleri incelediğimizde düşen kesme hızına rağmen kesme kuvvetlerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir. Şekil 3' te bulunan grafikleri incelediğimizde en yüksek kesme kuvveti AA7075 T6 malzemesinde görülürken diğer gruplarda benzer kesme kuvveti değerleri görülmüştür. Şekil 3' te bulunan grafikleri incelediğimizde bütün gruplarda talaş derinliği parametresinin artışı kesme kuvvetlerini arttırmıştır. Şekil 3' te bulunan grafikleri incelediğimizde homojenizasyon işlemi yapılmış, EKAP işlemi uygulanmış malzemelerde ve EKAP işlemi uygulandıktan sonra suni yaşlandırma ısıl işlemine tabii tutulmuş malzemelerle kesme kuvvetleri benzer ölçülmüştür.

KAYNAKÇA

- Aydın, H. ve Tunçel, O. 2019. AA7075 alüminyum alaşımında çözme tavı sıcaklığının yaşlanma davranışına etkisi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 24(1), 317-330
- Bargel, H. J. ve Schulze G. (2004) Werkstoffkunde, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 282-288.
- Çakır, M. C. (2018), Modern Talaşlı İmalatın Esasları, DORA Basım-Yayın Dağıtım, Bursa
- Demirci A.H., Yiğit K. ve Aydın H. 2002. Effect of intermetallic phase particles implanted before ageing in Al-Cu-Mg alloys on wear behaviour, 6th International Symposium INSYCONT'02 New Achievements in Tribology, 273-279
- Dursun, T. ve Soutis, C. 2014. Recent developments in advanced aircraft aluminium alloys, Materials & Design, 56, 862-871
- Geçkinli, E., (2003). Alüminyum Alaşımlarının Isıl İşlemi, 2. Isıl İşlem Sempozyumu, İstanbul, 5-13
- Dong, J., Subrahmanyam, K. V. R., Wong, Y. S., et al. (2006). Bayesian-inference-based neural networks for tool wear estimation, International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 30(2006) 797-807
- Florea, R.S., Solanki, K.N., Bammann, D.J. Baird, J.C. , Castanier M.P., 2012. Resistance spot welding of 6061-T6 aluminum: Failure loads and deformation, Materials and Design, 34 (2012), 624–630
- Furukawa, M., Horita, Z., Nemoto, M., Langdon, T.G. 2001. Processing of Metals By Equal – Channel Angular Pressing, Journal of Materials Science, 36, p. 2835 – 2843.
- Hayat ,F. 2012. Effect of aging treatment on the microstructure and mechanical properties of the similar and dissimilar 6061-T6/7075-T651 RSW joints, Materials Science & Engineering A, 556(2012) 834–843
- Iwahashi Y., Horita Z., Nemoto M. and Langdon T. G. 1997. An investigation of microstructural evolution during equal-channel angular pressing, Acta mater. 45 (11), 4733-4741
- Kaya, H. (2013), Eşit Kanal Açılmal Presleme (Ekap) Ve Yarı Katı İşleme Üretilen AA7075 Alaşımının Mikroyapı, Sertlik Ve Yorulma Davranışının İncelenmesi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Kayalı, E.S. (1991), Metallerde Plastik Şekil Verme İlke ve Uygulamaları, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- Hirsch, J. (2014) Recent development in aluminium for automotive applications, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 24, 1995-2002
- Özbeyaz, K., Kaya, H. ve Kentli, A. 2020. Eş kanallı açılmal presleme (ekap) yapılan aa6082 alaşımının işlenebilirliğinde yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi, International Marmara Sciences Congress (Autumn) 2020, 423-429
- Pogatscher S., Antrekowitsch H., Werinos M., Moszner F., Gerstl S.S.A., Francis M.F., Curtin W.A., Löffler J.F. ve Uggowitzer P.J. (2014). Diffusion on demand to control precipitation aging: application to Al-Mg-Si alloys, Physical Review Letters, 112(12)
- Polmear I., StJohn D., Nie J.-F. ve Qian M. (2017) Light alloys, Elsevier Ltd
- Polmear I.J. (2004) Aluminium alloys – A century of age hardening, Proceedings of the 9th International Conference on Aluminium Alloys
- Polmear I.J. (1981) Light Alloys, Edward Arnold Ltd., London
- Singh, M., Jha A. K., Das S., Yegneswaran A. H. 2000. Preparation and properties of cast aluminium alloy-granite particle composites, Journal of Materials Science 35(2000) 4421 – 4426
- Taşlıyan A, Acarer M., Şeker U., Gökçaya H. ve Demir B. 2007. Inconel 718 süper alaşımının işlenmesinde kesme parameterelerinin kesme kuvveti üzerindeki etkisi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 22 (1), 1-5
- Valiev, R. Z., Zhilyaev, A. P., and Langdon, T. G., (2013). Bulk Nanostructured Materials: Fundamentals and Applications, John Wiley and Sons Inc Hoboken Newjersey
- Valiev, R.Z., Langdon, T.G., 2006. Principles of EqualChannel Angular Pressing as a Processing Tool for Grain Refinement, Progress in Materials Science, 51(7), 881–981

DÖKÜM CORSON ALAŞIMLARININ KOROZYON DAVRANIŞI ÜZERİNE ALAŞIM ELEMENTLERİNİN ETKİSİ

Naciye Gürsoy

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
gursoynaciye@gmail.com

Hatice Özkazanç

Kocaeli Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Kimya Bölümü
kiremitci@kocaeli.edu.tr

Ş. Hakan Atapek

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
hatapek@kocaeli.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, yüksek Ni:Si oranına sahip Corson (Cu-Ni-Si) alaşımının korozyon davranışı üzerine alüminyum ve magnezyum alaşım elementlerinin etkileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında, Cu-6.68Ni-1.67Si, Cu-6.22Ni-1.30Si-0.13Al ve Cu-6.29Ni-1.31Si-0.14Mg (ağ.-%) kompozisyonuna sahip bilet malzemelerin döküm ile üretimi gerçekleştirilmiştir. Alüminyumun ve magnezyumun bakır matrisi içerisinde çözünmesinden dolayı alaşımlama ile hem katılaşma yapısında sınırlar boyunca β -Ni₃Si faz miktarı artmış hem daha ince bir döküm yapısı elde edilmiştir. Matris içerisinde bakırca zengin katı ergiyikten oldukça ince dağılımlı δ -Ni₂Si çökeltilerinin oluşumu da izlenmiştir. Alaşımların korozyon davranışı tipik üç elektrod sisteminde ve tuzlu su ortamında potansiyodinamik ölçümler ile belirlenmiştir. Yapılan ölçümler, alüminyum ve magnezyum katkısı ile modifiye edilen döküm alaşımlarının korozyon akım yoğunluklarının azaldığını ve alaşımlama ile döküm malzemelerinin korozyon direncinin arttığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Corson alaşımları, katılaşma, mikroyapı, korozyon

EFFECT OF ALLOYING ELEMENTS ON CORROSION BEHAVIOR OF CAST CORSON ALLOYS

Abstract

In this study, the effects of aluminum and magnesium alloying elements on the corrosion behavior of Corson (Cu-Ni-Si) alloy having high Ni: Si ratio were investigated. Within the scope of the study, billet materials with a composition of Cu-6.68Ni-1.67Si, Cu-6.22Ni-1.30Si-0.13Al and Cu-6.29Ni-1.31Si-0.14Mg (wt.%) were produced by casting. Since aluminum and magnesium were dissolved in the copper matrix, both the amount of β -Ni₃Si phase increased along the boundaries in the solidification structure and also a finer cast structure were obtained by alloying. The formation of very finely dispersed δ -Ni₂Si precipitates from the copper rich solid solution in the matrix was also observed. Corrosion behavior of alloys in saltwater environment was determined by potentiodynamic measurements in typical three electrode systems. The measurements showed that the corrosion current densities of casting alloys decreased by modifying with aluminum and magnesium addition and the corrosion resistance of cast materials increased as a result of alloying.

Keywords: Corson alloys, solidification, microstructure, corrosion

1. GİRİŞ

Bakır-nikel-silisyum alaşımları sahip oldukları yüksek elektriksel ve ısı iletkenlikleri, üstün şekillendirme kabiliyeti, oksidasyona ve korozyona karşı yüksek dirençlerinden dolayı elektrik, elektronik ve enstrümantasyon uygulamalarında geçmişten günümüze kullanılmaktadır (Chalon *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2016; Goto *et al.*, 2016). Corson alaşımları olarak da bilinen Cu-Ni-Si alaşımları kurşun ve berilyum içeren bakır alaşımlarına kıyasla herhangi toksik özellik sergilemeksizin yüksek elektriksel iletkenlik ve yüksek mukavemet kombinasyonları nedeni ile gün geçtikçe endüstriyel

kullanım alanı bulabilmektedir (Delbove *et al.*, 2016; Lockyer & Noble, 1999; Monzen & Watanabe, 2008). Corson alaşımlarının elektriksel iletkenlik değerleri Cu-Be ve Cu-Ti sistemlerine kıyasla daha yüksek olsa da, bahsi geçen bu alaşımlara göre daha düşük mukavemetli malzeme sınıfındadır (Horie *et al.*, 2020). Bu açıdan bakıldığında, Cu-Ni-Si bileşiminde bulunan Corson alaşımları yüksek mukavemetli-yüksek elektriksel iletkenlikli matrikslerin eldesine yönelik birçok alaşım elementi (Zn, Sn, Al, Mg, Co, P, Cr, Ti, Zr) katkısı ile modifiye edilmektedir (Atapek *et al.*, 2020). Katkılama ile birlikte özellikle katı ergiyik sertleşmesi ve tane boyutu incetilmesi ile mukavemet kazanımı sağlanabilir. Alaşım tasarımına ek olarak termo-mekanik işlemlerin de uygulanması halinde Corson alaşımların fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri çökelti sertleştirilebilen bakır alaşımları arasında önemli bir konuma gelebilmektedir (Atapek *et al.*, 2020; Monzen & Watanabe, 2008; Lei *et al.*, 2013; Xiao *et al.*, 2016).

Corson alaşımları tipik çökelti sertleşebilen alaşımlar olup, çözeltiliye alma, su verme ve yaşlandırma kademelerini içeren tipik ısıtma işlemleri ile mukavemetlendirilebilir (Monzen & Watanabe, 2008). Mukavemet artışında α -Cu matriksi içerisinde homojen dağılımlı mikronaltı β -Ni₃Si ve δ -Ni₂Si çökeltilerinin matriks dislokasyonları ile etkileşiminin büyük bir rolü vardır (Atapek *et al.*, 2020). Böylece ~ % 45 IACS elektriksel iletkenlik seviyesinde ve ~ 1000 MPa değerinde mukavemete sahip alaşımlar olarak kullanım alanı bulabilmektedir (Lei *et al.*, 2013). Geçmişten günümüze yapılan araştırma çalışmaları bu alaşımların çoğunlukla fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine alaşım elementi ve ısıtma işlem etkisini ortaya koymuş olsa da (Atapek *et al.*, 2016; Watanabe *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2021; Cheng *et al.*, 2021), Corson alaşımlarının korozyon davranışı üzerinde oldukça sınırlı çalışmalar vardır (Yuan *et al.*, 2014). Bu çalışma kapsamında, modifiye elementlerin yüksek Ni:Si içeriğine sahip bir Corson alaşımının katılaşma yapısına, mekanik özelliklerine ve özellikle tuzlu su ortamında korozyon davranışı üzerine etkileri irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, yüksek Ni:Si oranına sahip alüminyum ve magnezyum katkısı ile modifiye edilmiş Corson alaşımların üretimi laboratuvar ölçekli (10 kg) bir indüksiyon ergitme ocağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çelik kokil kalıba bilet malzeme olarak dökülen alaşımların soğutma işlemi oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Tablo 1’de döküm alaşımlarına ait kompozisyon değerleri verilmiştir. Kimyasal kompozisyonlar Foundrymaster optik emisyon spektrometresi (OES) kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Alaşımların kimyasal kompozisyonu (ağ.-%).

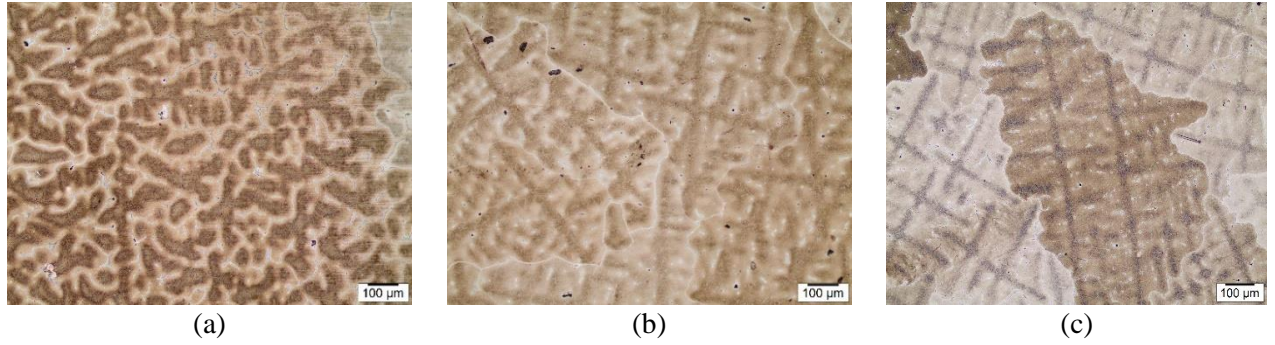
Alaşım	Ni	Si	Mg	Al	Cu
CNS	6.68	1.67	-	-	balans
CNS-Al	6.22	1.31	-	0.13	balans
CNS-Mg	6.29	1.31	0.14	-	balans

Mikroyapısal karakterizasyon çalışmaları öncesinde metalografik numuneler hazırlanmıştır. Zımparalama aşamasında 120, 320, 500, 600, 1000, 2500 ve 4000 mesh’lik SiC aşındırıcı içeren zımpara kağıtları kullanılmış ve nihai parlatma 3 μ m ve 1 μ m’luk elmas solüsyonlar ile yapılmıştır. Parlatma sonrası hazırlanan bir çözelti [25 ml HCl + 70 ml H₂O + 5 g Fe(NO₃)₃] ile parlatılmış yüzeyler fazların tayini için dağlanmıştır. Mikroskopik incelemelerde hem ışık mikroskobu (IM, Olympus BX41M-LED) hem de taramalı elektron mikroskobu (SEM, Joel JSM 6060) kullanılmıştır. Alaşımların mekanik özelliklerinin belirlenmesinde makroVickers sertlik ölçeri kullanılmış olup, sertlik ölçümleri çoklu kez 1 kgf yük altında gerçekleştirilmiştir. Korozyon testleri için kare kesitli 0,785 cm²’lik yüzey alanına sahip test elektrotları hazırlanmıştır. Standart zımparalama ve parlatma işlemleri yapılarak elektrot yüzeyleri eşdeğer minimum pürüzlülük seviyesine indirgenmiştir. Test elektrotlarının elektrokimyasal ölçümleri Gamry Reference 3000 Potansiyostat/Galvanostat/ZRA düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Referans elektrodu bir doygun kalomel elektrot olup, karşıt elektrot olarak da platin bir elektrot kullanılmıştır. Korozyon test ortamında ağırlıkça % 3.5 NaCl çözeltisi kullanılmış ve bu ortamda alaşımların tafel polarizasyon eğrileri elde edilmiştir. Bu testler sonrasında alaşımlara ait bazı

elektrokimyasal parametreler (E_{kor} , I_{kor} , β_c , β_a) belirlenmiştir. Polarizasyon eğrileri, elektrotlar korozif ortamlara bırakıldıkları andan itibaren 1 saat sonra ölçülen denge potansiyelinden (E_{kor}) başlayıp, anodik yönde 1 mV/s tarama hızı ile (-0.25) – (+0.25) potansiyele kadar yapılan ölçümler sonunda elde edilmiştir.

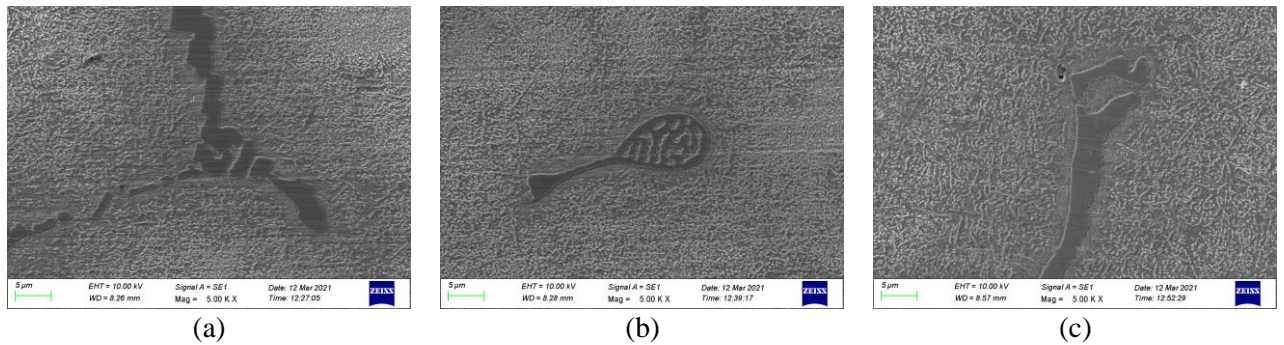
3. SONUÇ

Şekil 1’de alaşımların katılaşma yapısını gösteren IM görüntüleri verilmiştir. Alaşım matrislerinde tipik dendritik katılaşma yapısındadır ve interdendritik bölgelerde sıvıdan kristallenebilen β -Ni₃Si fazları bulunmaktadır. Alaşımların parlatılmış konumlarında yapılan kantitatif metalografik çalışmalar ile çoğunlukla sınırlar boyunca oluşan bu fazların miktarsal dağılımı da belirlenebilmiştir. CNS alaşımında bahsi geçen ikincil faz miktarı matrisin % 27.51’lik kısmını oluştururken, Al ve Mg katkısı ile bu değer sırası ile % 29.09 ve % 37.30 olarak belirlenmiştir. Öte yandan modifiye elementlerin katkısı ile döküm alaşımlarında hem ikincil dendrit kolları aramesafesi (SDAS) hem de tane boyutunda bir değişim de gözlenmiştir. Dağlanmış konumda katılaşma matrisleri üzerine yapılan görüntü analiz çalışmaları CNS alaşımı için SDAS değerinin 65.40 μ m olduğunu göstermiştir. Alüminyum katkısı ile bu aramesafe değeri 34.40 μ m değerine indirgenmiştir. Magnezyum katkısı ile modifiye edilmiş alaşım için SDAS değeri 45.90 μ m değerindedir. Döküm alaşımlarının tane boyutu ise CNS, CNS-Al ve CNS-Mg alaşımları için sırası ile 398, 330 ve 379 μ m olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere modifiye elementleri döküm alaşımında aynı zamanda bir tane inceltici olarak da görev almıştır.



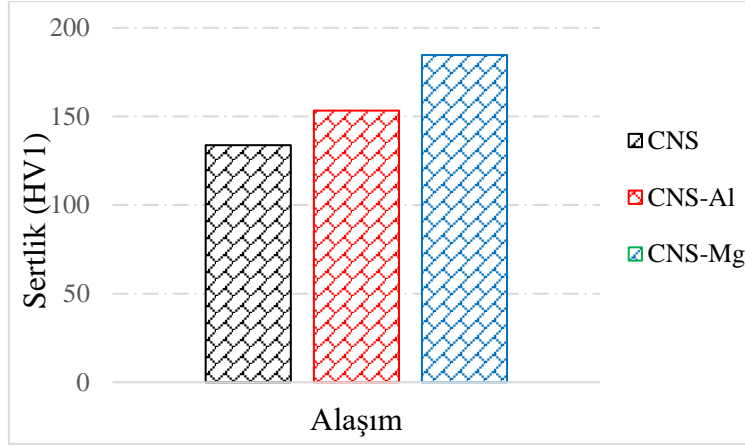
Şekil 1. Alaşımların dağlanmış konumlarına ait IM görüntüleri; (a) CNS, (b) CNS-Al ve (c) CNS-Mg

Katılaşma yapıları üzerine yapılan SEM incelemeleri, α -Cu matrisi içerisinde çoğunlukla mikron boyutlarında katı fazdan çökeltme ile oluşan δ -Ni₂Si çökeltilerinin var olduğunu da göstermiştir (Şekil 2). Esasen bu çökeltilerin varlığı ısıl işlem süreçlerinde alaşımların mukavemetlendirilmesine katkı vermektedir. Bilindiği üzere, çözeltiye alma işleminde δ -Ni₂Si çökeltilerin çözünmesi ve su vermeyi takiben yaşlandırma sürecinde çoğunlukla mikron altı çökeltiler olarak matrisi içerisinde homojen dağılımlı olması hedeflenir (Goto *et al.*, 2016; Monzen & Watanabe, 2008; Atapek *et al.*, 2020). Matris ile arayüzeyleri uyumlu/yarı uyumlu çökeltilerin dislokasyonlar ile etkileşimi sonrasında mukavemetin çoğu kez döküm/dövme konumlarına göre artacağı birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Lockyer & Noble, 1999; Lei *et al.*, 2013; Watanabe *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2021; Cheng *et al.*, 2021).



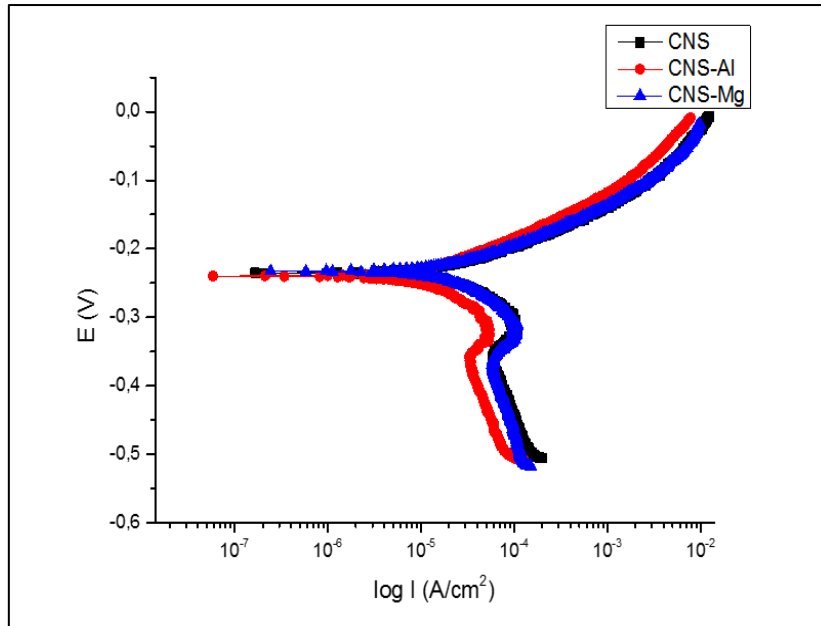
Şekil 2. Alaşımların dağlanmış konumlarına ait SEM görüntüleri; (a) CNS, (b) CNS-Al ve (c) CNS-Mg

Alaşımlama ile birlikte katı ergiyik sertleşmesinin sağlanması, ikincil faz miktarının artması ve tane boyutunun indirgenmesi döküm alaşımlarının sertliğinde de önemli bir değişim sağlamıştır. Şekil 3'de alaşımlara ait sertlik değerleri verilmiştir. CNS alaşımının makro sertlik değeri $134 \pm 0.8 \text{ HV}_1$ iken, alüminyum ile modifiye alaşımda (CNS-Al) katılaştırma yapısının sertliği $153 \pm 0.6 \text{ HV}_1$ olarak belirlenmiştir. Magnezyum katkısı ile döküm alaşımının sertliği daha da artırılmış olup, matris sertliği $185 \pm 0.3 \text{ HV}_1$ seviyesindedir.



Şekil 3. Alaşımların döküm konumlarına ait sertlik değerleri.

Şekil 4'te alaşımlara ait yarı logaritmik akım-potansiyel eğrileri verilmiştir. Tablo 2'de ise eğrilere ait elektrokimyasal parametreler listelenmiştir. CNS alaşımının korozyon akım değeri $31,40 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Alüminyum ve magnezyum katkısı ile döküm alaşımlarının korozyon akım değerlerinde önemli bir azalma tespit edilmiştir. Alüminyum katkısı ile korozyon akım değeri $22,50 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ seviyesine azalmıştır. Alaşımın magnezyum ile modifiye edilmesi halinde ise korozyon akım yoğunluğu $21,90 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ seviyesine gerilemiştir. Modifiye elementlerin katı ergiyik içerisinde çözünmesinin, katı ergiyik içerisinde değişken galvanik çiftlerinin oluşması ve potans element üzerinden anodik çözünmenin ilerlemesinin ve alaşımlama ile birlikte hem sınırlar boyunca hem de $\alpha\text{-Cu}$ matrisi içerisinde Ni-ge zengin silisitlerin ($\beta\text{-Ni}_3\text{Si}$ ve $\delta\text{-Ni}_2\text{Si}$) miktarsal artışının bir kombinasyonu olarak test ortamında modifiye alaşımların korozyon direnci artmıştır.



Şekil 4. Döküm alaşımlarının % 3.5 NaCl çözeltisinde elde edilen yarı logaritmik akım-potansiyel eğrileri.

Tablo 2. Döküm alaşımları için yarı logaritmik akım potansiyel eğrilerine ait elektrokimyasal parametreler

Alaşım	E_{kor} (mV)	I_{kor} ($\mu A/cm^2$)	β_C (mV)	β_A (mV)
CNS	-235	31,40	116,0	68,30
CNS-Al	-240	22,50	166,4	88,30
CNS-Mg	-234	21,90	85,2	46,30

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, yüksek Ni:Si oranına sahip Corson (Cu-Ni-Si) alaşımının korozyon davranışı üzerine alüminyum ve magnezyum alaşım elementlerinin etkileri incelenmiştir. Alüminyumun ve magnezyumun bakır matrisi içerisinde çözünmesinden dolayı alaşımlama ile hem katılaşma yapısında sıvı fazdan kristallenme ile sınırlar boyunca oluşan β -Ni₃Si faz miktarında hem de katı fazdan çökeltme ile oluşan δ -Ni₂Si çökeltileri miktarında önemli bir artış sağlanmıştır. Modifiye elementler katılaşma yapısında aynı zamanda ikincil dendrit kolları aramesafesinde ve tane boyutunda bir indirgemeye de katkı vermiştir. Alüminyum ve magnezyum katkısı döküm Corson alaşımlarında sertlik artışına da neden olmuştur. Katı ergiyik sertleşmesinin, azalan tane boyutunun ve artan ikincil faz miktarının bir kombine etkisi ile sertlik artışına katkı vermiştir. % 3.5 NaCl ortamında yapılan korozyon testleri modifiye elementlerinin alaşım kompozisyonunda bulunması halinde metalurjik yapıda meydana getirdiği değişimin bir fonksiyonu olarak korozyon direncinde bir değişimin olabileceğini göstermiştir. Alüminyum ve magnezyum katkısı ile Corson alaşımının korozyon direnci artmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Sağlam Metal A.Ş.'ye ve Onat Alüminyum San. Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- ATAPEK et al. (2016), Fractographical analysis of fatigue failed Cu-2.55Ni-0.55Si alloy, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 83, 60-66.
- ATAPEK et al. (2020), Fatigue behavior of precipitation strengthened Cu-Ni-Si alloy modified by Cr and Zr addition, *International Journal of Structural Integrity*, 11(6), 861-873.
- CHALON et al. (2016), Characterization of the hot-working behavior of a Cu-Ni-Si alloy, *Materials Science & Engineering A*, 667, 77-86.
- CHENG et al. (2021), Effects of Co addition on the properties and microstructure of Cu-Ni-Si-P-Mg alloys, *Materials*, 14, 368.
- DELBOVE et al. (2016), Low cycle fatigue behaviour of a precipitation hardened Cu-Ni-Si alloy, *International Journal of Fatigue*, 92, 313-320
- GOTO et al. (2016), Role of microstructure on initiation and propagation of fatigue cracks in precipitate strengthened Cu-Ni-Si alloy, *International Journal of Fatigue*, 87, 15-21.
- HORIE et al. (2020), Effect of Co and P on the discontinuous precipitation behavior in high concentration Corson alloy, *Materials Transactions*, 61(4), 663-667.
- LEI et al. (2013), A new ultrahigh strength Cu-Ni-Si alloy, *Intermetallics*, 42, 77-84.
- LOCKYER S. A. & NOBLE F. W. (1999), Fatigue of precipitate strengthened Cu-Ni-Si alloy, *Materials Science and Technology*, 15(1), 1147-1153.
- MONZEN R. & WATANEBE C. (2008), Microstructure and mechanical properties of Cu-Ni-Si alloys, *Materials Science and Engineering A*, 483-484, 117-119.
- YANG et al. (2021), Microstructure and properties of high-strength Cu-Ni-Si-(Ti) alloys, *Rare Metals*, <https://doi.org/10.1007/s12598-020-01699-5>.
- YUAN et al. (2014), The corrosion behavior of Cu-Ni-Si alloy in sea water with deep-sea bacteria, *Advanced Materials Research*, 936, 1102-1105.
- WANG et al. (2016), Effects of Cr and Zr additions on microstructure and properties of Cu-Ni-Si alloys, *Materials Science & Engineering A*, 673, 378-390.
- WATANEBE et al. (2018), Tensile deformation characteristics of a Cu-Ni-Si alloy containing trace elements processed by high-pressure torsion with subsequent aging, *Materials Science & Engineering A*, 730, 10-15.
- XIAO et al. (2016), Suppressing spinodal decomposition by adding Co into CuNiSi alloy, *Journal of Alloys and Compounds*, 660, 178-183.

İYİ TARIM UYGULAMALARI KAPSAMINDA TARIMSAL ÜRÜN VE ÜRETİM YERİ SEÇİM PROBLEMİNİN ÇOK KRİTERLİ DEĞERLENDİRİLMESİ: VAN İLİ ÖRNEĞİ

Yıldız Şahin

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr

Harun Gündüz

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli
hrngnd65@gmail.com

Özet

Gelişen dünyada ve sürekli doğal kaynakların deformasyona maruz kaldığı bu zamanda çevre ve insan sağlığı göz önünde bulundurularak doğal kaynakların korunması ve iyi tarım uygulamalarının süreklilik kazanması konusunda çalışmalarının yapılması tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli konu başlıkları arasında yerini almaktadır. Bu kapsamda Van ili tarımsal açıdan çevre illere göre önemli bir yere sahip olmasından dolayı uygulama amacıyla seçilmiş, ilin mevcut tarımsal durumu analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma ile hem yöre halkına ve hem de ülke ekonomisine katkı sağlama amacı ön planda tutularak üretiminin yaygınlaştırılması gereken ürün/ürünler tespit edilmiş ve bu ürünler için en uygun üretim yerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan değerlendirme kriterleri uzman görüşlerinden ve ilgili alandaki literatür çalışmalarından yararlanılarak tespit edilmiştir. Geçitli yöntemlerin kullanıldığı bu çalışmada gerekli değerlendirmeler sonuç analizleri ışığında vurgulanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İyi Tarım Uygulamaları, Çok Kriterli Karar Verme, ABC Analizi, CRITIC Yöntemi PROMETHEE Yöntemi.

Abstract

In the developing world and in this time when natural resources are constantly exposed to deformation, taking into account the environment and human health, working on the protection of natural resources and the continuity of good agricultural practices is among the most important topics in our country as in the whole world. In this context, since Van province has an important place in terms of agriculture compared to neighbouring provinces, it was chosen for implementation and the current agricultural situation of the province was analysed. By keeping the aim of contributing to both the local people and the country's economy in the foreground, the products / products whose production should be expanded were determined with the work carried out, and the most suitable production place for these products was determined. The evaluation criteria used in the study were determined by benefiting from expert opinions and literature studies in the relevant field. In this study in which gated methods were used, the necessary evaluations were tried to be emphasized in the light of results analysis.

Keywords: Good Agricultural Practices, Multi Criteria Decision Making, ABC Analysis, CRITIC Method, PROMETHEE Method.

1. GİRİŞ

Günümüz yaşamında tempolu süreçler ile birlikte, gelirin ve eğitim düzeyinin artması güvenli gıda tüketiminin de önemini artırmıştır. Bu durumun sebep olduğu tarımsal ürünlerin, işlenmiş gıdaların sağlıklı ve güvenli üretildiği garantisini insanlara sağlayabilmek için birtakım uygulamalar ve belli standartlarda oluşturulmuş olması, gerekli ihtiyacı kaçınılmaz kılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ), tarım ürünleri ticaretinde hayvan ve bitki sağlığı konusunda uluslararası ticaretin gıda üretimine ilişkin, doğru ve sağlıklı üretimle ilgili bir takım anlaşmalar oluşturmuş. Bu kapsamda yapılan belli anlaşmalar çerçevesinde İyi Tarım Uygulamaları anlamına gelen GAP (Good Agricultural Practices) adı altında çalışmalar yürütülmüştür. Son yıllarda hızlı bir değişime uğrayan ve büyüyen gıda ekonomisini içinde barındırdığı paydaşların üretim aşaması ve ürettikleri kalite, ürün güvenliği açısından iyi tarım uygulamaları kavramı tarımın aksamadan yürütülebilme bağlamında anlam

kazanmıştır. Tarım sektörünün içinde bulunan paydaşlar; uzun vadede ürün güvenliği ve ürün kalitesini göz önünde bulundurma amacı güden gıda üreticileri ve perakende firmaları, tarım işçileri, çiftçiler ve tüketicileri kapsamaktadır (İçel, 2007). İyi tarım uygulamalarında kullanılan kimyasal maddelerin kullanımı dengelenerek insan ve çevreye zarar vermesini engelleme çalışmaları yapılarak sağlanmalıdır (Hasdemir, 2011).

İyi Tarım Uygulamalarının Türkiye’de, 1972 yılında Stockholm’ de düzenlenen konferansla ilk yansımaları oluşmuştur. Bu gelişmeler beş yıllık kalkınma planında yer almıştır. Böylece insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen, çevre dostu tarımsal bir üretimin benimsendiği, tarım içi uygulamaların sürdürülebilirlik ve izlenebilirliğin sağlanmaya çalışıldığı, doğal kaynakların korunduğu bir üretim modelinin gerçekleşmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Kalkınma planında, büyüyen sanayi ve kentleşme bölgelerindeki kirlenme gibi çevresel sorunlar ile birlikte gelir düzeyleri ve eğitim yetersizliğinin sebep olduğu var olan doğal kaynakların yeterince kullanılmaması gibi sorunlara değinilmiştir (Anonim, 1973). Var olan tarım uygulamalarının çevrede oluşturduğu etkiler son zamanlarda çok tartışmalara sebep olmuştur. Günümüzün en büyük sorunları haline gelen toprak ve su kaynaklarının tükenmesinden dolayı ortaya çıkacak kıtlık göstergeleri, çeşitliliğin azalması ve orman tahripleri konusu bütün insanlığın ortak sorunudur. Bu yüzden tarımsal kaynaklı çevresel sorunlara yönelik yapılması gerekenler önceliklidir.

Bu konunun önemi doğrultusunda ele alınan çalışma, çok kriterli karar verme yöntemiyle değerlendirme açısından büyük önem taşımaktadır çünkü belirlenen kriterler doğrultusunda karar vericiye daha irdeleyici bakış açısı sunmaktadır. Bu çalışmada tarım ve diğer bir çok açıdan çevresinde önemli bir konuma sahip olan Van ilinin mevcut tarım tarımsal durumuna karşılık yeni bir bakış açısı getirilmiş çok kriterli karar verme teknikleri ile sonuçların değerlendirilmesi sağlanmıştır.

2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Günümüz ilerleyen teknoloji ve endüstri çalışmaları kapsamında üreticilerin süreç iyileştirme konusu farklı iş alanlarının tüketicilerin ihtiyaçlarını belirleme ve gereksinimi karşılamakla birlikte kaliteli hizmet ve oluşan maliyetleri düşürebilme ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu yapılan çalışmalar belli bir hiyerarşi içerisinde tüm katılımcıları bir noktada birleştirerek tercih yapmaya çalışılmaktadır. Yapılan bu tercihlerin herkes tarafından kabul görmesi, karar aşamalarının belli bir sistematik düzen içerisinde gerçekleşmesinin sağlanması, şeffaflık ve hesabı verilebilir bir iş yönetimi sağlanması, ortak bir platform yaratarak iletişimin kolaylaştırılması için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerine başvurulmaktadır. Karar verme sürecinde Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesinde yöneticilere yardımcı olmakta ve işletme kaynakları daha verimli kullanılmaktadır. Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri hesaplanan birimleri ve soyut ifadeleri sayısallaştırarak bu olguları bir arada değerlendirmeye alan bir analitik yöntemdir. (Dağdeviren, Eraslan, Kurt ve Dizdar, 2005:116). Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri birden fazla kritere sahip problemlerin çözümünde tercih edilmektedir. Bu yöntemde

- AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci)
- AAS (Analitik Ağ Süreci),
- TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği),
- PROMETHEE (Tercih Sıralaması Zenginleştirme Değerlendirmelerinin Organizasyonu Metodu),
- ELECTRE (Gerçeği Tercüme Eden Eleme ve Seçim)

En çok kullanılan modellerdir.

3. YÖNTEMLER VE MATERYALLER

Çalışmada kullanılan değerlendirme kriterleri uzman görüşlerinden ve ilgili alandaki literatür çalışmalarından yararlanılarak tespit edilmiştir. Elde edilen kriterler çerçevesinde Van ilinde yetişen ekonomik değeri yüksek ve diğer değerlendirme kriterleri açısından da avantajlı durumda olan farklı tarım ürünleri değerlendirilmeye alınmıştır. TÜİK ve T.C Tarım ve Orman Bakanlığı Van Müdürlüğünden alınan veriler çerçevesinde İşleme alınan bu farklı tarım ürününe çok kriterli ABC analizi uygulanmış ve kendi içinde kategorize edilmesi sağlanmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

amacıyla literatürde yaygın şekilde kullanılan CRİTİC yöntemi kullanılmıştır. Çok kriterli ABC analizi sonucunda belirlenen ürünler için üretim yeri seçilmesi amacıyla PROMETHEE yöntemi kullanılarak çok kriterli analiz gerçekleştirilmiştir.

3.1 ABC Analizi

İtalyan ekonomist ve sosyolog Vilfredo Pareto tarafından geliştirilen pareto analizi veya 80-20 prensibine dayanan ABC analizi ürünlerin sevk durumlarına göre önem derecelerini göz önünde bulundurarak bir sıraya konulması esasına dayanan kontrol yöntemi olarak bilinmektedir. Binlerce çeşit ürünün, değişik önem derecesine sahip ürünlerden oluşan stok kalemlerinin toplam içindeki kümülatif yüzdelere göre sınıflandırılması ile karar vericiye bilgiler sunmaktadır. Envanter stratejik önemlerine göre üç ana kategoriye ayrılmıştır.

- A Grubu ürünler: En önemli ve sıkı kontrol gerektiren ürünler. Toplam miktarın %15-20, toplam değer %75-80'ini oluşturur.
- B Grubu ürünler: Daha az öneme sahip, ancak orta seviye kontrol ile yönetilmesi gereken ürünler. Toplam miktarın %30-40, toplam değer %10-15'ini oluşturur
- C Grubu ürünler: En basit ve en kolay kontrol seviyesini gerektiren daha düşük öneme sahip ürünler. Toplam miktarın %40-50, toplam değer %5-10'ini oluşturur

3.2 CRITIC Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla kullanılan bu yöntem, Diakoulaki vd. (1995) tarafından geliştirilen objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden biridir. Bu yaklaşımda kriterlere ilişkin standart sapmalar ve kriterler arasındaki etkileşim ilişkileri dikkate alınarak karar sürecinde yer alan kriterlerin önem düzeyleri objektif bir şekilde hesaplanabilmektedir. Bu yaklaşımın aşamaları şu şekildedir (Diakoulakivd.1995:765; Akyüz ve Aka, 2017:36; Ünlü vd., 2017:71; Demircioğlu ve Coşkun, 2018:188). CRITIC yönteminin çözüm aşamaları tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. CRITIC Yönteminin Aşamaları

Aşamalar	Denklemler	Açıklamalar
Aşama 1	$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}$ $r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}$	<p>Karar Matrisinin oluşturulması ve Normalize Edilmesi</p> <p>x_j^{\max}= j Kriterlerin Alternatifler arasındaki maximum değeri</p> <p>x_j^{\min}= j Kriterlerin Alternatifler arasındaki minimum değeri</p> <ul style="list-style-type: none"> - $i=1,2,3,..m$ Alternatifleri - $=1,2,3...n$ Kriterleri <p>X_{ij} değeri normalize edilerek r_{ij} değerleri elde edilir.</p>
Aşama 2	$P_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}}$	<p>R_{ij} değerleri kullanılarak j kriteri ile k kriteri arasındaki kolerasyon değeri P_{jk} hesaplanır.</p> <ul style="list-style-type: none"> - $J,k=1,2,3,...n$
Aşama 3	$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}}$ $C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - P_{jk})$	<p>C_j değeri hesaplanır.</p> <ul style="list-style-type: none"> - σ_j: j. Kriterin standart sapma değeri - $j=1,2,3,...n$
Aşama 4	$W_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n (C_k)}$	<p>Kriter Ağırlıklarının hesaplanması</p> <ul style="list-style-type: none"> - j kriterinin C_j değeri tüm değerlerin toplamıyla oranlanır. - $J,k=1,2,3,...n$

3.3 PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) yöntemi Brans tarafından 1982 yılında geliştirilen çok ölçütlü öncelik belirleme yöntemidir. PROMETHEE yöntemi, mevcut gruplandırma ve bu grupları öncelik sırasına göre değerlendirme yöntemlerinin uygulama aşamasındaki zorluklarını azaltma konusundan yola çıkarak oluşturulmuş günümüzde bir çok yer seçim problemlerinde kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE yöntemi kriterler ışığında bazı adımlar izleyerek karar verici için sonuç değerlendirme yöntemi olarak da bilinir. Yöntem 7 aşamadan oluşur. Kriter ağırlıkları ile değerlendirilen bu yöntem alternatiflere ilişkin veri matrisleri sayesinde PROMETHEE ortak tercih fonksiyonları belirlenir. Ortak tercih fonksiyonları her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. Çıkan sonuçlara göre alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlükleri belirlenir ve böylece çok kriterli olarak karar vericiye destek sağlar. Çok kriterli karar verme süreçleri amaca uygun olarak çok kriterli karar verme sürecinin değerlendirilmesindeki esas amaçları;

- Alternatif yerler arasında en iyi yer seçimi
- Alternatiflerin sıralanması
- Alternatiflerin sınıflandırılması
- Uygun alternatifler içinde alt kategorilerin seçilmesi

İle sınıflandırılır.

4. UYGULAMA

Van ilinde tarla ürünleri-baklagiller olarak 7, meyve ürünleri olarak 15, sebze ürünleri olarak 12 tarım ürünü ve yem bitkileri olarak 3 tane tarım ürünü yetiştirilmektedir. TUİK, T.C Tarım ve Orman Bakanlığı il ve ilçe müdürlüklerinden alınan güncel veriler doğrultusunda, uzman görüşleri ve literatür araştırmaları çerçevesinde yöre halkına ve Türkiye için katkı payı, Türkiye içindeki üretim payı, paydaş analizleri gibi kriterler göz önünde bulundurularak 13 farklı tarım ürünü işleme alınmıştır.

Tablo 2. Tarım Ürünleri İçin Kriter ve Değerleri

Ürünler	Türkiye Üretim (ton)	İl Üretim (ton)	Türkiye Üretimi içindeki payı (%)	Üretici fiyatı (TL/kg)	Verim (kg/m.v.a.s)-(kg/da)	Dünya İhracat Payı (%)
Patates	5.200.248	8.609	0,17	2,56	2855	4,8
Fasulye (kuru)	279.518	1.239	0,44	9,77	190	3,7
Elma	4.300.486	13.152	0,31	2,17	123	3,6
Ceviz	286.706	5.857	2,04	23,63	48	9,6
Vişne	189.184	1259	0,66	4,75	45	7,3
Kiraz	724.944	1054	0,14	5,55	31	6,8
Armut	545.569	2.505	0,46	3,15	38	2,8
Kavun	1.724.856	6.636	0,38	1,58	2532	1,4
Fasulye (taze)	547.349	8.842	1,62	3,07	998	2,9
Nohut	630.000	279	0,04	4,89	114	3,8
Erik	329.056	1.328	0,4	3,48	51	1,6
Lahana	851.648	7.072	0,83	1,2	127	1,1
Kayısı	833.398	2650	0,28	3,83	38	5,5

Kriterler doğrultusunda ele alınan 13 tarım ürünü için ABC yöntemi uygulanarak tablo 3 deki gibi önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 3. ABC Analizi sınıflandırma sonuçları

	Katkı Değeri(x1000 kg)	Kümülatif Değer	Kümülatif Oran	Sınıf	Ürün
1	1328648,74	1328648,74	71,49%	A	CEVİZ
2	105787,39	1434436,13	77,18%	A	PATETES
3	102743,42	1537179,55	82,70%	B	ELMA
4	78720,33	1615899,88	86,94%	B	FASULYE (TAZE)
5	55822,25	1671722,13	89,94%	B	KAYISI
6	44788,61	1716510,74	92,35%	B	FASULYE (KURU)
7	43655,83	1760166,56	94,70%	B	VİŞNE
8	39777,96	1799944,52	96,84%	C	KİRAZ
9	22094,10	1822038,62	98,03%	C	ARMUT
10	14678,83	1836717,46	98,82%	C	KAVUN
11	9335,04	1846052,50	99,32%	C	LAHANA
12	7394,30	1853446,80	99,72%	C	ERİK
13	5184,38	1858631,18	100,00%	C	NOHUT
Toplam	1858631,18				

ABC Analizine göre A grup tarım ürünleri olarak Ceviz ve Patates çıkmıştır. Sonraki süreçte bu çıkan tarım ürünleri için Yer alternatifleri için uzman görüşlerinden ve literatür taramasından elde edilen güncel verilere göre ABC analizi sonucunda çıkan iki ürün için il bazında en verim alınacak 6 alternatif üretim yeri seçilmiştir. Tablo 4 de gösterildiği gibi bu alternatif 6 yer için CRİTİC yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra PROMEHTE yöntemi ile çok kriterli yer seçimi yapılmıştır.

Tablo 4. Alternatif Yerler ve Kriter Değerleri

	Tarım Arazi Alanı (Dekar)	Sulanan Arazi Alanı (dekar)	Nadas Alanı (Dekar)	Ürün Verim Düzeyi (kg/alan)	Tarımda Makineleşme (%)	Tarım İlçe Çiftçi Sayısı	İç Pazar a Uzaklık (Km)	Tarım Elverişli Kullanılmayan Arazi (Dekar)
Gürpınar	493.947	151.386	67.960	C(33)-P(3775)	11,70	2.650	22	20.781
Erciş	560.779	254.014	180.866	c(30)-P(3776)	18,30	5.307	100	131.000
Muradiye	373.520	115.490	8.981	c(21)-P(2827)	9,40	2.130	82	50.000
Çatak	204.431	107.084	16.801	C(45)-P(1897)	10,70	2.190	86	22.496
Gevaş	107.333	67.455	26.465	C(30)-P(3774)	4,90	1.100	32	4.560
Edremit	123.679	40.000	16.905	C(30)-P(2818)	7,80	1.257	18	18.396

Yukarıdaki tabloda verilen değerler sonucunda Normalize Karar Matrisi Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. Normalize Karar Matrisi

	Tarım Arazi Alanı (Dekar)	Sulanan Arazi Alanı (Dekar)	Nadas Alanı (Dekar)	İç Pazara Uzaklık (Km)	Tarımda Makineleşme (%)	Tarım İlçe Çiftçi Sayısı	Ürün Verim Düzeyi (kg/alan)	Tarıma Elverişli Kullanılmayan Arazi (daa)
Gürpınar	0,853	0,520	0,657	0,951	0,507	0,368	0,500	0,128
Erciş	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,375	1,000
Muradiye	0,587	0,353	1,000	0,220	0,336	0,245	0,000	0,359
Çatak	0,214	0,313	0,955	0,171	0,433	0,259	1,000	0,142
Gevaş	0,000	0,128	0,898	0,829	0,000	0,000	0,458	0,000
Edremit	0,036	0,000	0,954	1,000	0,216	0,037	0,375	0,109

Kriterler arası İlişki Katsayı Matrisi Tablo 6 de verilmiştir.

Tablo 6. İlişki Katsayı Matrisi (pjk)

	Tarım Arazi Alanı (Dekar)	Sulanan Arazi Alanı (Dekar)	Nadas Alanı (Dekar)	İç Pazara Uzaklık (Km)	Tarımda Makineleşme (%)	İlçe Çiftçi Sayısı	Verim	Kullanılmayan Arazi Alanı (Dekar)
Tarım Arazi Alanı(Dekar)	1,0000	0,9063	-0,7489	-0,4291	0,8502	0,8506	-0,2689	0,7330
Sulanan Arazi Alanı(Dekar)	0,9063	1,0000	-0,9081	-0,6274	0,9395	0,9784	-0,0667	0,8801
Nadas Alanı	-0,7489	-0,9081	1,0000	0,4054	-0,8718	-0,9345	0,0610	-0,8650
İç Pazara Uzaklık(Km)	-0,4291	-0,6274	0,4054	1,0000	-0,6263	-0,6485	-0,0418	-0,7144
Tarımda Makineleşme (%)	0,8502	0,9395	-0,8718	-0,6263	1,0000	0,9753	0,0327	0,8861
İlçe Çiftçi Sayısı	0,8506	0,9784	-0,9345	-0,6485	0,9753	1,0000	-0,0509	0,9365
Verim	-0,2689	-0,0667	0,0610	-0,0418	0,0327	-0,0509	1,0000	-0,2749
Kullanılmayan Arazi Alanı (Dekar)	0,7330	0,8801	-0,8650	-0,7144	0,8861	0,9365	-0,2749	1,0000

Kriterlerin bilgi miktarını (C_j) bulmamız için ilişki katsayı matrisinin pozitif değer miktarları Tablo 7 de hesaplanmıştır.

Tablo 7. 1-pjk Matrisi

	Tarım Arazi Alanı (Dekar)	Sulanan Arazi Alanı (Dekar)	Nadas Alanı (Dekar)	İç Pazar a Uzaklık (Km)	Tarımda Makineleşme (%)	İlçe Çiftçi Sayısı	Verim	Kullanılma yan Arazi Alanı (Dekar)
Tarım Arazi Alanı(daa)	0,0000	0,0937	1,7489	1,4291	0,1498	0,1494	1,2689	0,2670
Sulanan Arazi Alanı(daa)	0,0937	0,0000	1,9081	1,6274	0,0605	0,0216	1,0667	0,1199
Nadas Alanı (daa)	1,7489	1,9081	0,0000	0,5946	1,8718	1,9345	0,9390	1,8650
İç Pazara Uzaklık(Km)	1,4291	1,6274	0,5946	0,0000	1,6263	1,6485	1,0418	1,7144
Tarımda Makineleşme (%)	0,1498	0,0605	1,8718	1,6263	0,0000	0,0247	0,9673	0,1139
İlçe Çiftçi Sayısı	0,1494	0,0216	1,9345	1,6485	0,0247	0,0000	1,0509	0,0635
Verim	1,2689	1,0667	0,9390	1,0418	0,9673	1,0509	0,0000	1,2749
Kullanılma yan Arazi Alanı (daa)	0,2670	0,1199	1,8650	1,7144	0,1139	0,0635	1,2749	0,0000

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda; Standart sapma miktarları (σ_j), kriterlerin bilgi miktar ağırlıkları (c_j) ve bu iki değerlerden bulunan kriter ağırlıkları (w_j) Tablo 8 de verilmiştir.

Tablo 8. Kriter Ağırlık Değerleri

	Tarım Arazi Alanı (daa)	Sulanan Arazi Alanı (daa)	Nadas Alanı (daa)	İç Pazar a Uzaklık (Km)	Tarımda Makineleşme (%)	İlçe Çiftçi Sayısı	Verim	Kullanılma yan Arazi Alanı (daa)
σ_j	0,427376	0,351263	0,384442	0,445737	0,337366	0,362359	0,322119	0,367116
c_j	2,182524	1,720451	4,175771	4,315670	1,624181	1,773059	2,451165	1,989255
w_j	0,1079	0,0850	0,2064	0,2133	0,0803	0,0876	0,1212	0,0983

Alternatif yerler arasında ABC analizi sonucunda bulduğumuz katkı değeri en yüksek ürünler olan Ceviz ve Patates ürünleri için belirlenen kriterler doğrultusunda ve hesaplanan kriter ağırlık değerlerine (w_j) göre Visual PROMETHEE Akademice paket programı yardımıyla elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Gürpınar	0,1440	0,5498	0,4058
2	Çatak	0,1341	0,5602	0,4261
3	Muradiye	0,1089	0,5500	0,4411
4	Erciş	0,0273	0,4833	0,4561
5	Edremit	-0,0638	0,4362	0,5000
6	Gevaş	-0,3505	0,2944	0,6450

Ceviz ürünü için 6 alternatif yer arasında en uygun yer Van ilinin Gürpınar ilçesi en uygun yer olarak hesaplanmıştır. Gürpınar ilçesini takip eden en uygun ikinci yer ise Çatak'tır.

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Erciş	0,6068	0,7886	0,1818
2	Gürpınar	0,3682	0,6477	0,2795
3	Muradiye	0,0586	0,5218	0,4632
4	Çatak	-0,2595	0,3586	0,6182
5	Gevaş	-0,3614	0,3045	0,6659
6	Edremit	-0,4127	0,2909	0,7036

Patates ürünü için 6 alternatif yer arasında Van ilinin Erciş ilçesi en uygun yer olarak hesaplanmıştır. Erciş ilçesini takip eden en uygun ikinci yer ise Gürpınar'dır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İyi tarım uygulamalarının ülkemiz için önemi doğrultusunda çalışmaların hız kazanması gerektiğinin vurgusu her geçen gün artmaktadır. Yapılan çalışmalarda tarım içi uygulamaların mühendislik eksenli gerekli uyum sonuçları çok kriterli karar verme teknikleriyle artabildiği görülmektedir. Üretilen tarım ürünlerinin üretim yeri ile bağlantılı olarak katkısı kullanılan teknikler ile ortaya konmaktadır.

Bu çalışmada Van ili için ürün seçimi ve seçilen ürünler için en uygun üretim yerinin tespit edilmesi için kullanılan yöntemler çok kriterli karar verme ile tekniği ile uygulanmıştır. Yöntemler doğrultusunda katkı değeri en yüksek çıkan ceviz ve patates için en uygun yerler sırasıyla Gürpınar ve Erciş ilçeleridir. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansının (DAKA) yayınlanan 2023 stratejik eylem planı ile ilgili çalışmada Van ilinin ilçe bazında yetiştirilmesi tavsiye edilen tarım ürünleri ile bu yapılan çalışma sayısal veriler ile hesaplanarak örtüştüğü görülmektedir.

Van gelişmekte olan önemli dış pazarlara (Türk Cumhuriyetleri, Rusya Federasyonu, İran ve Irak) yakın olmasından dolayı önemli bir konuma sahiptir. İlin geleneksel üretim çeşitliliğinin fazla aynı zamanda tarımsal kirliliğin düşük olmasından dolayı organik tarıma ve iyi tarım uygulamaları için elverişli olmasına katkı sağlayabilir Bundan dolayı yapılacak olan çalışmalara önemli fırsatlar sunar.

KAYNAKLAR

- Anonim 1973. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı. <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalkinma%20Planlar/Attachments/7/plan3.pdf>. (Erişim tarihi: 12.09.2017).
- Aydın Eryılmaz G, Kılıç O 2018. Türkiye'de Sürdürülebilir Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4): 624-631. DOI:10.18016/ksudobil.345137
- Aydın Eryılmaz, G, Kılıç, O, Boz, İ. (2019). Türkiye'de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamalarının Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29 (2) , 352-361. DOI: 10.29133/yyutbd.446002

- Dağdeviren M., Eraslan E., Kurt M. ve Dizdar, E.N. (2005), “Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci İle Alternatif Bir Yaklaşım”, Teknoloji Dergisi, 8(2): 115-122.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995), “Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method”, Comput Oper Res., 22, 763-770.
- Dursun, E, Gürgen, E. (2020). KONTEYNER TERMİNAL STOK YÖNETİMİNDE ABC ANALİZİ VE BULANIK SINIFLANDIRMA. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17 (46) , 563-583.
- Genç, T , , . (2013). PROMETHEE Yöntemi ve GAIA Düzlemi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,15 (1) , 133-154.
- Hasdemir M 2011. Kiraz Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamalarının Benimsenmesini Etkileyen Faktörlerin Analizi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 209 s.
- İçel CD 2007. Avrupa Birliği Ülkelerinde İyi Tarım Uygulamaları ve Türkiye ile Karşılaştırılması. T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, AB Uzmanlık Tezi, 114 s.
- Işık, Ö. (2019), Türkiye'de Hayat Dışı Sigorta Sektörünün Finansal Performansının CRITIC Tabanlı TOPSIS ve MULTIMOORA Yöntemiyle Değerlendirilmesi, BMIJ, (2019), 7(1): 542-562
- Urfaloğlu, F, Genç, T. (2015). ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE TÜRKİYE'NİN EKONOMİK PERFORMANSININ AVRUPA BİRLİĞİ ÜYE ÜLKELERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 35 (2) , 329-360. <https://dergipark.org.tr/en/pub/muiibd/issue/494/4376> adresinden erişildi.
- Uygurtürk, H, Korkmaz, T. (2012). Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 7 (2) , . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/oguiibf/issue/5716/76515>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK 2021.)

KİMYEVİ GÜBRE FABRİKALARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI

Şuayip KARAKAŞ^[1],

^[1]Gübre Fabrikaları Türk AŞ, Kocaeli, TÜRKİYE

Meral ALTINAY^[2]

^[2]Enerji Sistemleri Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

Özet

Dünyada ve ülkemizde sanayi, ekonomi ve nüfus hızlı bir şekilde büyümektedir. Bu büyümeye paralel olarak, enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Ülkeler bir taraftan ihtiyaç duydukları enerjiyi alternatif kaynaklardan kesintisiz, ucuz ve güvenli olarak elde edebilmek için çeşitli politikalar geliştirmekte; diğer taraftan havaya salınan sera gazlarını azaltmaya çalışmaktadır. Bu nedenlerle, en ucuz, en çevreci ve yerli kaynak olan enerjide verimlilik ülkelerin temel politikalarından biridir. Bu çalışmada gübre üretim tesislerinin üretimleri ve proses akışları araştırılarak gübre sanayinde kaynak verimliliği, enerji kayıpları, süreç verimliliği konuları irdelenmiştir. Ayrıca gübre sanayinde 6 sigma ve kaizen gibi metodolojiler kullanılarak yapılan verimlilik artırıcı çalışmalar incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu ürün miktar ve kalitesinden ödün vermeden enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Çalışmanın bir diğer çıktısı olarak da bakım maliyetlerinin düştüğü görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji, enerji verimliliği, gübre fabrikaları, bakım

Abstract

The industry, economy and population are growing rapidly in the world and in our country. In parallel with this growth, the energy need is constantly increasing. On the one hand, countries develop various policies in order to obtain the energy they need from alternative sources uninterruptedly, cheaply and securely; on the other hand, it tries to reduce greenhouse gases released into air. For these reasons, energy efficiency, which is the cheapest, most environmentally friendly and domestic resource is one of the basic policies of countries. In this study, the productions and process flows of the fertilizer production facilities were investigated, and the resource efficiency, energy losses and process efficiency issues in the fertilizer industry were examined. In addition productivity-enhancing projects were carried out in the fertilizer industry using 6 sigma and kaizen methodologies. As a result of the studies, energy savings are achieved without sacrificing product quantity and quality. As another outcome of the study, it was seen that maintenance costs decreased.

Keywords: Energy, energy efficiency, fertilizer plants, maintenance,

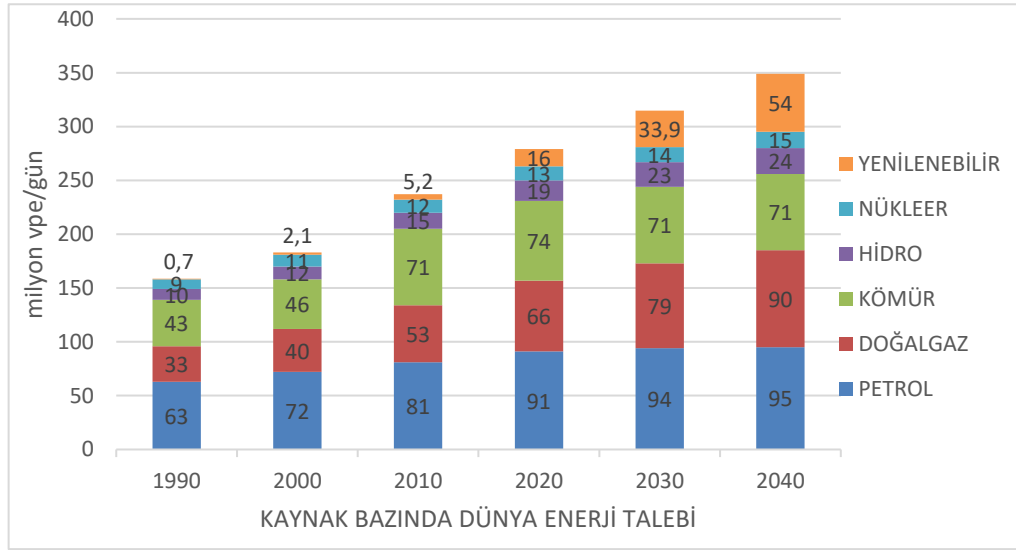
GİRİŞ

Enerji, nüfus artışı, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojinin hızlı ilerlemesi ile paralel olarak, önemini her geçen gün arttırmaktadır. İnsanların ihtiyaçlarının çeşitlenmesi ve konfor, enerjiyi sosyal yaşamın en önemli unsurlarından biri durumuna getirmiştir. Buna karşın, dünyadaki enerji kaynakları sınırlıdır ve bu kaynakların zamanla insan ihtiyaçlarını karşılayamayacak düzeye gelecek olması yadsınamaz bir gerçektir. Özellikle, Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı olup gelişmesine paralel olarak enerji ihtiyacı sürekli artan ülkelerin sorunlarının çözümü, yerli kaynak kullanımı ve enerji verimliliğini esas alan politikalar geliştirmekten geçmektedir[2]. Bu çalışmada, enerjiyi iyi yönetmenin ve buna bağlı olarak enerji verimliliğinin önemi vurgulanmaktadır. Kimyevi gübre tesislerinde enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için yapılacak iyileştirme çalışmalarının enerji tasarrufu ve birim üretim maliyetinin aşağıya çekilmesi hususunda sağlayacağı katkı incelenmektedir. Çalışmada ayrıca, enerjinin daha verimli kullanılmasıyla bakım sürelerinde, bakım maliyetlerinde ve ekipman ömründe yaşanacak değişim de incelenmektedir.

1. ENERJİ TALEBİ

Dünya enerji talebi; artan taşıt sayısı, hızla çoğalan nüfusun ısınma ihtiyaçları, hızlı sanayileşme gibi birçok nedenle artma eğilimi göstermektedir. Fosil yakıtların tükenme işaretleri göstermesi ve çevresel

etkilerden ötürü yenilenebilir kaynaklara yönelim artmakta olup birçok ülke bu konuda çok ciddi yatırımlar yapmaktadır.



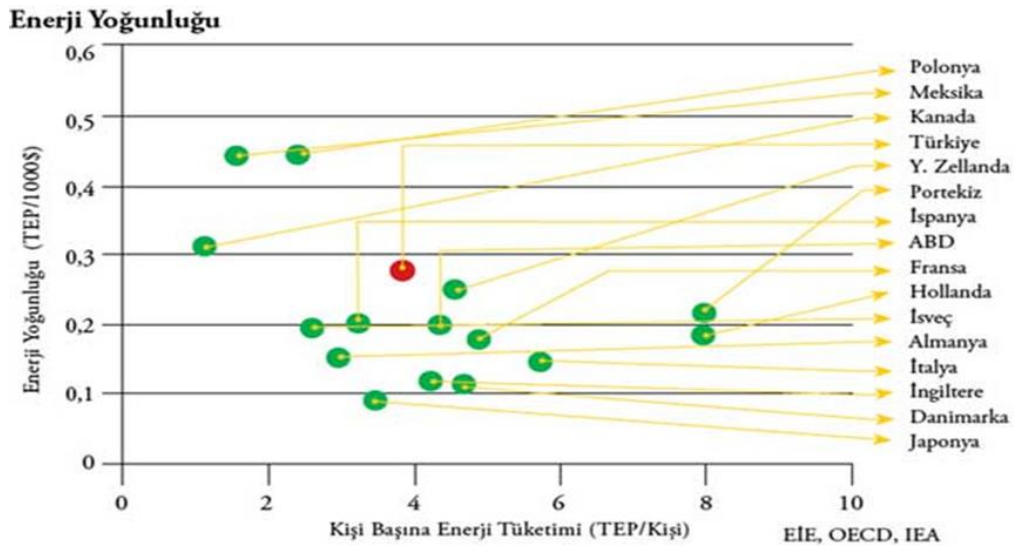
Şekil 1. 1990-2040 Yılları Kaynak Bazında Dünya Enerji Talebi [3]

2. ENERJİ YÖNETİMİ

Enerji yönetimi; yeterli ve kaliteli enerji kullanımı sağlayarak ürün başına düşen maliyetin düşürülmesi, enerji tedarik ve fiyat artışı problemlerine hazır olunması çevrenin korunması, arıza sayısının ve bakım giderlerinin düşürülerek tesis üretim kalitesinin ve ömrünün artırılması hususlarını gündemine alan iyi planlama, koordinasyon, uygulama, kontrol ve önlem almayı kapsayan bir bütündür.

2.1 Enerji Yoğunluğu

Enerji yoğunluğu, GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla) başına tüketilen birincil enerji miktarı olarak tanımlanmakta olup enerji verimliliğinin analiz edilmesi ve karşılaştırılması amacıyla dünya genelinde kullanılan bir araçtır. Enerji yoğunluğu kişi başına düşen enerji tüketimi ile birlikte ülkelerin gelişmişliği konusunda bize bilgi veren en önemli göstergedir. Kişi başı enerji tüketiminin yüksekliği o ülkedeki insanların refah içerisinde kaliteli bir yaşam sürdürdüğünü ve ülkenin canlı bir ekonomiye sahip olduğunu gösterir. Dolayısıyla hedef; kişi başına enerji tüketiminin yüksek, enerji yoğunluğunun ise düşük olmasıdır



Şekil 2 Dünya Ülkeleri Enerji Yoğunlukları[4]

3. TÜRKİYE GÜBRE ÜRETİMİ VE TÜKETİMİ

Gübre; bitki beslenmesi için gerekli olan kimyasal elementleri bünyesinde bulunduran, birim alandan daha çok ve daha kaliteli ürün elde etmek amacıyla toprağa ilave edilen maddelere denir. Türkiye gübre hammadde kaynakları açısından %90'nın üzerinde dışa bağımlıdır. Türkiye, azotu; Çin, Mısır, Rusya ve İran'dan, fosforu; Kuzey Afrika'dan, potasyumu ise AB ülkelerinden ithal etmektedir. Türkiye tüketimin yaklaşık 1/3'ünü doğrudan ithalatla karşılamaktadır.[5]

4. GÜBRE ÜRETİMİNDE KAYNAK VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ TÜKETİMİ

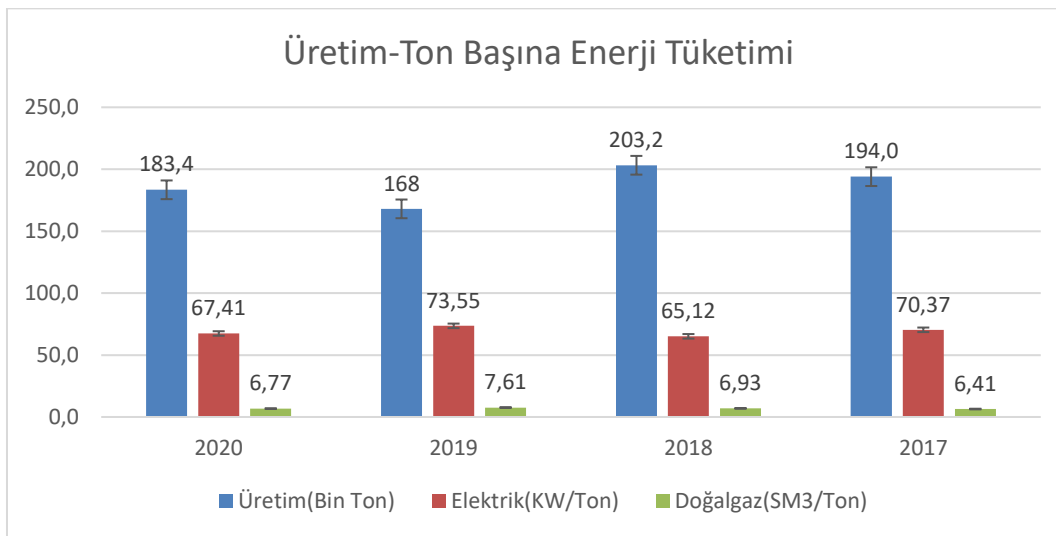
Amonyak(NH₃) gübre üretiminde kullanılan en önemli girdilerden olup gübrenin ihtiva etmesi gereken azotun temel kaynağıdır. Amonyak üretimi en yoğun enerji gerektiren süreç olup ortalama bir tesisin 1 ton susuz amonyak üretmesi için yaklaşık 1090-1250 m³ doğalgaz gerekmektedir. Azotlu gübrelerin üretilmesi için kullanılan enerjinin yaklaşık %80'i susuz NH₃ üretimi için geri kalan kısmı ise üre ve diğer azotlu gübre üretimleri için kullanılmaktadır. 1960'lı yıllarda 1,48 TEP/ton NH₃ olan enerji tüketim miktarı günümüzde teknolojik yatırımlar yapılarak 0,72 TEP/ton NH₃ seviyesine düşürülmüştür. Bu değer üre için 0,08 TEP/ton, nitrik asit için 0,074 TEP/ton ve amonyum nitrat üretimi içinse 0,01TEP/ton seviyesindedir [9]. Amonyak CO₂ ile reaksiyona sokularak üre gübresi üretilmektedir. NH₃ ve Üre aynı zamanda kompoze gübre (NPK) üretiminde kullanılmakta olup kaynak verimliliği enerji verimliliğini doğrudan etkilemektedir.

Tablo1. Gübre Türlerinin Enerji Gereksinimleri

İşlem	Enerji İhtiyacı (kJ/kg)		
	Azotlu Gübreler	Fosfatlı Gübreler	Potasyumlu Gübreler
Üretim	69530	7700	6400
Paketleme	2600	2600	1800
Lojistik	4500	5700	4600
Uygulama	1600	1500	1000
Toplam	78230	17500	13800

4.1 Kompoze Gübre Fabrikalarında Enerji Tüketimi

Kompoze gübre fabrikalarında kapasite kullanımı önemli olup üretilen ürün miktarı arttıkça ton başına tüketilen enerji miktarı düşmektedir. Elektrik, ekipmanların çalıştırılması için kullanılan enerji kaynağıdır. Doğalgaz ise ürünlerin kurutulmasında ve buhar üretiminde kullanılmaktadır. NPK üretimi yapan örnek bir tesiste üretim miktarına bağlı olarak ton başına tüketilen enerjinin değişimini şekil 3' de gösterilmiştir.



Şekil 3. Üretim Miktarı - Ton Başına Enerji Kullanımı İlişkisi

Kompoze gübre üretim tesislerinde hammadde hariç maliyetin yaklaşık %19-25'ini enerji maliyetleri oluşturmaktadır. Kullanılan enerji ürün çeşit ve miktarına göre değişiklik göstermektedir. Doğalgaz kullanımı; fabrika yenileme duruş zamanları, hava sıcaklıkları, ürün çeşidi ve kullanılan buhar miktarıyla doğrudan ilişkilidir.

5. VERİMLİLİK ARTTIRICI ÇALIŞMALAR

Verimlilik artırıcı çalışmalar; proses düzenleme, etkin kaynak kullanımı, verimli ekipman ve sistem yatırımları gibi yollarla gereksiz enerji kullanımının, kaçakların ve atık enerjinin minimize edilerek enerjinin daha verimli kullanılması amacıyla yapılmaktadır. Enerji verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmalar bilgi toplama, ölçme, analiz, değerlendirme ve rapor hazırlama adımlarının kullanıldığını birtakım yöntemler kullanılarak yapılmaktadır.

5.1. Kaizen Yöntemi

Kısaca, sürekli iyileştirme olarak tanımlanan Kaizen; temel olarak tüm işletme süreçlerini, maliyetleri, işçilik ve enerji kullanımını yavaş ama sürekli iyileştirerek verim artışı sağlamayı amaçlar. Kaizen felsefesinde çalışmalar tüm çalışanların katılımıyla bireysel değil, takım oluşturularak yapılmalı ve çalışanlar ödüllendirilmelidir. Kaizen; çalışmanın planlanması, uygulaması, sürdürülebilirliği ve genişletilmesi şeklinde üç bölümden oluşur.

5.2. Altı Sigma Yöntemi

Altı Sigma, tüm operasyonlarda mükemmelliği amaçlayan, işletmelerde süreçlerin tanımlanması, ölçülmesi, analiz edilmesi, iyileştirilmesi ve kontrolü için etkili istatistik araçları kullanan bir yönetim tekniğidir. Altı Sigma yöntemi, büyük yatırımlar yapılmadan istenen başarıya ulaşmak için çeşitli yol ve yöntemler sağlar.

6. ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI

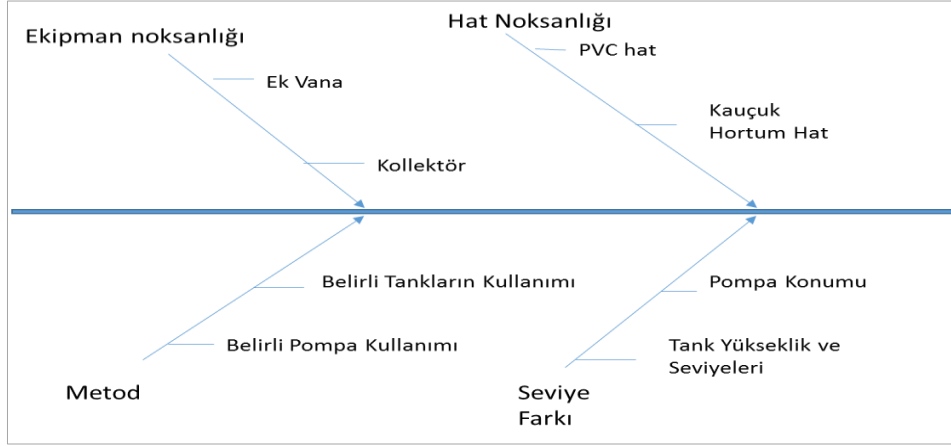
Enerji tasarrufu konusunda önemli seviyede bir potansiyele sahip olan gübre sanayinde, çalışma ekipleri kurularak enerji tasarrufu fırsatları belirlenebilir ve bu fırsatlar kazanca dönüştürülebilir. Bu kapsamda çok az ya da hiç para harcamadan enerji tasarrufu sağlayan uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir.

6.1 Uygulama

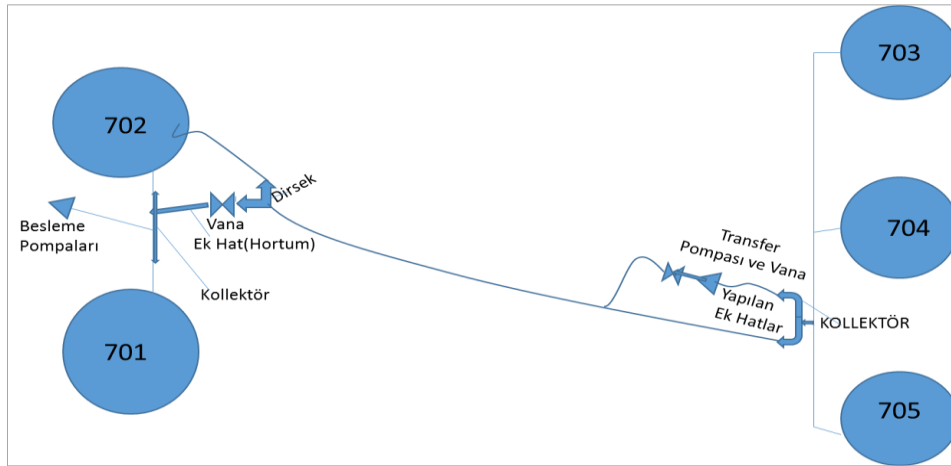
Gübre sanayinde kullanılan fosforik asidin transferinde pompa kullanımının azaltılması yoluyla tüketilen enerjinin azaltılması ve böylelikle enerji maliyetinin azaltılması amaçlanmaktadır. Yapılan analizler sonucu pompanın 0,56kW/Ton enerji harcadığı hesaplanmıştır. Yapılacak iyileştirme çalışmaları neticesinde asit transferinin %75 oranında pompa kullanılmadan yapılması ve harcanan enerjinin 0,14kW/Ton olması öngörülmüştür. Ayrıca, pompa hattına alternatif oluşturularak, tıkanma, kırılma ve vana bozulması gibi olası problemlerde tesis duruşlarının önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Tüm bu çalışmalar gerçekleşirken Altı Sigma Yöntemi kullanılmış olup tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol adımları izlenmiştir. Şekil 4' de gösterilen ağaç diyagramı ile hedef ve ihtiyaçlar belirlenmiş, müşterinin sesi çalışması yapılmış ve kritik kalite karakteristikleri (CTQ) oluşturulmuştur. Ardından, beyin fırtınası yapıp, olası nedenler belirlenerek Şekil 5' de gösterilen balık kılıcı diyagramı oluşturulmuştur.

İhtiyaç	Anahtar	CTQ	Spekt
İlk yatırım maliyeti düşük olsun	Düşük maliyet	TL	Hedef :3200 TL, Harcanan:2750TL
Asit transfer maliyeti	Asit transferinde enerji	Kw/ton	0,56Kw/ton (Hedef:0,14Kw/ton
Transfer edilmesi öngörülen asit miktarı:100.000 ton/yıl			
Proje sonrası pompa kullanılmadan transfer edilmesi öngörülen miktar: 75.000 ton			
Tüketilen enerji	:100.000 * 0,56 =56.000 Kw		
Proje sonrası enerji tüketimi	:100.000 * 0,14 =14.000 Kw		
Tasarruf Miktarı	: 42.000 * 0,601TL/Kw =25.242 TL		

Şekil 4.Ağaç Diyagramı



Şekil 5. Balık Kılıcı Diyagramı



Şekil 6. Çalışma Taslağı

Tablo 2. Aylık Kazanç Tablosu

AYLAR	MİKTAR(TON)	POMPASIZ TRANSFER MİKTARI(TON)	POMPA KULLANILARAK TRANSFER MİKTARI(TON)	KAZANÇ (%)
1.AY	4600	3700	900	80%
2.AY	2800	2200	600	79%
3.AY	8900	7000	1900	79%
4.AY	6500	4500	2000	69%
5.AY	8000	6800	1200	85%
6.AY	7200	5600	1600	78%
7.AY	10200	7800	2400	76%
8.AY	5600	5200	400	93%
9.AY	9000	7300	1700	81%
10.AY	7500	6200	1300	83%
11.AY	1500	1500	0	100%
12.AY	6500	5000	1500	77%
13.AY	3000	2400	600	80%
14.AY	8000	7000	1000	88%
15.AY	7600	6500	1100	86%
16.AY	6000	5000	1000	83%
17.AY	7300	6500	800	89%
TOPLAM	110200	90200	20000	Ortalama : % 82

Yapılan çalışma öncesi maliyet: 110200Ton x 0,56 x 0,601(TL/kW-1yıl) = 37.089 TL

Yapılan çalışma sonrası maliyet: 20000Ton x 0,56 x 0,601(TL/kW-1yıl) = 6.731 TL

Toplam Kazanç: 37.089 - 6.731 = 30.358 TL + Yedek Parça ve Bakımdan Tasarruf Pompa üretim çeşit ve yoğunluğuna göre farklı sıklıklarda kullanılabilmekte olup ortalama % 80 tasarruf sağlayacağı görülmüştür. Pompanın, % 80 oranında daha az çalışmasıyla birlikte, mil ve salmastra aşınmalarından kaynaklı yıllık yaklaşık 3500 TL' lik bakım ve yedek parça harcamalarının 300 TL civarına düşeceği öngörülmektedir. Ayrıca işçilikten de tasarruf edilmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenemeyen enerji kaynakları açısından önemli seviyede dışa bağımlı olan Türkiye; dünyanın en önemli enerji kaynaklarına sahip ülkeler ile enerjiyi yoğun bir şekilde kullanan ülkeler arasında jeopolitik öneme sahip bir noktada yer almakta ve önemli enerji nakil hatları topraklarından geçmektedir. Bu durum Türkiye'yi enerjiyi uygun maliyetli ve güvenli bir şekilde alma konusunda avantajlı bir duruma getirmektedir. Bununla birlikte, Türkiye enerji yoğunluğu dünya ortalamasının üstünde seyreden bir ülke olup, istatistik raporları aynı miktar katma değer üretimi için, daha fazla enerji harcadığını göstermektedir. Bu durum, Türkiye'nin enerji tasarruf potansiyelinin yüksek olduğunu ve enerji verimliliği konusunda yapılacak çalışmaların önemli katma değer oluşturacağını göstermektedir. Türkiye'de sanayinin GSYH'deki payı %20 civarındadır. Verimli kaynak kullanımı enerji giderleri ve ürün maliyeti açısından dikkat edilmesi gereken diğer bir konudur. Türkiye gübre tüketiminin ortalama % 65'ini yurtdışından alınan hammaddelerle ülkedeki fabrikalarda üretmekte olup geri kalan kısmının ise ithal etmektedir. Yoğun kullanılan gübre ve hammaddelerinin (Amonyak, üre) üretiminde doğalgaz hammadde olarak kullanılmakta olup verimli kaynak kullanımı hem üretim hem de enerji açısından önemlidir.

Sonuç olarak, enerji verimliliği konusu bir ülke politikası olmalı ve en ucuz, en çevreci ve en kaliteli enerjinin tasarruf edilen enerji olduğu bilinmelidir. İyileştirme çalışmalarının birçoğu çok az ya da hiç para harcamadan farkındalık, dikkat, disiplin, standartlaşma ve sürekliliği sağlayarak yapılabilmektedir.

Enerji tasarruf potansiyeli tespit edilerek yapılacak iyileştirmeler ile üretim, kaliteden ve konfordan ödün vermeden yüksek miktarda enerji tasarruf edilebilmektedir.

Yapılan verimlilik artırıcı çalışma sonucu, çok az ya da hiç para harcanmadan enerji tasarrufu yapılabileceği görülmektedir. Bu sayede, enerji yoğunluğunun düşürülmesine ve kaynakların daha verimli kullanılmasına önemli seviyede katkı sağlanmaktadır. Ayrıca, enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmaların bir diğer çıktısı olarak, bakım maliyetlerinde düşüş ve ekipman kullanım ömürlerinde artış görülmektedir. Böylece, işletmelerde uygulanabilecek verimlilik artırıcı çalışmaların, en değerli yatırımlardan olduğu görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya desteklerinden dolayı Gübre Fabrikaları Türk AŞ'ye teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] <https://www.enerjiportali.com> (Ziyaret tarihi 25 Aralık 2020)
- [2] Ali Ekber Çakar, 3. Enerji Verimliliği Kongresi, Mühendis ve Makina, 52(617), 20-21, 2011.
- [3] <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2018.pdf>, (Ziyaret tarihi 11 Ocak 2021)
- [4] www.insaatedarik.com.tr , (Ziyaret tarihi 30 Ocak 2021)
- [5] www.tarimorman.gov.tr Gübre Sektör Politika Belgesi 2018-2022, (Ziyaret tarihi 2 Şubat 2021)
- [6] <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/G%C3%BCbre%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf>
- [7] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü Kimyasal gübre ve azot bileşiklerinin imalatı sektörü kaynak verimliliği Rehberi, Yayın No: e-9, Aralık 2018.
- [8] Dağdeviren, M. "Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE", Journal of Intelligent Manufacturing, 19, 397-406, 2008.
- [9] ENERGY STAR, «Energy Efficiency and Cost Saving Opportunities for Ammonia and Nitrogenous Fertilizer Production,» United States Environmental Protection Agency, 2017.

AL-6110-A-T4 ALÜMİNYUM ALAŞIMININ TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Gülşah AKINCIOĞLU

Düzce Üniversitesi, Gümüşova MYO, Makine Resim ve Konstrüksiyon
gulsahakincioglu@yandex.com

Özet

Al-6110-A-T4 piston ve silindir gömlekleri yüksek sıcaklıklara aşınmaya maruz kalan ortamlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle bu alaşımların yüksek sıcaklıklardaki tribolojik özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada; Al-6110-A-T4 alüminyum alaşımının farklı devir sayılarında oluşan sıcaklık ve sürtünme katsayısı değişimleri incelenmiştir. Sürtünme testleri ASTM G99 test standardına göre pin-on-disk test cihazında 5 N yük ve üç farklı disk devir sayısında (300 dev/dak, 400 dev/dak ve 500 dev/dak) gerçekleştirilmiştir. Test esnasında temas yüzeyinde oluşan sıcaklık, termal kamera ile anlık olarak ölçülmüştür. Devir sayısı arttıkça artan hız ile numunelerin sıcaklık değerlerinin daha yükseldiği görülmüştür. 400 dev/dak ve 500 dev/dak devir sayılarında ölçülen numune sıcaklıkları, 300 dev/dak sayısında elde edilen sıcaklık değerine göre sırasıyla %14,02 ve %17,89 oranında artış göstermiştir. Artan sıcaklığın sürtünme katsayılarını az miktarda azalttığı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler; Al-6110-A-T4 malzeme, pin-on-disk sürtünme testi, sıcaklık, aşınma.

GİRİŞ

Alüminyum ve alaşımları, düşük yoğunluk, yüksek korozyon direnci, yüksek mukavemet, kolay işlenebilirlik, yüksek elektrik ve yüksek ısı iletkenliği gibi olağanüstü özelliklerin kombinasyonu nedeniyle endüstriyel alanlarda ve günlük yaşamda çok çeşitli amaçlarla kullanımları bulunmaktadır. Bununla birlikte, düşük yüzey sertliği ve düşük aşınma direnci genellikle mühendislik uygulamalarını sınırlamaktadır [1-4]. 6xxx alüminyum alaşımları çoğunlukla ekstrüde ürünler olarak, ayrıca inşaat ve otomotiv uygulamalarında kullanılır [5, 6]. Üstün özelliklerinin yanında, alüminyum alaşımlarının çeliklere ve dökme demirlere kıyasla nispeten düşük akma dayanımları, bu malzemeleri özellikle kayma ve yuvarlanma temas durumlarında aşınmaya karşı savunmasız hale getirmektedir [7]. Bu nedenle alüminyum alaşımların tribolojik ve mekanik özellikleriyle ilgili çalışmalar oldukça popülerdir. Singh ve Alpas [8] çalışmalarında Al6061 alaşımına %20 oranında Al₂O₃ eklemişlerdir. İçeriğinde Al₂O₃ katkısı bulunan ve bulunmayan Al6061 alaşımın aşınma özelliklerini incelemişlerdir. Al₂O₃ partiküllerinin boyutları 15µ'dur. Numunelerin sertlik değerlerini Vickers yöntemiyle ölçmüşlerdir. Aşınma testleri ring-on-disk cihazında, dış çapı 9,5 mm iç çapı 5,5 mm olan silindirik numunelerle gerçekleştirilmiştir. Numunelere ayrıca 25 °C - 500 °C sıcaklık arasında sıkıştırma testi de uygulamışlardır. Sonuç olarak artan sıcaklıklarda Al₂O₃ katkılı numunenin daha iyi aşınma direnci gösterdiği gözlenmiştir. Ghazali ve ark. [9] toz metalürjisi yöntemiyle ürettikleri, dört farklı alüminyum alaşıma (2124, 3004, 5056 ve 6092) aşınma testi uygulayarak sonuçları değerlendirmişlerdir. Numunelere konvansiyonel sürtünme aşınma testi yapılmıştır. Numunelerin ayrıca XRD, SEM ve EDS analizlerini de incelemişlerdir. Sonuç olarak bütün alaşımların ciddi bir aşınma gösterdiklerini gözlemişlerdir. Yük ve kayma mesafesi arttıkça hacim kaybı da artış göstermiştir. Araştırmacılar, alaşım 3004 ve 6092, aşırı hacim kaybı meydana geldiği için 91 N ve 140 N yüklerde 10,8 km'den daha az kayma mesafesi için test ettiklerini ifade etmişlerdir. Reddy ve ark. [10] çalışmalarında yarı katı metal (SSM) işleme tekniği ile üretilen hiperötektik dökme alüminyum-silikon alaşımlarının aşınma özelliklerini geliştirmeye çalışmışlardır. Alaşımın aşınma özellikleri, sabit ortalama kayma hızında (0,2 m/s) dökme demire ve paslanmaz çelik yüzeye karşı incelenmiştir. Sonuçları geleneksel döküm alaşımlarla kıyaslamışlardır. Karıştırılmış döküm alaşım, geleneksel döküm alaşımına kıyasla daha az ağırlık kaybı göstermiştir. Karıştırılmış döküm ve geleneksel döküm alaşımları, paslanmaz çeliğe karşı, dökme demir tezgâh yüzeyine kıyasla daha yüksek ağırlık kaybı göstermiştir. How ve Baker [11] AA6061 alaşım (baz alaşım) ve %20 oranında safran lifi katkılı AA6061 alaşımın, kuru kayma koşullarında yüzeylerin deformasyonunu incelemişlerdir. Aşınma testleri için pin-on-disk cihazı kullanılmıştır. Aynı uygulanan yük altında, kompozitte, baz alaşımındakinden daha büyük bir deformasyon bölgesi derinliği bulmuşlardır. Baz alaşımı ile karşılaştırıldığında kompozit, 1,1 N ve 9,8 N yüklerde test edildiğinde daha büyük bir deformasyon derinliği göstermiştir. Ancak yük 48,3 N

değerine yükseldikçe bu etkinin ortadan kalktığını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak hem baz alaşım hem de kompozit için, uygulanan yük arttıkça deformasyon bölgesinin boyutunun arttığını vurgulamışlardır. Shah ve ark. [12] çalışmalarında, yaşlanma sıcaklığının ve normal yükün, Al-(%4, %12, %20) Si-%0,3 Mg dökme alaşımının aşınma davranışına etkisini incelemişlerdir. Üç farklı (Al-%4 Si-%0,3 Mg, Al-%12 Si-%0,3 Mg, Al-%20 Si-%0,3 Mg) alaşım numunesi hazırlamışlardır. Dökme alaşımlara çözelti, su verme ve yapay yaşlandırma sırasına sahip yaşlandırma sertleştirme işlemi uygulamışlardır. Tüm alaşımları 510 °C’de 8 saat solüsyon haline getirip, ardından suyla söndürmüşlerdir (30 °C). Numuneler, 150, 170, 190, 210 ve 230 °C’de 12 saat, sertleştirerek yaşlandırılmıştır. Aşındırıcı aşınma testleri, 320 dereceli SiC aşındırıcı ortama karşı 5 N ve 10 N yükler altında yapılmıştır. Silikon içeriğinin ve yaşlanma sıcaklığının aşınma direncini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Yaşlanma sıcaklığındaki artış, aşınma direncini artırmıştır. Normal yükteki artış, alaşım bileşimleri ve koşullarından bağımsız olarak aşınma oranını artırmıştır. Alaşım bileşimi aşınma oranını etkilemiştir. Artan silikon içeriği aynı kayma koşulları altında aşınma oranını da azaltmıştır.

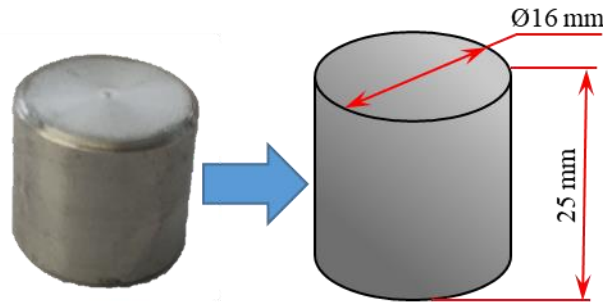
Sharma ve Dwivedi [13] çalışmalarında %4, %8, %12, %16 ve %20 oranında silikon katkılı alüminyum alaşımları üretmişlerdir. Ürettikleri numunelerin pin-on-disk cihazında aşınma davranışlarını incelemişlerdir. Silikon miktarının artması aşınmayı etkilemiştir ve miktar arttıkça aşınma oranı da artmıştır. Dwivedi [14] araştırmasında Al-%8Si-%0,3Mg alaşımın sertleştirilmiş En-31 çeliğe karşı, kuru kayma şartlarında aşınma davranışlarını incelemiştir. Aşınma sürtünme deneylerini pin-on-disk cihazında gerçekleştirmiştir. Ara yüzey sıcaklığı ve aşınma oranının kayma hızı ve kayma mesafesinin bir fonksiyonu olduğunu gözlemiştir. Aşınmanın ara yüzey sıcaklığı ile yakın bir ilişkisi olduğu sonucuna varmıştır. Andrés ve ark. [15] yavaş kayma hızında alüminyum alaşımların aşınma davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmalarında üç farklı AA5754 (Al-Mg alaşımı), AA6082 (Al-Mg-Si alaşımı) ve AA7075 (Al-Zn alaşımı) numune kullanmışlardır. Aşınma testlerini, halkanın yatay bir eksende döndüğü ASTM G77-05 standart test yöntemine göre bir Bruker-CETR-UMT-2 mikrottribometresinde gerçekleştirmişlerdir. Numunelerin aşınmasını AISI 52100 çeliğe karşı çok yavaş bir hızda yapmışlardır. Çok yavaş hız aralığında (<0,01 m / s), tüm alüminyum alaşımları için aşınma oranında ve sürtünme katsayısında bir artış gözlemiştir. Alüminyum alaşımlarıyla ilgili yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Genellikle alüminyum alaşımlarıyla yapılan yeni kompozitlerin tribolojik özellikleri incelenmiştir.

Bu çalışmada Al-6110-A-T4 alüminyum alaşımın farklı devir sayılarında oluşan sıcaklık ve sürtünme katsayısı değişimleri incelenmiştir. Böylece devir sayısına bağlı olarak sürtünen yüzeylerin temas alanlarında oluşan sıcaklıkları termal kamera ile anlık olarak ölçülerek değerlendirilmiştir. Bu yönüyle Al-6110-A-T4 alüminyum alaşımın sürtünme testi için literatüre yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Sürtünme testleri pin-on disk test cihazında 5 N yük ve üç farklı disk dönme devrinde (300 dev/dak, 400 dev/dak ve 500 dev/dak) gerçekleştirilmiştir. Termal kamera ile test esnasında ölçülen sıcaklıkların sürtünme katsayısına etkisi araştırılmış ve aşınan yüzeyler incelenmiştir.

MALZEME YÖNTEM

Deneyde Kullanılan Malzeme

Sürtünme katsayısı deneylerinde 16 mm çapında ve 25 mm uzunluğunda Al-6110-A-T4 alüminyum malzemeler kullanılmıştır. Deney numunelerine ait ölçüler Şekil 14’de verilmiştir. Deney numunelerinin ölçülerine getirilmesinde konvansiyonel torna tezgâhi kullanılmıştır.



Şekil 14. Deney numunesi ölçüleri

Al-6110-A-T4 alüminyum malzeme kimyasal kompozisyonu ve mekanik özellikleri sırasıyla Tablo 1’de ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Al-6110-A-T4 malzeme kompozisyonu (%)

Element	Al	Si	Mg	Mn	Cu	Fe	Cr	Ti	Zr	Zn
min.	94,8	0,7	0,7	0,3	0,3	0	0,05	0	0	0
maks.	98	1,1	1,1	0,9	0,8	0,5	0,25	0,2	0,2	0,2

Tablo 2. Al-6110-A-T4 malzeme mekanik özellikleri

Elastik Modülü (GPa)	Uzama (%)	Yorulma Dayanımı (MPa)	Poison Oranı	Kayma Modülü (GPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Termal İletkenlik (W/m-K)
70	18	140	0,33	26	250	160

Pin-on-Disk Test Cihazı

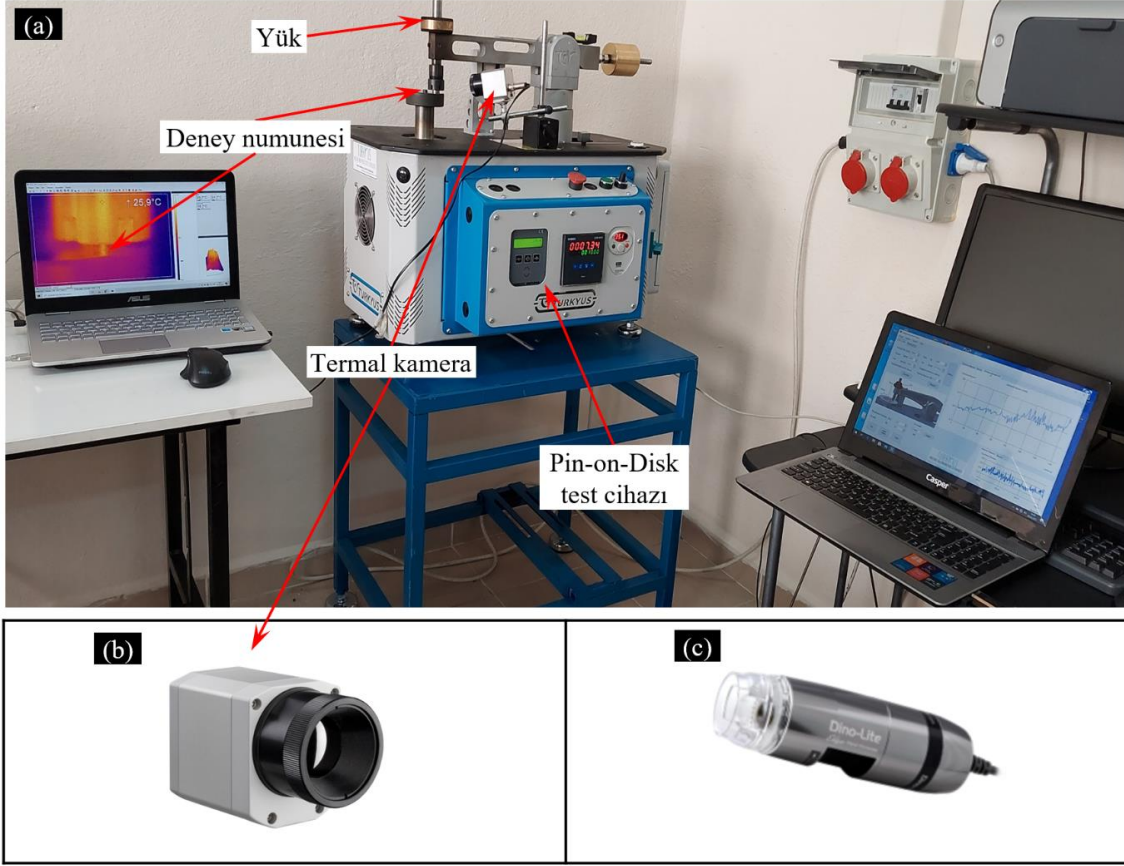
Al-6110-A-T4 malzemesinin sürtünme katsayısının tespiti ASTM G99 test standardına göre Turkey marka pin-on-disk aşınma cihazında gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerin doğruluğunun sağlanması için ölçüm öncesi yük hücresi kalibre edilmiştir. Her bir deney parametresi, üç kere tekrar edilerek elde edilen sürtünme katsayısının ölçümünün doğruluğu sağlanmıştır. Deneylerde 60 HRc sertliğe sahip AISI 4140 ıslah çeliği disk kullanılmıştır. Her deney öncesi disk yüzeyi dikkatlice temizlenerek bir sonraki deneye hazır hale getirilmiştir. Deneylerde sabit 5 N yük ve üç farklı disk dönme devri (300 dev/dak, 400 dev/dak ve 500 dev/dak) tercih edilmiştir. 50 mm iz çapında gerçekleştirilen deneylerde alınan toplam yol 300 dev/dak için 471,12 m, 400 dev/dak için 628,3 m ve 500 dev/dak için ise 785,38 m olarak hesaplanmıştır. Deneylerde kullanılan malzeme özellikleri ve gerçekleştirilen ölçümler aşağıdaki başlıklarda detaylandırılmıştır. Pin-on-Disk test cihazı ve ölçüm ayrıntıları, Şekil 15’de verilmiştir.

Sürtünme Sıcaklığı Ölçümü

Deneyler esnasında sürtünme sıcaklığının tespit edilmesinde termografik görüntüleme yapan Optris marka PI 450 model kızıl ötesi termal kamera kullanılmıştır (Şekil 15-b). Numune ile diskin temas noktasının sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Üretici tarafından kalibrasyonu yapılan termal kamera, deney bölgesine 100 mm mesafede konumlandırılmıştır. Termal kamera kataloğunda tavsiye edilen alüminyum malzemeler için emisivite değeri 0,2 olarak alınmıştır. Deneyler 10 dakika (600 sn) süreyle gerçekleştirilmiş olup, sıcaklık ölçümleri deney süresinin bitimine 2 dakika (400 sn) öncesinde başlatılmıştır. Sıcaklık değerlerinin tespit edilmesinde kayıt süresince elde edilen maksimum değerler kullanılmıştır.

Aşınan Yüzeylerin Analizi

Deneyler sonrası aşınan yüzeylerin analiz edilmesinde Dino-Lite marka AM7915MZT model dijital mikroskop kullanılmıştır. Deneylerin ardından gerçekleştirilen hassas terazi ölçümleri sonrasında yüzeyler oksitlenmeden aşınma izlerinin ölçümü hemen gerçekleştirilmiştir. Dijital mikroskopa ait görsel Şekil 15-c’de verilmiştir.

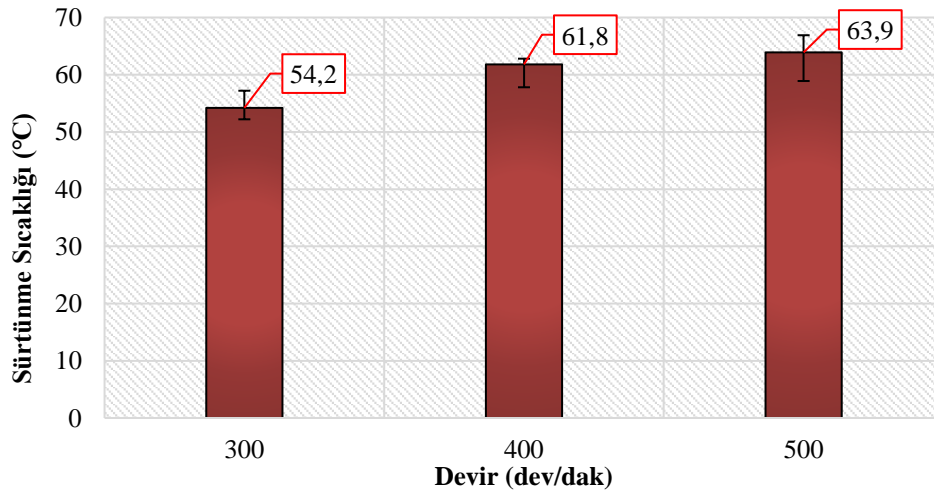


Şekil 15. Sürtünme katsayısı; (a) Deneş seti, (b) Termal kamera, (c) Dijital mikroskop

DENEYSSEL SONUÇLAR

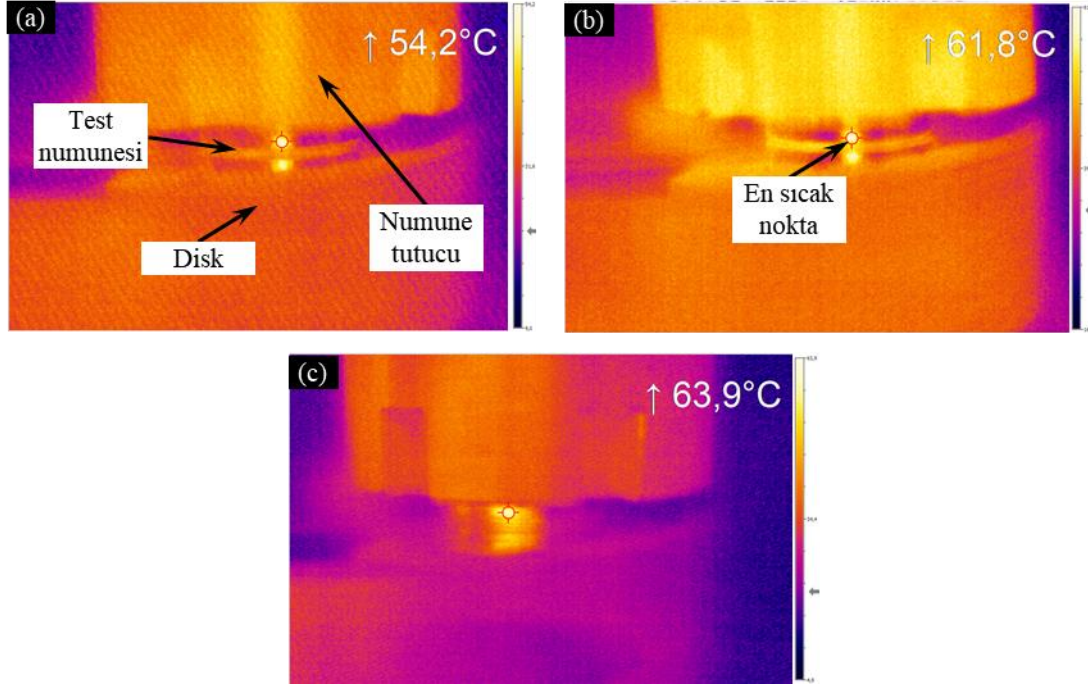
Sürtünme Sıcaklığı Sonuçları

Al-6110-A-T4 numunelerin değişen devir sayılarına göre yapılan sürtünme testleri esnasında ölçülen numunelerin temas yüzeylerinin sıcaklıkları Şekil 3'te verilmiştir. Artan sıcaklığın numunelerin sürtünme katsayılarına etkisi bilinmektedir. Bu anlamada sürtünme esnasında numunelerde ve sürtünen yüzeylerde oluşan sıcaklığın ölçümü önemlidir. Numunelerin 300, 400 ve 500 dev/dak devir sayılarında ölçülen ortalama sıcaklıkları sırasıyla 54,2- 61,8 ve 63,9 °C'dir. 400 ve 500 dev/dak devir sayılarında ölçülen numune sıcaklıkları 300 dev/dak devir sayısında elde edilen sıcaklıklara göre sırasıyla %14,02 ve %17,89 daha yüksektir. Devir sayısı arttıkça artan hız ile numunelerin daha fazla ısındığı görülmektedir.



Şekil 16. Sürtünme sıcaklığı sonuçları

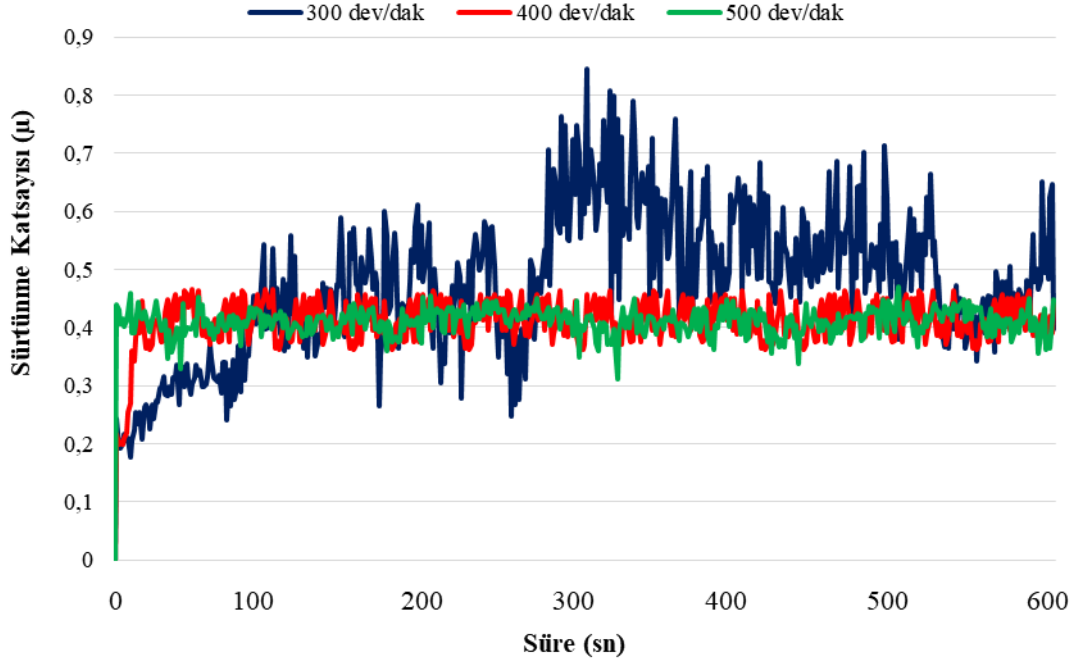
Sürtünme testi esnasında farklı devir sayılarında ölçülen sıcaklık görüntüleri Şekil 17’te verilmiştir. Aşınma testlerinde sürtünme ve histeretik ısıtma, termal olarak yumuşatılmış katmanların veya bölgelerin oluşmasına, erime, termal yığılma gibi lokalize genişleme bölgelerine neden olabilir. Bu olaylardan herhangi biri aşınmayı etkileyebilir [16]. Test sıcaklığı arttıkça, malzemenin sertliği azalır ve bu da daha geniş bir gerçek temas alanı sağlar [17]. Termal kamera görüntüleri sayesinde sıcaklığın numune ve disk yüzeyine dağılımı daha rahat gözlemlenebilmektedir. Şekil 17 sıcaklık ekran Görüntüleri incelendiğinde en yüksek sıcaklığın numune ile diskin temas ettiği noktalarda olduğu görülmektedir. Alüminyum termal iletkenliği yüksek malzeme olduğu için ısının numune boyunda yayıldığı belirlenmiştir. Termal iletkenliğin yüksek olması, aşınma yüzeyinde oluşan sıcaklığın o bölgeden daha hızlı uzaklaşmasını sağlamaktadır. Bu durum da sürtünme sıcaklıklarına olumlu katkı sunmaktadır.



Şekil 17. Sürtünme sıcaklığı ekran görüntüleri; (a) 300 dev/dak, (b) 400 dev/dak, (c) 500 dev/dak

Sürtünme Katsayısı Sonuçları

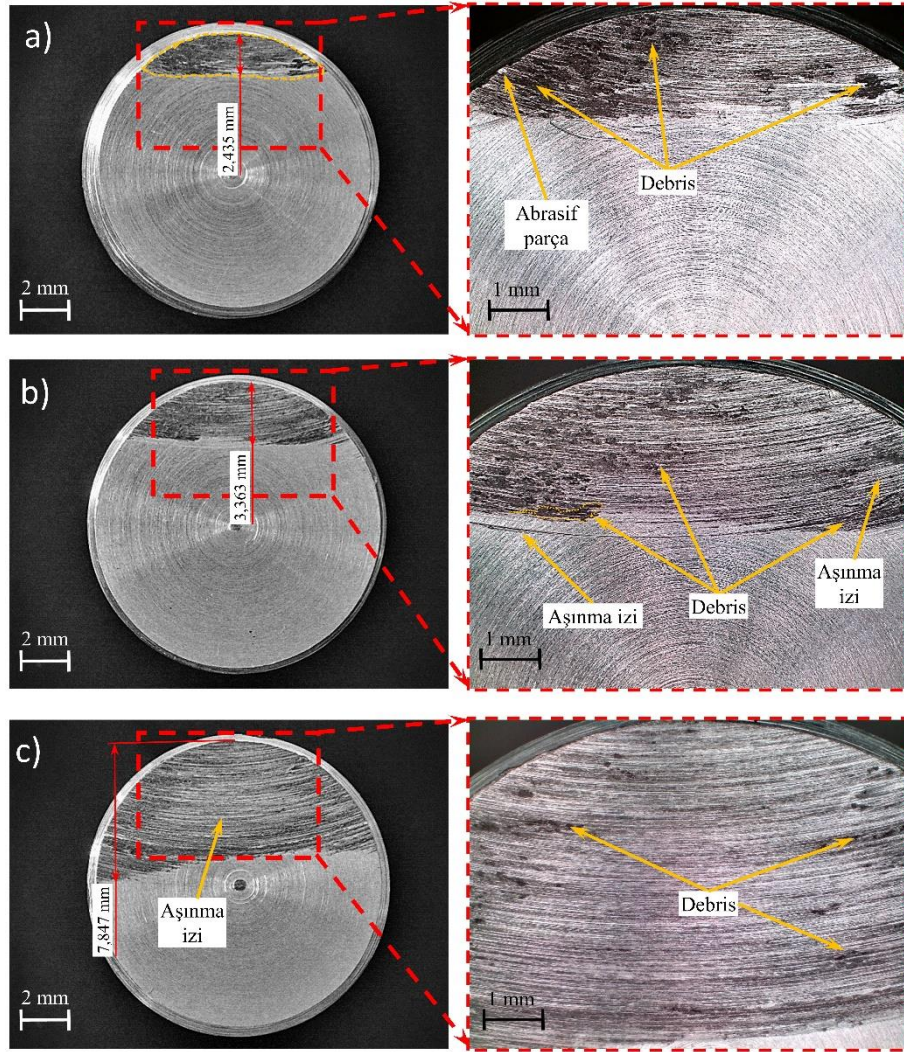
Al-6110-A-T4 numunelerin 300, 400 ve 500 dev/dak devir sayılarında yapılan sürtünme testlerinde elde edilen sürtünme katsayıları Şekil 18’te verilmiştir. Numunelerin 300, 400 ve 500 dev/dak devir sayılarında elde edilen ortalama sürtünme katsayıları sırasıyla 0,476 μ , 0,412 μ ve 0,410 μ olarak belirlenmiştir. Devir sayısı arttıkça numunelerin sürtünme katsayıları azalmıştır. Bu sonuçlar sürtünme esnasında ölçülen sıcaklıklarla da (Şekil 17) paralellik göstermektedir. 300 dev/dak devir sayısında elde edilen sürtünme katsayısı grafiği süre değişimine göre daha fazla dalgalanmaktadır. Yüksek devirlerde daha sürtünme katsayısının daha stabil seyretmesi, devir sayısının artmasıyla temas eden yüzeylerin sıcaklığını artırmıştır. Burada sıcaklığın artış göstermesi, numune yüzeylerinin disk yüzeyine daha iyi oturmasını sağlamıştır yorumu yapılabilir. Çok yüksek kayma hızında, çok düşük bir sürtünme katsayısı üretmek için yüzey erimesi meydana gelebilir [18]. Yüzey erimesinin çok yüksek sürtünme hızlarında meydana gelmesi beklenebilir ve bu gibi durumlarda yüzey üzerindeki erimiş malzeme bir yağlayıcı olarak kabul edilebilir [18]. Bu durum da sürtünme katsayısının azalmasına sebep olur. Ayrıca sıcaklığın artmasıyla yumuşayan numunenin de sürtünme katsayısına etki etmiştir denilebilir.



Şekil 18. Sürtünme Katsayısı Sonuçları

Aşınan Yüzeylerin Analizi

Al-6110-A-T4 numunelerin 300, 400 ve 500 dev/dak'da yapılan sürtünme testleri sonucunda oluşan yüzey aşınma görüntüleri Şekil 19'da verilmiştir. Sürtünme aşınma koşulları altında, alüminyumun aşınma hızı uygulanan yük, kayma hızı, karşı yüzey malzemesi türü vb. tarafından etkilenir. Sürtünen yüzeyler arasındaki bağıl hız, alüminyum alaşımlarının aşınma oranını ve mekanizmalarını etkiler. Sürtünen yüzeylerin sıcaklığı, sürtünme yüzeyinin karşı yüzeye göre hareket ettiği kayma hızına bağlıdır. Bir aşınma mekanizmasından diğerine geçiş, kayma hızı arttığında gerçekleşir [17]. Alüminyum alaşımları sünek ve reaktif metal olduğundan, kendisinden daha sert bir metalik yüzeye doğru kayarken şiddetli yapışmaya (ayrıca tutukluk veya çatlama olarak da adlandırılır) eğilimli olurlar [19]. Şekil 19a'daki numunedeki aşınma silindirik numune üzerinde 2,435 mm genişliğinde bir alan içerisinde gerçekleşmiştir. Devir sayısı arttıkça aşınan alanın genişliği de artmıştır. En fazla aşınma 500 dev/dak devirde gerçekleşmiştir. Sürtünme katsayıları devir sayısının artmasıyla düşmüştür. Fakat aşınmalar artmıştır. Devir sayısının artmasıyla artan sıcaklığın yüzeylerin aşınmasına olumsuz etki ettiği söylenebilir. Aşınan yüzeylerde baskın aşınma mekanizmasının yapışma (adhesiv) aşınma mekanizması olduğu görülmektedir [20]. Özellikle devir sayısının artmasıyla aşınmaların daha belirgin olduğu görülmektedir (Şekil 19c). Kumar ve Radhika [3] hız arttıkça, temas yüzeyinde kayma gerilimi gelişir ve delaminasyonun artmasına neden olarak bu hızlarda aşınma oranının arttığını bildirirdiler. Devir sayısının artmasıyla ısınan numunenin disk yüzeyine yapışarak numune yüzeyinde olukların (grooves) oluşmasına neden olmuştur. Yapışan parçaların kopmasıyla yüzeylerde döküntülerin (debris) oluştuğu gözlemlenmiştir. Yüksek sıcaklıklarda çatlak yayılmasına karşı direnç azalır ve bu nedenle döküntü oluşumu hızlanır [17].



Şekil 19. Sürtünme testlerinde numunelerde oluşan aşınan yüzey görüntüleri, a) 300 dev/dak, b) 400 dev/dak ve c) 500 dev/dak

SONUÇLAR

Al-6110-A-T4 alüminyum alaşımının farklı devir sayılarında oluşan sıcaklık ve sürtünme katsayısı değişimleri incelenen çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Devir sayısı arttıkça artan hız ile numunelerin daha fazla ısındığı görülmektedir. 400 ve 500 dev/dak devir sayılarında ölçülen numune sıcaklıkları, 300 dev/dak devir sayısında elde edilen sıcaklıklara göre sırasıyla %14,02 ve %17,89 daha yüksektir.
- Termal kamera görüntüleri incelendiğinde, en yüksek sıcaklığın numune ile diskin temas ettiği noktalarda oluştuğu görülmektedir. Alüminyum termal iletkenliği yüksek malzeme olduğu için ısının numune boyunca yayıldığı belirlenmiştir.
- Numunelerin 300, 400 ve 500 dev/dak devir sayılarında elde edilen ortalama sürtünme katsayıları sırasıyla 0,476 μ , 0,412 μ ve 0,410 μ belirlenmiştir. Devir sayısı arttıkça numunelerin sürtünme katsayıları azalmıştır.
- Devir sayısı arttıkça aşınan alanın genişliği de artmıştır. En fazla aşınma 500 dev/dak devirde gerçekleşmiştir. Sürtünme katsayıları devir sayısının artmasıyla düşmüştür. Fakat aşınmalar artmıştır. Aşınan yüzeylerde baskın aşınma mekanizmasının yapışma (adhesiv) aşınma mekanizması olduğu belirlenmiştir.
- Gelecekteki çalışmalarda numunelerin aşınmasını azaltacak kaplama yöntemlerinin sürtünme ve aşınma davranışlarına etkisi araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] A. Meyveci, İ. Karacan, U. Çalgılı, H. Durmuş, Pin-on-disc characterization of 2xxx and 6xxx aluminium alloys aged by precipitation age hardening, *Journal of Alloys and Compounds* 491(1-2) (2010) 278-283.
- [2] J. Liao, L. Xia, M. Sun, W. Liu, T. Xu, Q. Xue, The tribological properties of a gradient layer prepared by plasma-based ion implantation on 2024 aluminum alloy, *Surface and Coatings Technology* 183(2-3) (2004) 157-164.
- [3] R. Anil Kumar, N. Radhika, Enhancement of mechanical and wear properties of tungsten carbide coated AA 6063 alloy using detonation gun technique, *Transactions of the IMF* 96(4) (2018) 212-219.
- [4] C. Panagopoulos, E. Georgiou, A. Gavras, Corrosion and wear of 6082 aluminum alloy, *Tribology International* 42(6) (2009) 886-889.
- [5] M. Niama Hawas, Effect of Ageing Time on Adhesive Wear of AL Alloy AA6061-T6, *Journal of Kerbala University* 9(2) (2013) 145-152.
- [6] A. Anasyida, A. Daud, M. Ghazali, Dry sliding wear behaviour of Al-12Si-4Mg alloy with cerium addition, *Materials & Design* 31(1) (2010) 365-374.
- [7] P. Dearnley, J. Gummersbach, H. Weiss, A. Ogwu, T. Davies, The sliding wear resistance and frictional characteristics of surface modified aluminium alloys under extreme pressure, *Wear* 225 (1999) 127-134.
- [8] J. Singh, A. Alpas, Elevated temperature wear of Al6061 and Al6061-20% Al₂O₃, *J Scripta metallurgica et materialia* 32(7) (1995) 1099-1105.
- [9] M. Ghazali, W. Rainforth, H. Jones, The wear of wrought aluminium alloys under dry sliding conditions, *Tribology International* 40(2) (2007) 160-169.
- [10] T. Reddy, D. Dwivedi, N. Jain, Adhesive wear of stir cast hypereutectic Al-Si-Mg alloy under reciprocating sliding conditions, *Wear* 266(1-2) (2009) 1-5.
- [11] H. How, T. Baker, Characterisation of sliding friction-induced subsurface deformation of Saffil-reinforced AA6061 composites, *Wear* 232(1) (1999) 106-115.
- [12] K. Shah, S. Kumar, D. Dwivedi, Aging temperature and abrasive wear behaviour of cast Al-(4%, 12%, 20%) Si-0.3% Mg alloys, *Materials & Design* 28(6) (2007) 1968-1974.
- [13] R. Sharma, D. Dwivedi, Influence of silicon (wt.%) and heat treatment on abrasive wear behaviour of cast Al-Si-Mg alloys, *Materials Science and Engineering: A* 408(1-2) (2005) 274-280.
- [14] D.K. Dwivedi, Microstructure and dry sliding wear behaviour of cast Al-8% Si-0.3% Mg alloy against En-31, *ISIJ International* 46(7) (2006) 1101-1105.
- [15] M. Ruiz-Andrés, A. Conde, J. De Damborenea, I. García, Wear behavior of aluminum alloys at slow sliding speeds, *Tribology Transactions* 58(5) (2015) 955-962.
- [16] R.J. Bayer, *Mechanical Wear Fundamentals and Testing*, revised and expanded, CRC Press 2004.
- [17] C. Subramanian, *Wear properties of aluminium-based alloys*, *Surface engineering of light alloys*, Elsevier 2010, pp. 40-57.
- [18] K.C. Ludema, L. Ajayi, *Friction, wear, lubrication: a textbook in tribology*, CRC press 2018.
- [19] J. Decrozant-Triquenaux, *High Temperature Tribology of Aluminium: Effect of Lubrication and Surface Engineering on Friction and Material Transfer*, Luleå University of Technology, 2020.
- [20] S. Das, L. Pelcastre, J. Hardell, B. Prakash, Effect of static and dynamic ageing on wear and friction behavior of aluminum 6082 alloy, *Tribology International* 60 (2013) 1-9.

KOCAELİ İLİ TÛTÛNÇİFTLİK – KARAMÛRSEL ARASI TEHLİKELİ MADDE TAŞIYAN ARAÇLARIN DENİZDEN TAŞINMASININ (ARABALI VAPUR İLE) ENERJİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Mehmet YILDIRIM ^[1]

^[1]Enerji Sistemleri Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli
mm_yildirim@yahoo.com , ORCID: 0000-0001-8932-3356

Selman ÇAĞMAN ^[2]

^[2]Enerji Sistemleri Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli
selmancagman@gmail.com , ORCID: 0000-0001-9214-7306

Özet

İnsanlık tarihi boyunca nesnelerin bir konumdan başka bir konuma gitme şekilleri yani ulaşım sistemleri irdelenmiş olup, yerleşmelerin arazi kullanım yapısı ile ulaşım talepleri arasındaki ilişkinin iyi anlaşılması ve arazi kullanım yapısının dengeli planlanması ile ulaşım taleplerinin planlanabileceği kanısına varılmıştır. Bu çalışma kapsamında Kocaeli kent içerisindeki trafik gözlemlenmiş ve TEM, D-100 ve D-130 da olası trafik sıkışıklığına çözüm olacağını düşünülen, tehlikeli madde yüklü lastik tekerlekli araçların trafiğini denizden transfer etme çalışmasının olmasını ve bunun enerji açısından incelenmesi sağlanmıştır. Önerilen düzenleme sonuçlarını ayrıca Kocaeli Ulaşım Ana Planına işlenmesi için Kocaeli Büyükşehir Belediyesine öneri olarak sunulması planlanmaktadır. Kocaeli ili için, gelişen karayollarına ilave olarak da denizden taşımacılık da alternatifler içerisinde değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmamızda, Kocaeli bölgesinde tehlikeli madde dolumu yapıp D-100, TEM ve D-130 yolları kullanılarak Kocaeli il sınırlarından ayrılan araçların yoğunluğu tespit edilmiştir. Bu bölgede oluşan trafik yoğunluğu gidermek ve tehlikeli madde yüklü araçların transferleri için alternatif planlar araştırılmıştır. Bu alternatif planların içerisinde en uygulanabilir olanı, Kocaeli ili içerisinde Tehlikeli Madde Yüklü lastik tekerlekli araçların arabalı vapur aracılığı ile deniz yolu kullanılarak taşınmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Taşıma, Enerji, Alternatif Ulaşım, Kocaeli Körfezi.

KOCAELI PROVINCE BETWEEN TUTUNCIFTLIK - KARAMURSEL CARRYING DANGEROUS GOODS CARRIAGE FROM THE SEA (BY CAR FRONT) INVESTIGATION IN TERMS OF ENERGY

Abstract

Throughout the history of mankind, the ways in which objects move from one location to another, that is, the transportation systems, have been examined, and it has been concluded that transportation demands can be planned with a good understanding of the relationship between the land use structure of the settlements and transportation demands and a balanced planning of the land use structure. Within the scope of this study, the traffic in Kocaeli city was observed and it was ensured that there was an effort to transfer the traffic of rubber wheeled vehicles loaded with dangerous substances from the sea, which is thought to be a solution to possible traffic congestion in TEM, D-100 and D-130 were examined in terms of energy. The proposed regulation results are also planned to be submitted to the Kocaeli Metropolitan Municipality as a proposal to be included in the Kocaeli Transportation Master Plan. For Kocaeli province, in addition to the developing highways, sea transportation is also considered among the alternatives. In our study, the density of the vehicles leaving Kocaeli provincial borders by using the D-100, TEM and D-130 roads after filling the hazardous materials in the Kocaeli region was determined. Alternative plans have been investigated to eliminate the traffic congestion in this area and to transfer dangerous goods vehicles. Among these alternative plans, the most feasible one is the transportation of rubber wheeled vehicles loaded with Dangerous Goods within the province of Kocaeli by means of a ferry by sea.

Keywords: Transport, Energy, Alternative Transportation, Kocaeli Bay.

GİRİŞ

Üç Kıtayı birbirine bağlayan ve çok önemli bir stratejik konuma sahip olan Türkiye, aynı anda bir Avrupa, Asya, Balkan, Kafkas, Ortadoğu, Akdeniz ve Karadeniz ülkesidir. Türkiye bu konumu ile gelecekte Hazar ve Orta Asya kaynaklarının batıya ulaşmasında doğal bir köprü rolü üstlenmektedir. Ekonominin temel girdisi enerjidir ve dünya enerji stoklarının yaklaşık % 65'i Türkiye çevresinde bulunmaktadır. Türkiye'nin bu olağanüstü niteliklere sahip coğrafi konumu 21. yüzyılın en öne çıkacak sektörlerinden birisi olarak kabul edilen lojistik sektörü için büyük avantajlar sergilemektedir. Araştırmalar göstermektedir ki geçen 25 yıldaki büyüme eğiliminin sürmesi durumunda 2035 yılında Türkiye'deki taşıma trafiği bugünkü düzeyinin yaklaşık 3 katına çıkacaktır. Artışın bu şekilde devam ettiği düşünüldüğünde yük taşıma talebinin artık karayolu ile sürdürülebilmesi mümkün görünmemektedir. Belirlenecek olan yeni politikalarda demiryolları ve deniz yollarının daha etkin bir şekilde kullanılması vazgeçilmez bir zorunluluktur. Aksi takdirde ülkemizin daha büyük darboğazlara girmesi kaçınılmaz bir gerçektir. Bir ürünün bir yerden başka bir yere götürülmesi için mevcut bilgi ve buluşlar yeterli olamamakta, mutlaka taşımacılık devreye girmektedir. Şu an için fiilen taşımanın yerini alabilecek bir çözüm üretilmemiştir.

Çalışmanın amacı, ticaretin ve ekonominin temelini teşkil eden ulaştırma, taşımacılık ve buna bağlı olarak Kocaeli ili içerisinde elleçlenen ve üretilen tehlikeli maddelerin son kullanıcıya ulaştırılmasındaki taşımacılığının farklı bir boyutu ele alınacaktır. Çalışmanın alanı, Kocaeli ili sınırlarını içerisinde Kocaeli körfezi ve il içerisindeki karayollarını kapsamaktadır. Özel olarak Kocaeli ili Körfez ilçesi ile Karamürsel ilçelerini kapsamaktadır. Bu çalışmadaki esas amaç Kocaeli körfezindeki liman/iskelelere gelen yük gemilerinden ve Kocaeli ili içerisinde üretilen tehlikeli maddelerin taşınması sırasında özellikle TEM, D – 100 ve D – 130 karayolunu geçerek Güney Marmara ve Kuzey Ege bölgesine giden lastik tekerlekli taşıyıcıların trafiği ve hareket sırasında harcanan enerjileri incelenmiştir. Kocaeli ilinde bulunan akaryakıt rafineri istasyonlarından özellikle Güney Marmara ve Kuzey Egede bulunan illerdeki akaryakıt istasyonlarına ürünler ulaştırılmaktadır. Bu amaçla taşınacak tehlikeli madde yüklü lastik tekerlekli taşıyıcıların Karayolunu kullanarak istenilen noktalara ulaşması sağlanmaktadır. Bu proje ile TEM, D-100 ve D-130 üzerinde oluşan trafik yükünün bir kısmını özellikle şehir içerisinde geçerken karayollarında oluşturacağı trafik yükünü alıp denizyolları üzerinden arabalı vapur marifeti ile transfer edilmek istenmektedir.

TAŞIMACILIK SEKTÖR ANALİZİ

Taşıyıcının türüne göre ulaştırmanın ne tür bir taşıma şekli kullanılarak yapılacağı kararı taşımacılık modu seçimini önemli kılmaktadır. Günümüz tedarik zinciri ve lojistik bakış açısı ile,

1.1. Taşıyıcının Türüne Göre Ulaştırma Sistemleri;

- Karayolu Taşımacılığı,
- Demiryolu Taşımacılığı,
- Havayolu Taşımacılığı,
- Denizyolu Taşımacılığı,
- İç Suyolu (nehir yolu/ kanal yolu) Taşımacılığı,
- Boru Hattı Taşımacılığı olarak sınıflandırılmaktadır.

Her taşımacılık türü kendine özel ekonomik, teknik ve operasyonel özellikleri içerir.

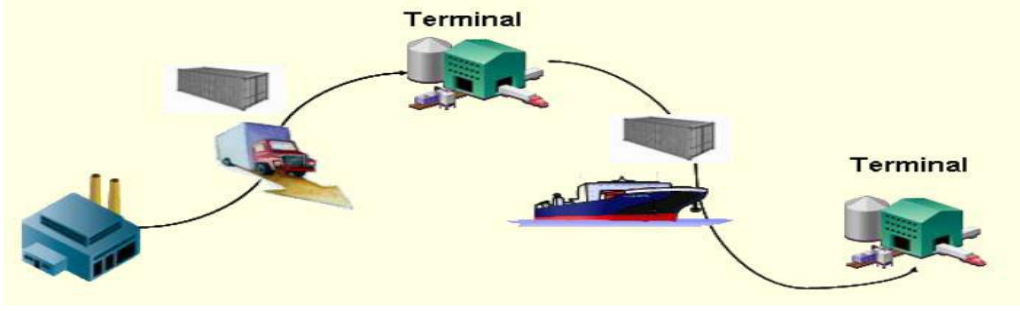
1.2. Taşıma Türüne Göre Ulaştırma Sistemleri;

- Tek türlü taşımacılık,
- Çok türlü taşımacılık,
- Türler arası taşımacılık,
- Kombine taşımacılık olarak sınıflandırılmaktadır.

1.3. Türler Arası Taşımacılık (Intermodal Taşımacılık)

En az iki farklı ulaştırma türünün kullanıldığı, türler arasında geçiş yaparken, eşyanın ilk noktada yüklendiği taşıma kabının (konteyner, semi-treyler, swap-body vb.) bir türün taşıma aracından diğer

türün taşıma aracına içeriği değişmeksizin ve içindeki eşya tekrar elleçlenmeden aktarıldığı taşımacılık sistemidir. (Şekil – 3)



Şekil 20 - Türler Arası Taşımacılık

Bu taşımacılıkta yüklemede ağız kapatılan taşıma ünitesinin teslim yerinde açılması hedeflenmektedir. Türler Arası Taşımacılık; yakıt tüketiminin, araç trafiğinin ve hava kirliliğinin azaltılmasında etkilidir. Bu taşımacılık maliyet açısından daha uygun ve verimli bir taşıma türüdür. Tehlikeli Madde Taşıyan lastik tekerlekli araçların Kocaeli Körfezinden geçirilmesi çalışması bu yönetime örnek olacaktır.



Resim 1 - Türler Arası Taşımacılık, Örnek Resmi

TÜRKİYE'DE TAŞIMACILIK SEKTÖR ANALİZİ

Ülkemizde yük taşımacılığında ilk sırayı yaklaşık % 81'lik bir oranla karayolu yük taşımacılığı almaktadır. Daha sonra sırasıyla boru hattı taşımacılığı ve demiryolu taşımacılığı yaklaşık %19'luk bir paya sahiptir. Yolcu taşımacılığında ise durum yine karayolu lehine ağırlık göstermektedir. Bu oran yaklaşık % 90'dır. Yolcu taşımacılığında ise sırayla demiryolları ve denizyolları gelmektedir. 2023 ulaşım hedefleri doğrultusunda yük taşımacılığında demiryolu payı hali hazırda % 4,76 olup 2023 yılı sonunda % 15'in üzerine, denizyolu taşımacılığının hali hazırda % 2,66 olan payının, 2023 yılı sonunda % 10'un üzerine çıkarılması hedeflenmektedir. Bu planlama sonrasında karayolu yük ve yolcu taşımacılığındaki bağımlılığın azaltılarak, karayolu taşımacılığı payının yükte % 60'a, yolcu taşımada % 72'nin altına düşürülmesi amaçlanmıştır. Bu durum bize Türkiye'nin 2023 ulaştırma hedeflerinin gerçekleştirilmesi için taşıma türleri arasında geçişlerin dengeli paylaşılması ve yatırımların bu doğrultuda planlanması ihtiyacını doğurmaktadır. Bu da ülkemizde kombine taşımacılığın geliştirilmesine olan ihtiyacı bir kez daha göz önüne koymaktadır.

KOCAELİ İLİNDE TAŞIMACILIK VE SEKTÖR ANALİZİ

Kocaeli'nin sanayileşmesinde en önemli etken, tüm ulaşım olanaklarına sahip olmasıdır. Kocaeli Avrupa'yı Anadolu'ya ve Ortadoğu'ya bağlayan önemli kara, deniz ve demiryolu ulaşım ağlarının merkezinde bulunmaktadır. İlin büyük illere yakınlığı ve Karadeniz ve Marmara ile bağlantısının bulunması sanayi, ticaret, ulaşım ve lojistik merkezi olarak gelişmesine önemli olmuştur. İstanbul ve Bursa gibi önemli ticaret ve sanayi merkezlerine yakınlığı, yatırımlar açısından Kocaeli'ni öncelikli kılmaktadır. Kara ve demiryolu ağları ile yapılan taşımacılık özellikle Avrupa ve Ortadoğu'ya yapılmakta olup, limanlar ile yapılan deniz taşımacılığı da önemli bir boyuta ulaşmıştır. Türkiye'nin en büyük metropolü İstanbul'a 90 km mesafede olan Kocaeli, lojistik bakımdan sanayi yatırımları için her zaman tercih edilen bölge olmuştur. Bölgenin avantajları, İstanbul'a yakınlığı, TEM, E-5, Kuzey Marmara Otoyolu, gibi önemli uluslararası karayollarına ulaşılabilirliği, deniz ve demiryolları gibi ulaşım çeşitliliğidir. Bölge, sanayi alanında kapasitesini doldurmakta olup buna rağmen lojistik sektöründe düzenli bir yapılaşmaya gidilememiştir. Kocaeli, Marmara bölgesinin ve Türkiye'nin en önemli sanayi ve depolama alanlarından biridir. Ayrıca karayolu taşımacılığında kamyon ve tırların oldukça yoğun olan İstanbul trafiğine girerek bölgeye ulaşması da ve bölgeye ait havaalanının olmaması en önemli dezavantajlarından. Üretimin ve ticaret hacminin büyümeye devam ettiği 2020 yılının ilk iki çeyreğinde, artan ihtiyacı karşılamaya yönelik lojistik ve endüstri merkezlerine yapılan yatırımların arttığı gözlemlenmektedir. 2020 yılı verilerine göre İzmit genelindeki sanayi tesislerinin yaklaşık % 85'i İzmit ilinin kuzey kısmında, İstanbul iline yakın konumda yer almaktadır.

DENİZ YOLU TAŞIMACILIĞI

Deniz Yolu ile her türlü madde yüklü miktarda taşınmaktadır. Bu taşıma özellikle yüksek tonajlı veya sayılı olduğu için taşıma maliyetleri diğer yöntemlere göre daha ucuz olmaktadır. Denizyolu taşımacılığı, karayolu taşımalarının oluşturduğu yüksek taşıma maliyetleri, emisyon, gürültü kirliliği, trafik yoğunluğu ve ölümlü kazaları en aza indirilmesi için önemli bir alternatiftir. Bir defada çok fazla yükün çok uzak mesafelere taşınabildiği bu türde, taşınan mal minimum düzeyde hasar görür ve sınır aşımı olmaz. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda denizyolu ile yolcu ve yük taşımacılığı, diğer taşıma türlerine göre daha avantajlıdır. Denizyolunda farklı şekillerde taşımacılık yapılmaktadır. Hizmet sürekliliği yönünden değerlendirildiğinde iki farklı denizyolu taşımacılık türü sıralanabilir. [2]

Deniz Yolu Taşımacılık Türleri

Layner taşımacılık

Layner taşımacılığı; düzenli, sürekli ve tarifeye dayalı biçimde hizmet sunan taşımacılık biçimidir. Bu hizmet türünde zamanlama esastır. Gemiler seferlerini ve hizmetlerini belirli bir tarife uyarınca sürdürürler. Hangi limanlara ne zaman uğranacağı sefer programlarında belirtilir. Böylelikle yükleyiciler, taşıma gereksinimleri konusunda önceden bilgi edinirler.

Tramp taşımacılık

Tramp taşımacılığı; yük olan limanlar arasında hizmetin yapılması biçiminde gözüktür. Laynercilikte hizmet esasken, tramp taşımalarında yük esastır.

KOCAELİ İLİ TEHLİKELİ MADDE TAŞIMACILIĞI SEKTÖR ANALİZİ

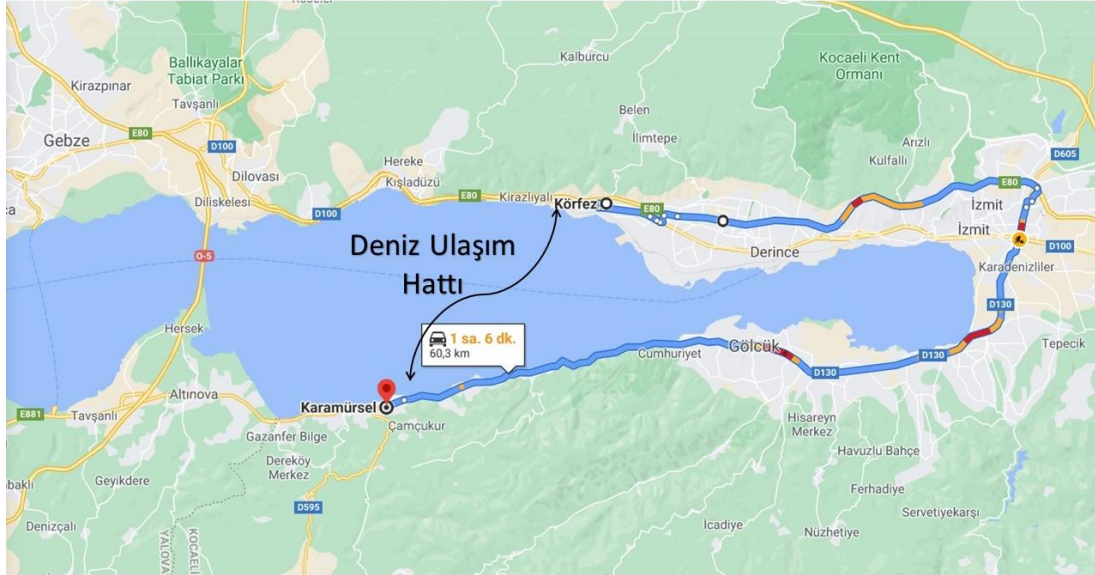
Kocaeli İli Türkiye Cumhuriyeti Devletinin en büyük sanayi merkezlerinden biridir. Sanayi oldukça geniş bir alana yayılmıştır. Bu alanlara karadan ulaşımı sağlamak açısından merkezi hükümet ve mahalli idareler tarafından ciddi yatırımlar yapılarak kara ulaşım ağlarını arttırmıştır.

Sanayi alanlarına maliyeti düşürülmesi açısından deniz yolu ile de körfezde bulunan onlarca limana getirilen ham madde ve mamul ürünler bulunmaktadır. Özellikle deniz yolu ile getirilen tehlikeli ham maddelerin ve mamul ürünlerin son kullanıcıya geri ulaştırılması çoğunlukla lastik tekerlekli araçlarla karayolu ile gerçekleştirilmektedir. Lastik tekerlekli tehlikeli madde taşıyıcıları özellikle deniz yolu vasıtası ile yolculuğun tamamını veya bir kısmını ulaştırılması mümkün olabilir. Bu sebeple bu güne kadar bu yönde herhangi bir çalışma ve değerlendirme olmamıştır. Bu sebeple yapılan bu çalışma sonucunda elde edilecek çıktılarının değerlendirilmesi oldukça önem arz etmektedir.

Kocaeli İli Tehlikeli Madde Taşımacılığında Mevcut Durumu ve Talebin Karşılama Şekli

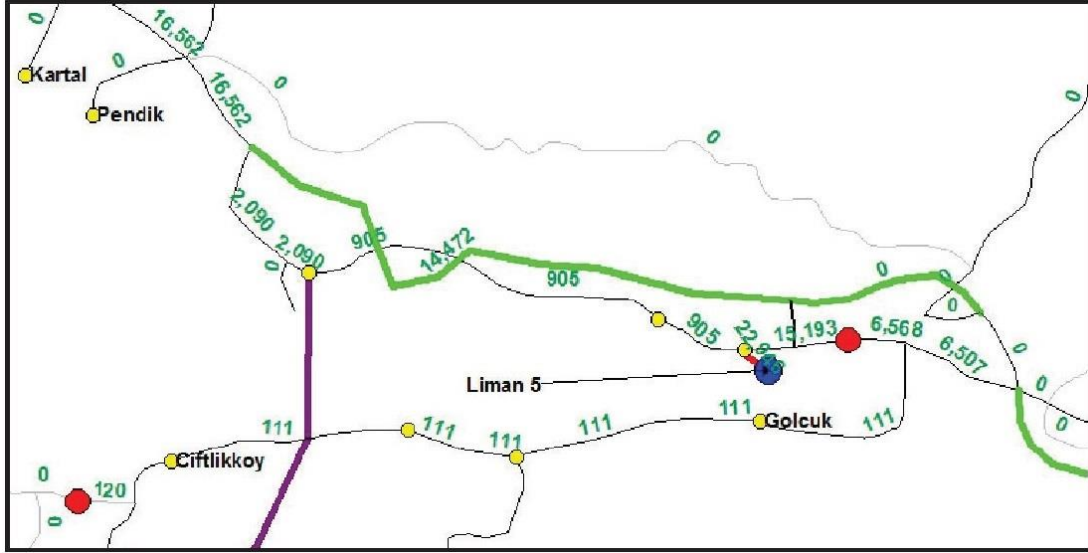
Kocaeli ili gelişmiş ve sürekli büyüyen sanayisi ve önemli miktardaki yük hareketleri ile ağır bir yük trafiğine maruz kalmaktadır. Özellikle akaryakıt sektörlerinde üretim üssü olması ve limanların oluşturduğu potansiyel nedeniyle ciddi bir dağıtım üssü konumundadır. Başta TÜPRAŞ olmak üzere dolum yapan irili ufaklı birçok firmanın dolum tesisi bulunmaktadır. Bu firmalar Opet, Shell, POAS, BP, Total, Aytemiz, Türkiye Petrolleri TP, M-Oil, Alpet vb. ve likit dolum yapan firmalara ek olarak Aygaz, Milangaz, İpragaz, Turnagaz, LindeGaz, Habaş gibi gaz dolumu yapan firmalar da mevcuttur. Tablo 1’de yer aldığı üzere bu bölgeden güney Marmara ve kuzey Ege yönüne taşıma yapan lastik tekerlekli araç sayısı 400’ün üzerindedir. Bu araçların bir kısmı firmalarla anlaşması olan lojistik şirketlere, diğer bir kısmı adı geçen firmaların bayilerine ait araçlardır.

Kocaeli’nden Güney Marmara ve Kuzey Ege yönüne yapılan taşımalarda mevcut güzergah Şekil 2’de olduğu gibidir. Dolum yapan lastik tekerlekli araçlar Kocaeli içindeki TEM güzergâhı ile İzmit’in kuzeyinden hareket etmekte ve Kandıra çıkışı kullanarak İzmit Sanayi bölgesini takip etmektedir. TEM den çıkış yapan araçların Başiskele, Gölcük, Değirmendere ve Karamürsel ilçe merkezlerini geçerek Güney Marmara ve Kuzey yönüne karayolunu kullanarak devam etmektedir. Bu mesafe Karamürsel çıkışına kadar yaklaşık 55 km olup, otoyolun Kandıra çıkışından itibaren şehir içi trafiğine dahil olmaktadır. TEM yolunu kullanarak giden araçlar bazı durumlarda İzmit içerisindeki D-100 yolunu kullanmaktadırlar. Bu durumda D-100’de oluşan trafik yükü istenilmeyen seviyelere ulaşmaktadır.

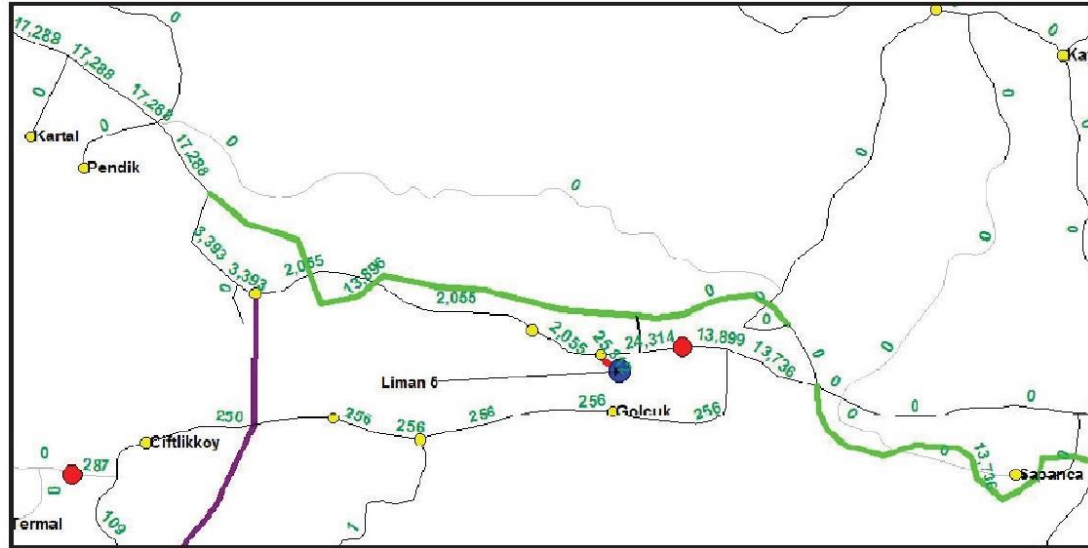


Şekil 21 - Tehlikeli Madde Yüklü Kuzey Ege ve Güney Marmara İstikameti Araç Trafikçi Mevcut Güzergâhı [1]

Tehlikeli Madde Taşıyan araçlar hem gidiş hem de dönüş güzergâhında ortalama 400 ile 450 lastik tekerlekli taşıyıcı araç Şekil- 2’de görülen karayolunda oldukça yoğun bir trafiğe sebep olmaktadır. Günlük olarak bu kadar yoğun bir araç trafiğinin şehir hayatına gürültü, kirlilik ve sera gazı salınımı anlamında negatif etkisi büyük boyutlardadır. Bu araçların tehlikeli madde taşımada kaynaklı risk maliyeti ise çok yüksektir. İşletmeler açısından bu kadar yoğun araç trafiğinin bekleme alanı için ayrı bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, Kocaeli Körfezinde bulunan limanlardan kaynaklı olarak günlük olarak oluşan lastik tekerlekli taşıyıcı trafiği de önem arz etmektedir. Burada bulunan olası ağır araç trafiği 2023 ve 2035 yılları aşağıdaki şekillerle verilmiştir.



Şekil 22 - İzmit Liman bölgesi Karayolu ağında liman kaynaklı Günlük Ortalama Ağır Taşıt Trafikği (2023) [3]



Şekil 23 - İzmit Liman bölgesi Karayolu ağında liman kaynaklı Günlük Ortalama Ağır Taşıt Trafikği (2035) [3]

2023 ve 2035 yıllarına yönelik projeksiyonlarına göre İzmit Bölgesi Limanları ve iller arası (ihracat ve ithalat olmak üzere) karayolu yük taşımalarının karayoluna ağına ait atamaları Şekil 3 ve Şekil 4 verilmiştir. Bu veriler saatlik araç geçiş verileridir. Bu sebeple kıyıya paralel olarak planlanan ve Kocaeli şehrimizde özellikle kıyıları ve Kocaeli Körfezini ilgilendirebilecek yeni projeler üretilmesi ve bunların hayata geçirilmesi gelecek yıllar için vazgeçilmez önceliklerimizden olacaktır.

Kocaeli İli İçerisinde Tehlikeli Madde Yük Hacminin Değerlendirilmesi

Kocaeli ili içerisinde faaliyet gösteren üretim ve taşımacılık firmaları oldukça fazladır. Bu firmaların birkaçı ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen değerlere göre Yalova- Bursa- Balıkesir – İzmir bölgesine sevkiyat gerçekleştiren günlük araç kapasitesinin 400'ün üzerinde olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 1) Taşıma yapan araçlar boş olarak dönüş yapmakta ve boşaltma sonrası temizlik işlemi (Gaz Free İşlemi) yapılmadığı düşünüldüğünde taşıdıkları Tehlikeli Maddelerin gazları tanklarda bulunması nedeniyle Tehlikeli Madde taşıyan araç özelliklerini devam ettirmektedirler. Bu sebeple geri dönüş yolu için de aynı tehlikeli madde taşıma prosedürleri geçerlidir. Dolayısı ile geri dönüşte Karamürsel – Körfez arasında da aynı taşımacılık hizmeti yürütülmeye devam edecektir.

Tablo 3 - Kocaeli İli Tehlikeli Madde Taşıyan Araç Kapasitesi, 2020

FİRMA	LİKİD TİP	LNG & LPG TİP
ACA PET		2
ALPET	4	
ATS LOJİSTİK LUKOİL	2	
AYGAZ		8
AYTEMİZ	8	2
BP	40	
BP KÜÇÜKLER		3
GÜVENOK	10	
KARINCA (POAŞ)		4
LİNDE GAZ		4
OPET	50	
POAŞ	140	
SHELL	40	5
TOTAL	20	4
TURNA GAZ		1
TÜPRAŞ	50	
ULUSOY(MİLANGAZ, İPRAGAZ)	20	5
DİĞER		8
TOPLAM	384	46
GENEL TOPLAM	430	

Yukarıda ifade edilen tehlikeli madde taşıyan araçlar sadece yakıtlar (mazot, benzin, vb.) üzerinde ifade edilmiş olan araç filosudur. Bu araç filosuna ek olarak ifade edilmemiş yakıt olmayan tehlikeli madde taşıyan araçlarda bulunmaktadır. Bu şekli ile de bakıldığında Kocaeli Körfezinin etrafında yol alan Resim – 3’de görülen örnek tehlikeli madde taşıyan lastik tekerlekli araçlardan oluşan filo ortalama 600 aracı bulmaktadır. Bu araçlar TEM , D – 130 ve D - 100’ü kullanarak Güney Marmara ve Kuzey Ege Bölgesine karayolundan hareket etmektedir.

KOCAELİ İLİNDE TEHLİKELİ MADDE YÜKLÜ LASTİK TEKERLEKLİ ARAÇLARIN DENİZDEN GEÇİRİLMESİ ANALİZİ

Kocaeli İli körfezde bulunan limanlarda elleçlenen ve rafinerilerde üretilen tehlikeli madde yüklerinin kullanım yerlerine veya depolara transferlerinde genellikle gideceği yerlere ulaşmalarını sağlamak için lastik tekerlekli araçlar kullanılmaktadır. Kocaeli ili içerisinde oluşan tehlikeli maddeler İstanbul yönü, Sakarya yönü ve Güney Marmara yönlerine hareket etmektedirler. Tüm bu yönlerde hareket eden lastik tekerlekli araçların tamamı kara yollarını kullanarak istenilen hedefe ulaşmaktadırlar. Bu hareketlerde alternatif ulaşım yolları için bazı çalışmalar yapılabilir. Özellikle Güney Marmara ve Kuzey Ege bölgesine Kocaeli ilinden gidecek tehlikeli madde yüklü araçlar için ulaşımın bir kısmını arabalı vapurlar vasıtasıyla deniz yolu ile sağlanabilir. Kocaeli Körfezinde Körfez İlçesi ve Karamürsel ilçelerinde deniz kenarına yapılacak birer vapur iskelesi ve uygun gemi tipleri ile bu taşımacılık faaliyetinin bir kısmı yapılabilir. Bu tip taşıma türüne Türler arası (İntermodal) taşımacılık denilmektedir. Yakıt tüketiminin, araç trafiğinin ve hava kirliliğinin azaltılmasında etkilidir. Bu taşımacılık maliyet açısından daha uygun ve verimli bir taşıma türüdür.

Deniz Yolu Taşımacılığında Kullanılabilecek Gemi Tipleri

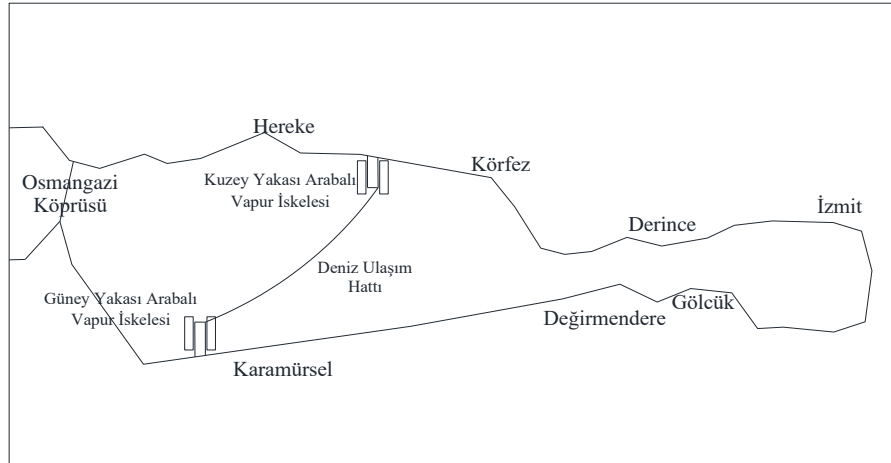
Bu proje kapsamında kullanılması öngörülen örnek gemi Resim – 2 ‘de yer almaktadır. Bu gemilerin üretimlerinde yanmaz ürünler ve yanmaz elektrik malzemeleri oluşmak zorundadır. Bu sebeple oluşturulmuş yönetmelikler çerçevesince üretilmiş gemiler ile taşımacılık yapılmak zorundadır. Yapılan analizler sonucunda farklı gemi tipleri de proje için değerlendirilebilir. Fakat, Tablo – 1 ‘den analiz edildiğinde öncelikle talebin şekillenmesi ve bu taşımacılık türüne güvenlerini arttırmak için Resim 2’de görülen Tip – 1 gemi tipinin seçilerek seferlere başlanılmasının uygun olacağı tarafımızca değerlendirilmektedir.



Resim 2 - Örnek Ro - Ro Gemisi, Tip – 1

Tehlikeli Maddelerin Deniz Yolu İle Transferinde Kıyı Tesisleri (Limanlar)

Tehlikeli maddeler araçlar ile ülke içerisinde transfer edilmesi sırasında karayollarını kullanan kamyon ve tır sayılarının bir nebze azaltma yoluna gidebilir. Bu sebeple araçların transferinde deniz yolu kullanılacak ise kıyı tesislerine ihtiyaç duyulacaktır. Bu iskele yapıları her türlü arabalı vapurların bağlanabileceği özellikte olması gerekmektedir. Bu amaçla yapılacak projelerde Resim - 2’deki kullanılması öngörülen gemilere ilave olarak farklı türde arabalı vapurların araştırmaları yapıp buna bağlı olarak iskele yapıları dizayn edilmelidir.



Şekil 24 – Kocaeli Körfezi Kuzey ve Güney Yakası Kıyı Tesis Mevkileri

KOCAELİ İLİNDE TEHLİKELİ MADDE TAŞIYAN ARAÇLARIN DENİZ YOLU İLE TAŞINMASININ ENERJİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Kocaeli İli Körfez ilçesi bölgesi ticari olarak yüksek oranda katma değer sağlayan faaliyetler bulunmaktadır. Bu ticari faaliyetlerin başlangıç veya bitiş noktası ağırlıklı olarak Limanlar gösterilebilir. Kocaeli limanlarına gelen petrol ve türevleri olan malzemeler rafine edildikten sonra çeşitli özelliklere

sahip tehlikeli ürünler elde edilmektedir. Oluşan bu ürünlerin son kullanıcının hizmetine sunulması gerekmektedir. Fosil yakıtlardan elde edilen tehlikeli maddelerin (mazot, benzin, vb..) yaklaşık % 30'u Yalova, Bursa ve kuzey Ege illerimizde bulunan işletmelere taşınmaktadır. Bu tehlikeli maddeler Kocaeli içerisinde bulunan TEM yolunu kullanıp Gölcük ve Karamürsel ilçelerinin içerisinde bulunan D - 130 Karayolunu kullanıp istenilen noktalara transfer edilmektedir.

Tehlikeli madde taşıyan lastik tekerlekli araçların çoğunluğu 40 tonluk bir lastik tekerlekli taşıyıcı (Tanker) olarak kabul edilerek değerlendirilmeler yapılmıştır.



Resim 3 - Akaryakıt Taşıma İçin Kullanılan Örnek Lastik Tekerlekli Araç

Kocaeli körfez ilçesinde dolmuş bir lastik tekerlekli tehlikeli madde taşıyıcı, bu bölgede bir iskele aracılığı ile tehlikeli madde taşımacılığı için dizayn edilmiş bir arabalı vapur aracılığı ile Karamürsel bölgesinde bir iskeleden tahliye edilmesini sağlayabilir. Bu işlem boş olan tehlikeli madde taşıyıcı araç içinde geçerlidir. Karamürsel ve Körfez bölgesi arası Şekil - 2'da görülen güzergah yaklaşık 55 km'dir. Toplamda bir yılda ortalama 365 dünde 330 gün sefer planlamaları yapıp, diğer günlerde ise hava muhalefeti ve arızalardan kaynaklı seferler yapılamadığı düşünülerek planlama yapılabilir. Karayolu güzergahı yerine 5 Deniz Mili uzunluğunda bir deniz yolu hattı oluşturulup kara yolu yerine deniz yolu sefer planlarımıza eklenebilir. Bu planlama sonrasında harcanacak enerji miktarları karşılaştırılacaktır.

Bu sebeple 40 ton yük alabilecek Lastik Tekerlekli Tehlikeli Madde taşıyıcı araç için DEKRA firması tarafından harcanacak enerji testi işlemlerimiz için esas alınmıştır.

“Geleneksel kirlenici kategorilerinde önemli oranda düşürülmüş yayım seviyeleri arka planda kalmak üzere **40 tonluk** toplam yüklü test ağırlığıyla zorlayıcı bir topografyada **1.536 km**'yi kapsayan sürüşte şu güncel tüketim değerleri elde edildi: Aynı güzergah ve mesafede 20 yaşındaki **Mercedes-Benz SK** (1844 modeli) 100 km'de **40,8 litre**, **Actros 1846 Euro 3** 100 km'de **37,4 litre** ve güncel **Euro 6 Mercedes-Benz Actros 1845** 100 km'de sadece **31,9 litre** mazot tüketmiştir.” [3]

Bu şartlarda test sonucu en az yakıt tüketen bir 40 tonluk yüklü bir Lastik Tekerlekli Taşıyıcıyı Kocaeli İlinde oluşan tehlikeli maddeler için nakliye aracı olarak kullanıldığını kabul edilmiştir. Yaklaşık 55 km'lik TEM, D - 100 ve D - 130 yolları düşünülerek yakılan yakıt miktarını aşağıdaki tabloda aktarılmıştır.

Tablo 4 - En İyi şartlarda En Performanslı Bir Kamyon İçin Yakıt Miktarı (Amortisman Bedeli Hariç)

Sıra No	Araç Tipi	100 km'de Ortalama Harcadığı Yakıt Miktarı (Litre)	55 km'de Harcayacağı 1 Yakıt Miktarı (Litre)	16.11.2020 Tarihinde Pompa Fiyatı (KDV Dahil)	55 km'lik yolda harcayacağı Yakıt Fiyatı (TL)
1	Actros 1845	31,9	17,545	6,31	110,708
2	Actros 1846	37,4	20,570	6,31	129,797
3	SK 1844	40,8	22,44	6,31	141,597

Tehlikeli madde yüklü lastik tekerlekli araçların (Resim – 3), arabalı vapur ile (Resim – 5) Kocaeli körfezinde geçirilebileceği ifade edilmiş idi. Bunu bir seferi 5 deniz mili olan bir sefer planlaması ile oluşturulacak deniz ulaşım hattı ile körfezin transferi sağlanabilir. (Şekil – 5) Bu amaçla ön görülen hatta yakıt harcama miktarı ortalama mil başı 25 Litre, toplamda 125 litre olarak kabul edilmiştir.

Kocaeli İli Tehlikeli Madde Taşıyan Lastik Tekerlekli Araçların Sayımı

Kocaeli ili sınırları içerisinde dolumu yapılan ve D-100 veya TEM den geçip, D-130 yolunu kullanarak Yalova, Bursa ve kuzey Ege kısımlarına gidiş ve dönüş yapan araçlar mevcuttur. Bu amaçla, Kocaeli trafiğinin en az yoğun olduğu zaman dilimlerinde Yalova – Kocaeli ve Kocaeli – Yalova istikametlerinde lastik tekerlekli araçlar için alternatif ulaşım yolları planlanmıştır. Bu planlama için güncel olarak araçların sayımları yapılmıştır. Araç sayım işleminden öncesinde, 24.11.2020 tarihi saat 13:00 da Kocaeli Körfez ilçesi Karamürsel ilçesi arasında ortalama 70 km/saatlik hız ile sefer yapılmıştır. Yapılan tespit seferinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Bu seyahat uzunluğu 55 km olduğu,
- Körfez – İzmit arasında 1 adet trafik ışığı mevcut olduğu,
- İzmit – Karamürsel arasında ise 10 adet trafik ışığı mevcut olduğu,
- Seyahat süresi yaklaşık 60 dakika sürdüğü tespit edilmiştir.

Karamürsel İlçesi sınırlarında 24.11.2020 tarihi saat 14:00 – 15:00 arasında Tehlikeli Madde Yüklü Lastik Tekerlekli Araç sayımı yapılmıştır. Yapılan bu sayım sonucunda ise aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Sayım sırasında Yalova – Kocaeli istikametinde 151 adet kamyon ve TIR'ın trafikte olduğu tespit edilmiştir.
- Yalova – Kocaeli istikametinde **26 adet Tehlikeli Madde** taşıyan kamyon ve tır olduğu tespit edilmiştir.
- Kocaeli – Yalova istikametinde toplamda 165 adet kamyon ve tır trafiği olduğu tespit edilmiştir.
- Kocaeli – Yalova istikametinde **24 adet Tehlikeli Madde** taşıyan kamyon ve tır olduğu tespit edilmiştir.

Araç sayım işlemi, 17.03.2021 tarihi saat 15:00'de Karamürsel ilçesi çıkışında yeni bir sayım yapılmıştır. Bu sayım işlemi sonucunda ise aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Yapılan sayımda Yalova – Kocaeli istikametinde 130 adet kamyon ve TIR'ın trafikte olduğu tespit edilmiştir.
- Seyahat süresince Yalova – Kocaeli istikametinde **22 adet Tehlikeli Madde** taşıyan kamyon ve tır hareketi olduğu tespit edilmiştir.
- Kocaeli – Yalova istikametinde toplamda 142 adet kamyon ve tır trafiği olduğu tespit edilmiştir.
- Kocaeli – Yalova istikametinde **18 adet Tehlikeli Madde** taşıyan Araçların olduğu tespit edilmiştir.

Bu tespitlerden anlaşılacağı üzere; 1 saat içerisinde ortalama tehlikeli madde taşıyan kamyon ve tırların sayıları 20 ile 30 arasında olacağı tahmin edilebilir. 24 saatlik dilimde 10 saatlik kısımda bu araçların taşınması ön görülürse;

25 (Araç/Sefer) x 10 (Sefer) x 2 (Yön) = 500 Adet yapılan sayımlara göre bir günde tehlikeli madde taşıyan araç sayısı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan sayım sonucunda çıkan araç sayısı ve Tablo – 1 da tespit edilen araç sayıları dikkate alındığında projenin emniyetli olarak hesap yapılması açısından denizdeki trafik durumu da dikkate alınarak; Bir günde toplamda karşılıklı 20 sefer ve her seferde 20 araç taşındığı kabul edilerek bir günde **400 araç taşınacağı kabulü ile değerlendirmeler yapılmıştır.**

Tehlikeli Madde Taşıyan Araçların Transferinde Harcadığı Enerji Miktarının Hesaplanması

Tehlikeli Madde taşıyabilme kabiliyet olan bir arabalı vapur ortalama 20 lastik tekerlekli yük alacağı kararı doğrultusunda, Körfez Bölgesinden Karamürsel bölgesine ortalama 55 Km yol gitmesi gerekmektedir. Tehlikeli Madde taşıyan kamyonların Körfez bölgesinden Karamürsel bölgesine Arabalı vapur ile ulaştırılmasında araçların yakacağı yakıt toplamı ile arabalı vapurun yakacağı yakıt toplamı karşılaştırılmıştır.

Kocaeli ili içerisinde üretilen veya transferi için aktarma alanı olarak kullanılan bölgemizdeki tehlikeli madde yüklü araçların körfezin bir yakasından diğer yakasına arabalı vapur vasıtası ile aktarılması sonucunda daha az enerji harcanacaktır.

A	= Arabalı Vapurun Bir Seferde Alabileceği Araç sayısı
A T	= Yıl İçerisinde Arabalı Vapur İle Taşınacak Araç Sayısı
S Gün	= Arabalı Vapurun Bir Gün İçerisinde Yapacağı Sefer Sayısı
S Yıl	= Arabalı Vapurun Bir Yıl İçerisinde Yapacağı Sefer Sayısı
L Araç	= Lastik Tekerlekli Araçların bir seferde Karadan Hareketi Durumunda
Alacağı Mesafe	
L Toplam Araç	= Lastik Tekerlekli Araçların Bir Yıl içerisinde Karadan Hareket Etmesi
Durumunda Alınacak Mesafe	
L Vapur Toplam	= Vapur ile Bir Yıl İçerisinde Toplam Alınacak Mesafe
T Araç	= Lastik Tekerlekli Araçların Bir Seferde Harcayacağı Yakıt Miktarı
T Toplam Araç	= Lastik Tekerlekli Araçların Bir Yıl İçerisinde Harcayacağı Yakıt Miktarı
T Vapur	= Arabalı Vapur Bir Seferde Harcayacağı Yakıt Miktarı
T Toplam Vapur	= Arabalı Vapur Bir Yıl İçerisinde Harcayacağı Yakıt Miktarı
T Fark	= Araçların Kara Yolunda harcayacağı yakıt ile arabalı vapur ile taşınmasında
harcayacağı yakıt farkı	
S Gün	= 10 x 2 = 20 Sefer (Bir Günde Yapılacak Toplam Sefer Sayısı)
S Gün	= 10 x 2 = 20 Sefer (Bir Günde Yapılacak Toplam Sefer Sayısı)
S Yıl	= S Gün x 330 = 6.600 Sefer (1)
S Yıl	= 20 x 330 = 6.600 Sefer
A	= 20 Araç
A T	= S Yıl x A (2)

Bir yıl içerisinde arabalı vapur ile toplamda taşınacak araç sayısı

A T = 6.600 x 20 = 132.000 adet lastik tekerlekli araç Arabalı vapur ile taşınacaktır.

Kocaeli İlinde yıl içerisinde fosil yakıt olarak tüketilmesi için üretilen tehlikeli maddelerin son kullanıcıya ulaştırılması bir yıl içerisinde en az 132.000 araç/sefer ile ulaştırılacağı görülmektedir. Bu maddelere ek olarak üretilen veya ilimizden transit olarak geçirilmekte olan birçok tehlikeli madde türü mevcuttur. Bu maddelerinde yapılacak proje ile geçişleri sağlanabilecektir.

Tehlikeli Madde Yüklü Araçların Karayolu İle Hareketlerinde Harcayacağı Enerji (Yakıt) Miktarı

Ortalama 40 ton taşıma kapasitesine sahip Lastik tekerlekli Tehlikeli Madde taşıyan araçların karayolu ile hareket etmesi durumunda toplam alınacak yol uzunluğu Şekil 11 'de görülen istikameti takip edecektir. Bu istikamet yaklaşık 55 km'dir.

$$\begin{aligned}
 L \text{ Araç} &= 55 \text{ km 'dir.} \\
 \mathbf{L \text{ Toplam Araç}} &= \mathbf{L \text{ Araç} \times A \text{ T}} & (3) \\
 L \text{ Toplam Araç} &= 55 \times 132.000 \\
 L \text{ Toplam Araç} &= 7.260.000 \text{ Km}
 \end{aligned}$$

T Araç miktarı Tablo 11'de görüldüğü üzere bir seferde toplam 17,545 Litre harcanacağı kabul edilir.

$$\begin{aligned}
 \mathbf{T \text{ Toplam Araç}} &= \mathbf{T \text{ Araç} \times A \text{ T}} & (4) \\
 T \text{ Toplam Araç} &= 17,545 \times 132.000 \\
 \text{Lastik tekerlekli araçlar bir yıl içerisinde harcayacağı yakıt miktarı,} \\
 \mathbf{T \text{ Toplam Araç}} &= \mathbf{2.315.940 \text{ Litre.}}
 \end{aligned}$$

Kocaeli ili içerisinde oluşan tehlikeli madde yüklü araçların Güney Marmara ve Kuzey Ege bölgesine hareket edenleri ortalama 132.000 adet/yıldır. Bu araçların aldığı yolun 55 km'lik kısmında harcayacağı fosil yakıt miktarı (Dizel Yakıt) yıl içerisinde toplam 2.315.940 Litredir.

Tehlikeli Madde Yüklü Araçların Arabalı Vapur İle Körfezin Geçirilmesi Durumunda Harcayacağı Enerji (Yakıt) Miktarı

Tehlikeli madde yüklü lastik tekerlekli araçların Resim – 3 görülen arabalı vapur ile Kocaeli körfezinde geçirilebilir. Bunu bir seferi 5 Mil olan bir sefer planlaması yapılır ise, denizde yol alırken harcaması ön görülen yakıt miktarı ortalama mil başı 25 Litre, toplamda 125 litre olarak kabul edilebilir.

$$\begin{aligned}
 T \text{ Vapur} &= 25 \times 5 = 125 \text{ Litre} \\
 S \text{ Yıl} &= S \text{ Gün} \times 330 \\
 S \text{ Yıl} &= 2 \times 10 \times 330 \\
 S \text{ Yıl} &= 6.600 \text{ Sefer} \\
 \mathbf{T \text{ Toplam Vapur}} &= \mathbf{T \text{ Vapur} \times S \text{ Yıl}} & (5) \\
 T \text{ Toplam Vapur} &= 125 \times 6.600 \\
 \mathbf{T \text{ Toplam Vapur}} &= \mathbf{825.000 \text{ Litre}}
 \end{aligned}$$

Kocaeli ili içerisinde oluşan tehlikeli madde yüklü araçlarını yaklaşık % 30'una yakıt kısmının Güney Marmara ve Kuzey Ege bölgesine hareket etmektedir. Bu taşıma işlemi ortalama 132.000 adet/yıl araç hareketi oluşmasına yol açmaktadır.

Bu araçların 55 Km'lik kısmı için kara yolu yerine 5 deniz Mili uzunluğunda bir deniz ulaşım hattı oluşturulup denizden arabalı vapur ile geçirilmesi durumunda, arabalı vapurun harcayacağı fosil yakıt miktarı (Dizel Yakıt) yıl içerisinde toplam **825.000 Litredir.**

Tehlikeli Madde Yüklü Araçların Transfer Edilmesinde Enerji Açısından Karşılaştırılması

Arabalı vapur vasıtası ile tehlikeli madde yüklü araçların körfezden geçirilmesi sağlanırsa yıllık olarak ciddi yakıt tasarrufu olduğu görülecektir. Harcanmayan yakıtın devlet bütçesine ve çevreye etkisini ciddi etkileri olacaktır.

$$\begin{aligned}
 \mathbf{T \text{ Fark}} &= \mathbf{T \text{ Toplam Araç} - T \text{ Toplam Vapur}} & (1.6) \\
 T \text{ Fark} &= 2.315.940 - 825.000 \\
 \mathbf{T \text{ Fark}} &= \mathbf{1.490.940 \text{ Litre}} \text{ ilave yakıt yakılmayacaktır.}
 \end{aligned}$$

Kocaeli ili içerisinde oluşan tehlikeli madde yüklü araçların Güney Marmara ve Kuzey Ege bölgesine hareket eden lastik tekerlekli araçların TEM , D – 100 ve D – 130 yolları kısmının karayolu yerine deniz

yolu ile transfer edilmesi sonucunda ortalama **1.490.940 Litre** tasarruf sağlanacağı görülmektedir. Yapılacak yakıt tasarrufuna ilave olarak bu bölgede bulunan yol ağının trafik yükünde azalmasına katkı sağlayacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kocaeli ili içerisinde tehlikeli madde taşımacılığı vazgeçilmez bir durumdur. Bu taşıma işlemleri için kullanılan lastik tekerlekli tankerler Kocaeli ilinin coğrafi konumu itibari ile şehir merkezlerinde geçerek istenilen noktalara ulaşmaktadır. Kocaeli ilimizde rafineri sektörünün önde gelen şirketleri ve bunlara hizmet eden yan şirketlerin mamulleri getirilmesi, depolanması ve transit geçirilmesi faaliyetleri sürdürülmektedir. Bu maksatla getirilen hammaddeler genellikle Deniz Yolu kullanılarak getirilmektedir. İşlenen hammaddelerden ve oluşan mamul maddelerin (mazot, benzin, vb.) son kullanıcıya ulaştırılması yine deniz yolu, kara yolu ve demir yolu vasıtası ile gerçekleştirilmektedir.

Elde edilen bu bilgiler doğrultusunda Kocaeli İli sınırları içerisinde Körfez Denizi gibi büyük bir değer olduğu halde denizden ulaşım açısından yeterince faydalanılmadığı tespit edilmiştir. Bu tespit sonucunda özellikle tehlikeli yük taşıyan lastik tekerlekli araçların Kocaeli Körfezinden transit olarak geçirilmesi ile alakalı arabalı vapur hattının kurulması yerinde bir yatırım olacağı kanaati güçlü bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Amacımız, günlük olarak Kocaeli içerisinde üretilen tehlikeli maddelerin son kullanıcıya ulaştırılmasını sağladığımız lastik tekerlekli taşıyıcılarımızı kullandığı güzergah yerine özellikle il ve ilçe merkezlerine uğramadan Kocaeli ili Körfez ilçesinden Karamürsel ilçeleri arasına deniz yolunu kullanarak arabalı vapur vasıtası ile lastik tekerlekli taşıyıcılarımızın taşınmasıdır.

Bu projenin verileri toplanması için özellikle bölgede bulunan taşıma şirketleri ile görüşmeler yapılmış, Karayolları Genel Müdürlüğü'nün verileri kullanılmış ve Kocaeli İli içerisindeki D-130, D-100 yollarında bazı zaman dilimlerinde tehlikeli madde yüklü araçların sayımları yapılmıştır. Bu verilerin ışığı altında maliyet, enerji ve sera gazı emisyonları açısından incelemeler yapılabilir.

Yapılan bu analizlerden de anlaşıldığı üzere oluşturulacak bu transit geçiş hattının birden çok olumlu etkisinin olacağı ifade edilebilir. Bunlar,

1. Kurulacak bu hat ile D-100 ve D-130 yollarındaki tehlikeli trafik yükü en aza indirilecektir.
2. Bu bölgedeki araç trafiğinin Arabalı Vapur trafiğine geçişini sağlanması sonucunda harcanacak yakıt miktarları yaklaşık % 64 azalacaktır. Bu sayede hem ülke ekonomisine katkı sağlanacak hem de yeni iş kolları açılacaktır.

Projenin yukarıda ifade edilen etkileri ve gelecekte kara ulaşım yol ağında oluşabilecek sorunların artacağı düşünüldüğünde, deniz yolu ile oluşturulacak alternatif uygulamaların hayata geçirilmesi kaçınılmaz olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] <https://www.google.com.tr/maps>, Erişim: 15.05.2021)
- [2] Kayserilioğlu E., (2004). “Deniz Taşımacılığı Sektör Profili”, İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi, Eylül 2004.
- [3] Ulaştırma Bakanlığı Liman Bölgeleri Master Planı
- [4] [CITATION Bay12 \l 1055].
- [5] **Lastauto Omnibus Dergisi**
- [6] Limanlar Geri Sahası Master Plan Çalışması Taslak Raporu
- [7] TUIK
- [8] Dünya Dünya Bankası Verileri
- [9] Kocaeli Ulaşım Ana Planı
- [10] Karayolları Genel Müdürlüğü 2018 yılı verileri
- [11] Kocaeli Liman Başkanlığı

SUALTI ARAÇLARINDA ANFIS İLE NESNE TAKİBİ

Ali Alpcan OFLUOĞLU

Kocaeli Üniversitesi/ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
alpcanofluoglu@gmail.com/ 0000-0002-2999-848X

Serhat YILMAZ

Kocaeli Üniversitesi/ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
yilmazserhat@gmail.com/ 0000-0001-9765-7225

Özet

Bu çalışmada, bulanık mantık devreleri, ANFIS ve sualtı robotlarında uygulamaları anlatılmıştır. Bulanık mantık devreleri ile bir sistemin nasıl kontrol edilebileceği, bulanık devrelerin birbirinden farklılık ve üstünlüklerini değerlendirmiş literatür taraması yapılarak kullanılan metotlar incelenmiştir. ANFIS uygulaması ile kontrol sisteminin yeni nesil teknolojiye yeri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nesne Takibi, ANFIS, Bulanık Mantık, Su Altı Robotu Kontrolü, Görüntü İşleme.

OBJECT TRACKING UNDERWATER VEHICLES WITH ANFIS

Abstract

The aim of this study; fuzzy logic circuits, their applications in ANFIS and underwater robots are explained. With fuzzy logic circuits, how a system can be controlled, evaluated the differences and superiorities of fuzzy circuits from each other, and the methods used by reviewing the literature were examined. The place of the control system in the new generation technology is discussed with the ANFIS application.

Keywords: Object Tracking, ANFIS, Fuzzy Logic, Underwater Robot Control, Image Processing.

1. GİRİŞ

İnsansız araçlar; içerisinde herhangi bir insana gerek duymadan, uzaktan manuel olarak kontrol edilen veya otonom çalışan araçlardır. Herhangi bir pilota ihtiyaç duymadıkları için, küçük boyutlu olarak üretilebilirler. Küçük boyutlu olması yüksek mobiliteye sahip olmasını sağlar ve en zorlu koşullarda bile kullanımı gerçekleştirilir. Ayrıca daha az maliyetle daha yüksek performans alınması sebebiyle tercih edilirler. İnsansız hava araçları üç kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; insansız hava araçları, insansız kara araçları ve insansız su altı araçlarıdır. Bu çalışmada su altı araçları incelenecektir.

İnsansız su altı araçları (İSAA), küçük yapıları, hızlı olmaları ve aerodinamik modelleri sayesinde insanların kullanılmayacağı projelerde yer alabilir. Bu araçlar uzaktan kontrollü (ROV) ya da otonom (AUV) olabilirler. Biz sistemimizde bir AUV araç üzerinde çalışma yapacağız. Bu çalışmalar daha öncesinde PID kontrol sistemi kullanılan bir İSAA'yı geliştirerek kontrol sistemini ANFIS ile bulanık mantık kontrolü yapacağız.

Mühendislik problemleri için geliştirilmiş bir sürü çözüm yöntemi bulunmaktadır. Geleneksel yöntemler olarak adlandırılan bu yöntemler genellikle basit problemlerin çözümünde etkili sonuçlar sağlayabilmektedir. Oysa büyük boyutlu gerçek dünya problemleri genellikle zor problemler sınıfındadır. Bu problemlerin parametreleri arasında genellikle doğrusal olmayan ilişkiler söz konusudur ve yine bu problemlerin bazılarının matematiksel olarak modellenmesi dahi mümkün olamamaktadır. Bu kapsamda, tasarım, üretim, kontrol, haberleşme ve taşıma gibi pratik alanlardaki gerçek dünya problemlerinin büyük zorluğu, araştırmacıların ilgisini yapay zekâ ve tabii bilimler üzerine yoğunlaştırmıştır. Çoğunlukla insanda ve doğada var olan mekanizmaları ve sistematiği taklit ederek geliştirilen yapay zekâ yöntemleri zor problemlerin çözümünde etkili olarak kullanılabilen araçlardır. Bu tür yöntemler zor problemler için her zaman en iyi çözümü bulmayı garanti etmese de kabul edilebilir sürelerde kabul edilebilir çözümler sağlayamayacağı garanti edilebilirler.

20. yüzyılın ikinci yarısında temelleri atılan ve günümüzde çok sayıda araştırmacının üzerinde çalıştığı yapay zekâ teknikleri, pek çok problemin çözümünde başarı ile kullanılmış ve geleneksel çözüm yöntemlerine alternatif olmuştur. Başlangıçta, tıp alanında hastalık teşhisi, uydu fotoğraflarının okunması, askeri strateji belirleme, kontrol problemleri ve endüstriyel uygulamalar gibi çok farklı amaçlar için geliştirilen bu teknikler günümüzde hemen her disiplinde kullanılır olmuştur. Yapay sinir ağları, bulanık küme teorisi, genetik algoritmalar, uzman sistemler araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılan yapay zekâ yöntemlerinden bazılarıdır [1].

Yapay zekânın bir dalı olan Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, ANFIS), örneklerden öğrenebilme ve öğrenmiş olduğu bilgiyi belirli kurallara bağlı olarak ağ üzerinde dağıtabilme yeteneği gibi esnek ve güçlü yapısı sayesinde makinalı öğrenme, sınıflandırma ve optimizasyon gibi alanlarda başarı ile kullanılmaktadır. ANFIS, bulanık sistemlerin ve sinirsel ağların bilinen en iyi özelliklerini birleştiren ağ tabanlı bir yapıdır. Bulanık sistemlerin, giriş bilgisini ağ üzerine dağıtarak araştırma uzayını azaltması, sinirsel ağların ise geri yayılım davranışlarını kullanarak kontrol parametrelerinin doğrusal olmayan problemler için en uygun değerlerinin bulunması ANFIS modeline önemli üstünlükler kazandırmaktadır.

2. ADAPTİF AĞ TABANLI BULANIK MANTIK ÇIKARIM SİSTEMİ

ANFIS'in kural sayısı, parametre sayısı ve kullanılan eğitim algoritması gibi kriterleri ağıın başarımı üzerinde son derece önemli olup, modelin oluşturulması için kullanılan yöntemler bu kriterlerin belirlenmesinde doğrudan etkilidir. Kural sayısı ve parametre sayısı dikkate alınan probleme göre değişiklik göstermektedir. Problemin giriş sayısı arttıkça kural sayısı ve optimize edilmesi gereken parametre sayısı da üstel olarak hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu artış, ANFIS ağıının eğitilmesini zorlaştırdığı gibi, hesaplama maliyetini de artırarak uzun ve karmaşık hesaplama süreci gerektirmektedir. Seçilen eğitim algoritması da ağıın eğitim performansı üzerinde etkilidir. Bu konuda muhtelif çalışmalar bulunmasına rağmen halen istenilen düzeyde çözümler geliştirilememiştir.

2.1 Bulanık Mantık ve Bulanık Model

Bulanık küme, mantık ve sistem kavramları 1965 yılında Zadeh tarafından ortaya atılmıştır [2]. Uzun yıllar boyunca kontrol alanında çalışmalar yapan araştırmacı, istediği özelliklerde kontrol sistemi tasarlamaya çalışırken, doğrusal olmayan denklemlerin işin içine girmesi, kullanılan yöntemlerin karmaşıklaşması ve çözümün zorlaşması sonucunda bulanık mantığa yönelmiştir [3].

Geleneksel mantıkta bir kümeyi oluşturan elemanlar hakkında tanımlayıcı yargı, keskin özelliklidir. Yani bir eleman bir kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Bu tür kümelere keskin kümeler (crisp sets) denir. Oysaki bulanık mantık yaklaşımında üye olanlar ve olmayanlar şeklinde kesin bir sınıflandırma yoktur. Elemanların sahip oldukları değerler üyelik derecesi olarak adlandırılmakta ve bu değerlere göre bir elemanın herhangi bir bulanık kümenin özelliklerini ne derece taşıdıkları belirlenmektedir. Bulanık küme teorisinde üyelik derecesinin 0 ile 1 arasında değerler alması sözel bilgilerin, problemlerin çözümü sırasında sayısal verilerle birlikte kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sözel ifadelerin bulanık modellere katılması bulanık mantığın diğer yöntemlerden ayrıldığı en önemli farklılıklarından birisidir [4].

Bulanık modeller oluştururken değişik formlarda üyelik fonksiyonları seçilebilir. Çok sayıda üyelik fonksiyonu bulunmasına rağmen, literatürde yaygın olarak kullanılan üyelik fonksiyonlarından bazıları, üçgen (triangular), yamuk (trapezoidal), normal dağılım (gaussian) ve çan şekilli (bell-shaped) fonksiyonlarıdır. Şekil 1'de bu üyelik fonksiyonları gösterilmiştir.

Bulanık sistemler genel olarak, mevcut verilerden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak amacıyla bulanık küme ilkelerini kullanan sistemlerdir. Bulanık sistemlerin en büyük avantajı insan deneyimlerinin ve sözel verilerin bulanık modele katılması ile çözüme ulaşılmasıdır. Bu amaçla modelin değişkenleri bulanık alt kümeler ile ifade edilirler ve söz konusu çıkarım için klasik küme işlemlerinin genelleştirilmesiyle elde edilen bulanık küme işlemleri kullanılır [5].

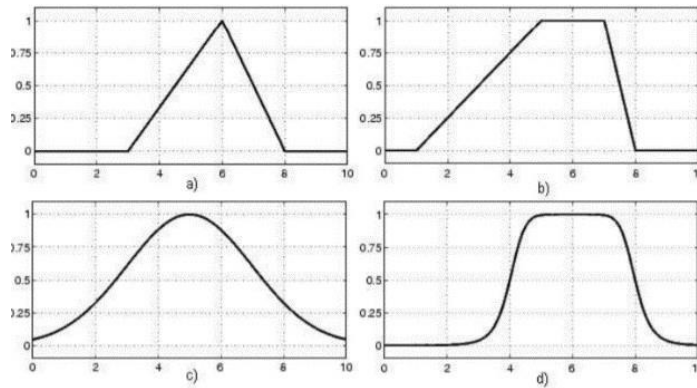
Bulanık model (bulanık çıkarım sistemi), bulanık Eğer- İse kuralları adı verilen bulanık kurallara dayanan sistemlerdir. Bu nedenle bulanık çıkarım sistemleri, bulanık kural tabanlı sistemler olarak da adlandırılır. Bazı kaynaklarda bulanık çıkarım sistemleri yerine bulanık model, bulanık çağrışımlı bellek, bulanık mantık kontrolör terimleri de kullanılmaktadır [6]. Bulanık modelin temeli, bulanık Eğer-İse kurallarından anlaşılacağı üzere öncül ve soncul kısımlardan oluşmaktadır. Öncül kısımda sonuca sebep olan giriş değişkenleri ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler, soncul kısımda ise bu giriş değişkenlerine bağlı olarak ortaya çıkan sonuç değişkenleri yer alır. Genel olarak bulanık kurallar aşağıdaki formdadır:

$$\text{Kural 1: Eğer } x = A1 \text{ ve } y = B1 \text{ İse } z = N1 \quad (1)$$

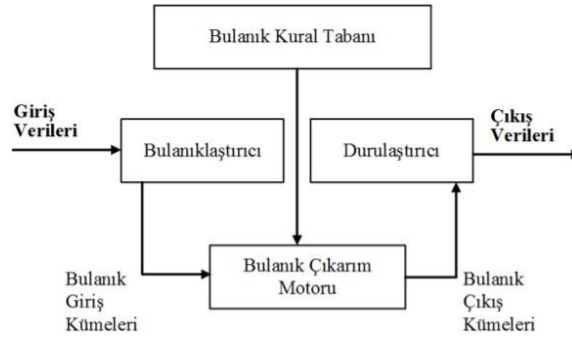
$$\text{Kural 2: Eğer } x = A2 \text{ ve } y = B2 \text{ İse } z = N2 \quad (2)$$

Burada x ve y öncül kısımdaki girdi değişkenlerince tanımlanan koşulları, z ise soncul kısımdaki çıktı değişkenlerince tanımlanan sonuçları ifade eder. Şekil 2’de genel bir bulanık model sisteminin yapısı gösterilmiştir.

Şekilde verilen sistemin bileşenleri, giriş verileri; incelenecek olayın etkilendiği girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm bilgileri içerir. Buradaki bilgilerin sayısal ve/veya sözel olabilmesinden dolayı genel veri tabanı da denilmektedir. Bulanıklaştırıcı; sayısal girdi değerlerini sözel olarak nitelendirilmiş bulanık kümelerdeki üyelik derecelerine atayan bir işlemcidir. Bulanık kural tabanı birimi; veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal Eğer-İse türünde yazılabilen kuralların tümünü içerir. Bu kuralların yazılmasında sadece girdi verileri ile çıktılar arasında olabilecek tüm ara (bulanık küme) bağlantılar düşünülür. Böylece, her bir kural girdi uzayının bir parçasını çıktı uzayına mantıksal olarak bağlar ve bu bağlamların tümü kural tabanını oluşturur. Bulanık çıkarım motoru birimi; bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar. Durulaştırıcı; bulanık işlemler sonucu elde edilen bulanık çıkarım sonuçlarını keskin sayısal çıkış değerlerine dönüştürür. Çıkış verileri; bilgi ve bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım motoru vasıtası ile etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir. Muhtelif modeller bulunmasına rağmen, literatürde yaygın olarak kullanılan bulanık mantık çıkarım sistemlerinden ikisi, Mamdani ve Takagi–Sugeno bulanık mantık çıkarım sistemleridir. Aşağıda bu modeller ile ilgili bilgi verilmiştir.



Şekil 1. Yaygın olarak kullanılan üyelik fonksiyonları a) Üçgen b) Yamuk c) Normal Dağılım d) Çan Şekli



Şekil 2. Bulanıklaştırma – durulaştırma birimli bulanık model sistemi

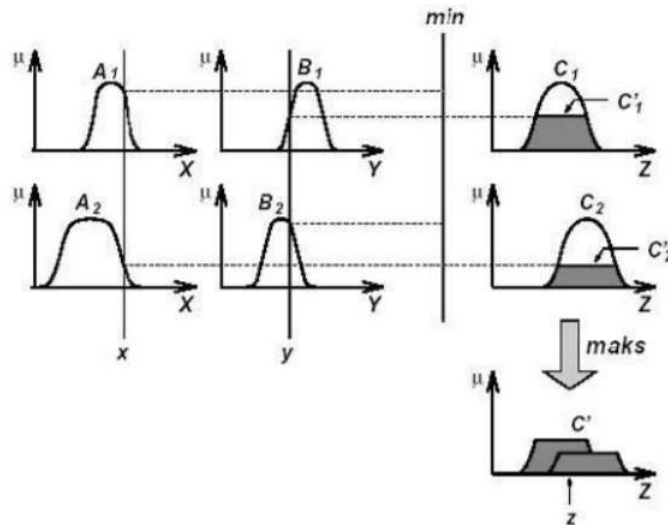
2.1.1. Mamdani Bulanık Modeli

Mamdani tipi bulanık model kolaylıkla oluşturulur ve insan davranışlarına çok uygundur. Bu nedenle oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir ve diğer bulanık mantık modellerinin temelini oluşturur. İlk defa bir buhar motorunun kontrolü amacıyla, insan tecrübelerinden elde edilen sözel kontrol kuralları yardımıyla kullanılmıştır [7]. Bu modelde hem girdi değişkenleri hem de çıktı değişkeni üyelik fonksiyonları ile ifade edilir [8]. Mamdani tipi bir bulanık model bulanıklaştırma; öncül kısımdaki bütün bulanık ifadeleri kullanarak, girdi değişkenleri için [0 1] aralığında üyelik derecelerinin belirlenmesi. Bulanık mantık işlemlerini kullanarak kural ağırlıklarının belirlenmesi. Bulanık küme mantıksal işlemcilerinin (VE, VEYA) uygulanması. Sonuçların toplanması; her bir kuralın çıktısını temsil eden bulanık kümelerin birleştirilmesi. Durulaştırma; tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması adımlarından oluşur. Şekil 3’de verilen x ve y gibi sayısal iki değişkeni içeren iki kurallı bir Mamdani tipi bulanık modelde, z çıkış değerinin C1 bulanık küme fonksiyonlarından nasıl hesaplandığı gösterilmiştir. Aşağıda bu bulanık modelin hesaplanmasında kullanılan iki kural verilmiştir.

$$\text{Kural 1: Eğer } x = A_1 \text{ ve } y = B_1 \text{ İse } z = C_1 \quad (3)$$

$$\text{Kural 2: Eğer } x = A_2 \text{ ve } y = B_2 \text{ İse } z = C_2 \quad (4)$$

Bulanıklaştırılan giriş bilgileri önceden belirlenmiş kurallara tabi tutulur. Kurallar uygulanırken, şartlar arasındaki “VE” durumunda giriş üyelik değerlerinden en küçük olanı “VEYA” durumunda ise en büyük olanı alınarak çıkış üyelik fonksiyonunda bu sayının altında kalan alan bulunur. Her bir kurala ait çıkış üyelik fonksiyon bölgeleri bulunduktan sonra bu alanlar çeşitli berraklaştırma yöntemleri yardımıyla kesin çıkış bilgisinin elde edilmesinde kullanılır [9].



Şekil 3. Mamdani bulanık mantık modeli

2.1.2. Takagi-Sugeno Bulanık Modeli

Sugeno bulanık modeli (TSK bulanık modeli olarak da bilinir), Takagi, Sugeno ve Kang tarafından önerilip, ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Mamdani bulanık mantık yönteminin bir uyarlamasıdır. Sugeno tipi bulanık modellemede çıktı üyelik fonksiyonları lineer ya da sabittir. Bu model, çıktı üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman sıfıncı derece, 1. derece doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno bulanık model olarak adlandırılır. Bir Sugeno bulanık modelindeki tipik bulanık kural aşağıdaki forma sahiptir,

$$\text{Eğer } x = A \text{ ve } y = B, \text{ İse } z = f(x,y) = px + qy + r(c) \quad (5)$$

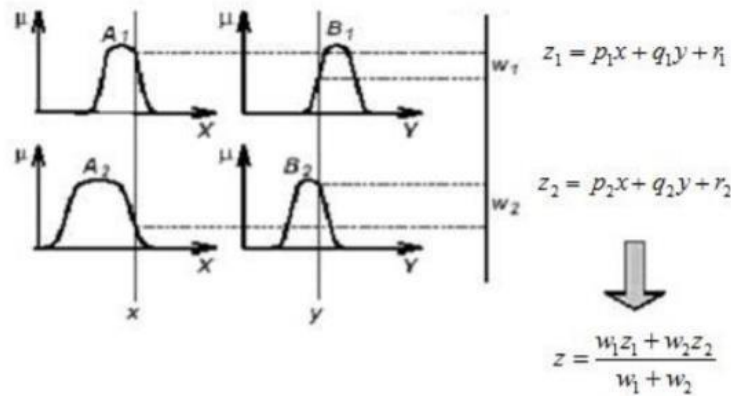
Burada A ve B, $z \in f(x, y)$ 'ye bağlı keskin çıkış veren bir fonksiyon olmasına rağmen, giriş değişkenlerinin bulanık kümeleridirler. z çıkış değeri ise genellikle x ve y değişkenlerine bağlı bir polinomdur. Ancak, z çıkış değeri bulanık kuralın girişi tarafından belirtilmiş bölge dâhilinde, bir sistemin çıkışını tanımlayabildiği sürece herhangi bir fonksiyon da olabilir.

Şekil 4'de Birinci dereceden Sugeno modelinin bulanık çıkarım mekanizması gösterilmektedir. Bu yöntemde hem giriş katsayılarının hem de kural ağırlıklarının uzman kişi tarafından elde edilmesi zor olacağından, bu sayıların bir optimizasyon algoritması yardımıyla bulunması gerekir. Her bir kural keskin çıkışa sahip olduğundan, sonuç keskin çıkış değeri ağırlıklı ortalama ile elde edilir.

Bu yaklaşım Mamdani modelindeki durulandırma işleminin hesaplama yükünü ve zaman kaybını gideren basit ve fonksiyonel bir yaklaşım olup, sistem modelleme ve kontrolör tasarımına çok uygun bir çıkarım mekanizmasıdır. Pratikte bazen ağırlıklı ortalama operatörü yerine, $z = x \frac{w_1 z_1 + w_2 z_2}{w_1 + w_2}$ operatörü kullanılır. Bu basitleştirme işlemi, kuralların ateşleme katsayılarının toplamı "1" e yakınsamadıkça $\sum i w_i = 1$ üyelik fonksiyonlarının dilsel anlamının kaybolmasına neden olabilir.

Sıfıncı-dereceden Sugeno model komşu üyelik fonksiyonlarının şartları ile yeterince örtüşebildiği sürece kendi giriş değişkenlerine bağlı olarak düzgün bir fonksiyon olur. Mamdani modelde ise, üyelik fonksiyonlarındaki örtüşmeler, ara değerlendirmenin düzgünlüğü üzerinde belirleyici etkiye sahip değildir.

Sugeno ve Mamdani bulanık modelleri, giriş değişkenlerinin bulanıklaştırılması ve bulanık mantık işlemleri bakımından tamamen aynıdır. Sugeno bulanık model, parametrelerinin optimize edilebilmesi kolaylığı bakımından Mamdani bulanık modelden daha avantajlıdır. İki sistemi birbirinden ayıran en önemli özellik Mamdani modelde çıkış değişkenlerinin tanımlanmasıdır. Sugeno tipi bulanık modellemede çıkış değerleri lineer ya da sabit fonksiyonken, Mamdani modelde çıkış değerleri üyelik fonksiyonları ile ifade edilir. Bu nedenle, Sugeno model Mamdani modelden daha karmaşık ve gösterim açısından daha elverişli olup, Sugeno tipi bulanık model uyarlanabilir tekniklerle birlikte kullanılabilir.



Şekil 4. Sugeno bulanık mantık modeli

2.2. Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, ANFIS)

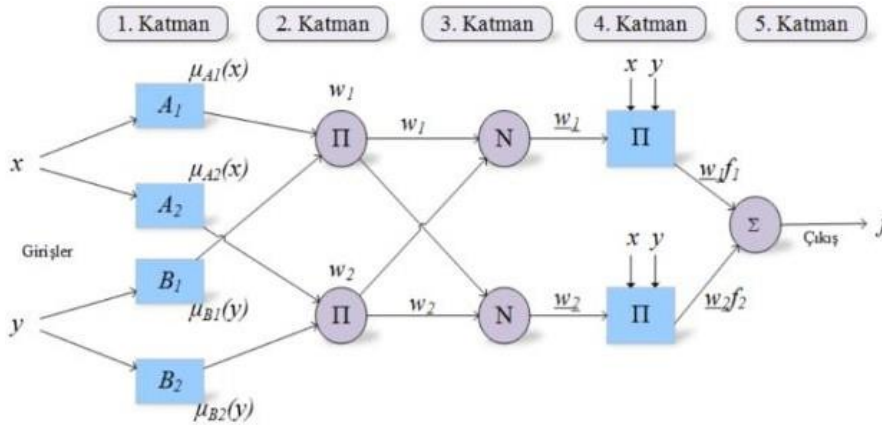
Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFIS), Sugeno tipi bulanık sisteminin, sinirsel öğrenme kabiliyetine sahip bir ağ yapısı olarak temsilinden ibarettir [10]. Yapısında hem yapay sinir ağları hem de bulanık mantık kullanılır [11]. Sinir ağı ile bulanık sistemin kombinasyonu bulanık sinir ağı olarak adlandırılır. ANFIS, öğrenme ve adaptasyon işlemlerini kolaylaştırmak için, adaptif sistemlerden yararlanan bulanık Sugeno modelidir. Böyle bir yaklaşım bulanık mantığı daha sistematik ve tecrübeye daha az bağlı hale getirmektedir [12]. ANFIS'in temel amacı, eşdeğer bulanık mantık sisteminin parametrelerini, giriş-çıkış veri kümelerini kullanarak bir öğrenme algoritması vasıtasıyla optimize etmektir. Parametre optimizasyonu, gerçek çıkış ile hedef çıkış arasındaki hata değeri minimum olacak şekilde yapılmaktadır.

ANFIS, bulanık çıkarım sistemindeki Eğer-İse kuralları ve giriş çıkış bilgi çiftlerinden oluşur. Ancak sistem eğitiminde ve denetiminde YSA öğrenme algoritmaları kullanılır [13,14]. x ve y giriş, z ise çıkış olarak alınırsa temel kural yapısı aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\text{Eğer } x \in A_1 \text{ ve } y \in B_1 \text{ İse } z = p_1x + q_1y + r_1 \quad (6)$$

Burada A_1 ve B_1 sırasıyla öncül kısımdaki x ve y değişken uzayını bulanık alt uzaylara ayıran kümelerin etiketidir. p_1 q_1 ve r_1 eğitim işlemi boyunca belirlenen tasarım parametreleridir. z_1 ise o kurala ait çıkış değeri olup, giriş değişkenlerinin bir fonksiyonudur. Herhangi bir x , y girdi çifti için sonuç çıkış değeri ise tüm kuralların çıkış değeri olan z_1 'lerin ağırlıklı ortalamasıdır [12]

Aşağıda verilen iki bulanık kurala bağlı olarak, birinci derece bulanık Sugeno modeli için olası ANFIS mimarisi Şekil 5'de verilmiştir. ANFIS modelinin katmanlarını genel olarak özetlersek, 1. katmanda giriş verilerine üyelik fonksiyonları uygulanarak bulanıklaştırma işlemi yapılır. 2. katmanda bulanık mantık çıkarım sistemine göre kurallar oluşturulur. 3. katmanda kural katmanından gelen her bir düğüme, ağırlıklı ortalama ile normalizasyon işlemi uygulanır. 4. katmanda ise bulanık sonuçlar sayısal değerlere dönüştürülür ve son olarak 5. katmanda tüm düğümlerin çıkış değerleri toplanarak sistemin tek çıkış değeri üretilir.

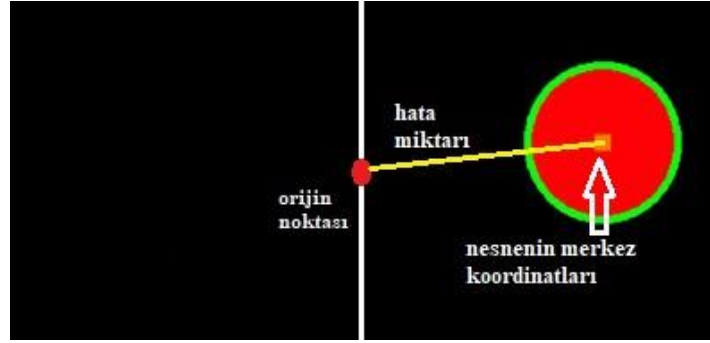


Şekil 5. Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi

3. ANFIS'İN SİSTEME UYARLANMASI

Bizim temel amacımız su altında bir cismi takip etmek. Robot kendi kamerası ile aldığı veriyi (anlık fotoğraf ya da video) görüntü işleme metodu ile analiz eder. Bu analiz sonucunda takip hem $\pm x$ ekseninde hem de $\pm y$ ekseninde olacak. $\pm x$ ekseninde yapılacak takip uzaklık sabit tutularak $\pm y$ eksenindeki takip ise aracın kendi ekseninde 0 doğrultusunda tutarak gerçekleşecek. $\pm x$ ekseninde istenilen sonuç, tanıtilen cismin alanıyla (biz çember şeklinde düşündüğümüz için yarıçapıyla) orantılı olarak elde edilecektir. Cisim eğer tanıttığımız alandan küçük ise uzakta olduğu anlaşılacak ve robot hızlanacak. Eğer daha büyükse yaklaştığı anlaşılacak ve yavaşlayacak. $\pm y$ ekseninde ise aracın kendi

eksen doğrultusunda cisim negatif bölgede (sol tarafta) ise aracın sol motoru geri yönde sağ motoru ileri yönde çalışacaktır. Pozitif bölgede (sağ tarafta) ise sol motor ileri sağ motor geri yönde çalışacaktır. $\pm y$ ekseninde bir cismin analizi Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. $\pm y$ ekseninde cismin tespiti ve orijin ile hata miktarı.

3.1. Şartların Belirlenmesi

ANFIS uygulamaları için en önemli şartlardan birisi de şartların belirlenmesi ve işleme dâhil edilecek şartların seçilmesidir. Bizim totalde hedefin boyutu ($\pm x$ ekseninde uzaklık) için 3, hedefin eksenindeki yeri ($\pm y$ ekseninde uzaklık) için 3 şartımız vardır. Ancak işlem yapılacakken sadece 4 şartta işlem yapılır. Bu şartlar; hedef boyutu büyük/küçük, hedefin eksenindeki yeri pozitif/negatif, şeklinde sıralanır. İşlem yapılmayacak diğer 2 şartımız ise; hedef boyutu istenilen, hedefin eksenindeki yeri sıfır (0), 'dır. İşlem yapılacak şartlar, girdi olarak geldiklerinde istenilen çıkışları verirler. İşlem yapılmayacak şartlar gelince ise sistem kendi durumunu korur. Şartların detaylı açıklaması Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Giriş şartları ve çıkışlar

$\pm x$ Ekseninde		
Hedef Boyutu	Hedef Konumu	Robot Hareketi
Küçük	Uzak	Hızlanmalı
Büyük	Yakın	Yavaşlamalı
İstenilen Aralıkta	İstenilen Aralıkta	Hızını Korumalı
$\pm y$ Ekseninde		
Hedefin Eksenindeki Yeri	Hedefin Konumu	Robot Hareketi
Negatif Bölgede	Sol Tarafta	Sol Motor Geri, Sağ Motor İleri
Pozitif Bölgede	Sağ Tarafta	Sağ Motor Geri, Sol Motor İleri
Sıfır Bölgesinde	Ortada	İki Motorda İleri

4. SONUÇLAR

Şuan kullanılan sistem olan PID kontrolör yerine, kullanıma geçebilecek sistem olan ANFIS uygulaması yeniçağ sistemlerine ayak uydurarak daha verimli ve daha başarılı bir sonuç ortaya çıkarır.

Kaynaklar

- [1] Civalek, Ö., Ülker, M., 2004. Dikdörtgen plakların doğrusal olmayan analizinde yapay sinir ağı yaklaşımı. IMO Teknik Dergi, 213: 3171-3190.
- [2] Yılmaz, M., Arslan, E., 2005. Bulanık mantığın jeodezik problemlerin çözümünde kullanılması, pp. 512-522. 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
- [3] Melek, W.W., Sadeghian, A., 2009. A theoretic framework for intelligent expert systems in medical encounter evaluation. Exoert Systems, 26 (1): 82-99.

- [4] Türkbey, O., 2003. Çok amaçlı makine sıralama problemi için bir bulanık güçlü metot. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 5 (3): 81-98.
- [5] Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets. Information and Control, 8: 338-352.
- [6] Jang, J.S.R., Sun, C.T., Mizutani, E., 1997. Neuro-Fuzzy and Soft Computing. PrenticeHall, 607 pp.
- [7] Mamdani, E.H., Assilian, S., 1975. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. Int. Journal of Man-Machine Studies, 7 (1): 1- 13.
- [8] Akyılmaz, O., 2005. Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Jeodezide Uygulamaları. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul.
- [9] Palancıoğlu, H. M., Beşdok, E., 2005. Hareketli objelerin ulaşım ağındaki hareketlerinin bulanık mantık metotları ile modellenmesi, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım, 2005, İTÜ- İstanbul.
- [10] Özçalık, H., Uygur, A., 2003. Dinamik sistemlerin uyumlu sinirsel – bulanık ağ yapısına dayalı etkin modellenmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 6 (1): 36- 46
- [11] Avcı, E., Akpolat, Z. H., 2002. Uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi ile doğru akım motorlarının hız denetimi, pp. 193-196. ELECO'2002 ElektrikElektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Aralık, 2002, Bursa
- [12] Özgan, E., Kap, T., Beycioğlu, A., Emiroğlu, M., 2009. Asfalt betonunda marshall stabilitesinin uyarlamalı sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile tahmini, Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük
- [13] Jang, J. S. R., 1993. ANFIS: Adaptive network- based fuzzy inference systems. IEEE Trans. Syst., Man. and Cybern, 23: 665-685.
- [14] Franklin, G. F., Powell, J. D., Workman, M. L., 1990. Digital Control of Dynamic Systems. Addison Wesley, 132 pp.