



International Marmara Sciences Congress (Imascon Autumn 2021)

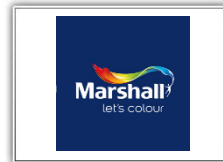
10 – 11 December 2021 KOCAELI

PROCEEDINGS E-BOOK

Organizer



Sponsors



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

All rights reserved.

Editorial Board

Prof.Dr. Arif ÖZKAN
Assoc.Prof.Dr. Serdar BİROĞUL
Assoc.Prof.Dr. Ömer GÜNGÖR
Lect. İsmail KILICASLAN
Lect. Kazım KAHRAMAN
Research Asist. Çağatay TAŞDEMİRCİ

ISBN: 978-605-70762-2-9

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

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

TABLE OF CONTENTS

BRIEFLY ABOUT	ix
IMASCON 2021 ORGANIZATION	x
SCIENTIFIC COMMITTEE	xi
IMASCON 2021 INVITED SPEAKERS	xiii
CONGRESS PROGRAMME	xiv
ABSTRACTS AND POSTERS.....	1
HONEY BADGER ALGORITHM FOR AGC OF TWO-AREA POWER SYSTEM	2
NEW ROUGH APPROXIMATIONS BASED ON J - C_j -NEARLY CONCEPTS.....	3
4-(4-METILBENZOİL)-3-(4-METILFENİL)-1-(4-NİTROFENİL)-1H-PIRAZOL-5-KARBOKSİLİK ACID 'DEN PİRAZOL-4-KARBOKSİLAT VE PİRAZOL-5-KARBOKSİLAT TÜREVLERİNİN SENTEZİ	4
DETERMINATION OF THE EFFECTS OF <i>STREPTOMYCES</i> STRAINS ON COMPOST MICROFLORA BY METAGENOME ANALYSIS.....	5
REMOVAL OF VOCs WITH PHOTOCATALYTIC OXIDATION METHOD BY USING DOPED TiO ₂ PHOTOCATALYST .	6
MEKANİK ALAŞIMLAMA YÖNTEMİ İLE BOR KATKILI YUMUŞAK MANYETİK METAL TOZU ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU.....	7
AN APPLICATION ABOUT USING EIGENVALUES AND EIGENVECTORS IN FEATURE EXTRACTION	8
PREDICTION THE ELEMENTS EFFECTS ON MECHANICAL PROPERTIES BY DEEP LEARNING METHOD	9
USING DIGITAL INTEGRATED SATELLITE BATIMETRY, DETERMINING TOPOGRAPHY SEA FLOOR IMPACT, ON THE DYNAMICS OF ALBANIAN ADRIATIC SEA COASTLINE.....	10
THE IMPACT OF THE MEDIUM SEA LEVEL CHANGE VECTOR ON THE COASTAL DYNAMICS IN ALBANIA.....	11
BIOSECURITY IN ECOSYSTEMS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT	12
SOIL MICROBIOME IN THE AGROECOSYSTEMS OF MEDICINAL PLANTS.....	13
POTENTIALLY TOXIC ELEMENT CONTENT OF SOME PACKAGED FLOWER HONEY	14
BAZI PAKETLENMİŞ ÇİÇEK BALLARININ POTANSİYEL OLARAK TOKSİK ELEMENT İÇERİĞİ	15
N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-ETİLENDİİMİN (DHAPE) YENİ SCHİFF BAZI LİGANDI VE N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-ETİLENDİİMİN NİKEL(II) (Ni-DHAPE) KOMPLEKSİNİN SENTEZ VE SPEKTROSKOPİK ÇALIŞMALARİ	16
ANYON TANINMASI VE VAN DER WAALS ETKİLEŞİMLERİ İLE AA-BB TİPİ SUPRAMOLEKÜLER POLİMERLERİN OLUŞTURULMASI VE ÇEVRESEL UYARILARA DUYARLILIKLARININ İNCELENMESİ.....	17
KUŞBURNU (<i>ROSA CANINA</i> L.) ODUN ÇELİKLERİNİN KÖKLENMESİ ÜZERİNE İBA, BRASSİNOSTEROİD VE BAKTERİ UYGULAMALARIN ETKİSİ.....	18
GİDALARDA KULLANILAN AKILLI AMBALAJ UYGULAMALARİ	19
EGE BÖLGESİ'NDE SIĞIRLARDA AKABANE VİRUS (AKAV) ENFEKSİYONUNUN SEROLOJİK ARAŞTIRILMASI	21
DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜ KONSANTRASYONUNUN MİSİR PROTEİNİ YENİLEBİLİR FİLMLEİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ.....	23
REMOVAL OF TOTAL ORGANIC CARBON FROM BRODE INDUSTRY WASTEWATER BY ELECTROOXIDATION ...	25
AFET ACİL DURUM VE KRİZ YÖNETİM SİSTEMİ'NDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANIMI.....	26
BLOK ZİNCİRİ İLE MİKROSERVİSLERİN ENTEGRASYONU.....	28

BAKIR-MANGAN KATKILI ZNO NANOPARÇACIKLARIN KARAKTERİZASYONU: FOTOKATALİTİK VE HEMOLİTİK ÖZELLİKLER.....	30
USAGE OF BIOSENSORS IN MILK TECHNOLOGY	32
USING 3D PRINTER IN THE FOOD INDUSTRY.....	33
ELEKTİRİKLİ ARAÇLARIN NESNE TANIMA İLE OTONOM SÜRÜLMESİ	34
DAĞITIM ŞEBEKESİNDE BATARYA BİRİMLERİNİN OPTİMAL ŞEKİLDE İŞLETİLMESİ	35
DAĞITIM ŞEBEKESİNDE BATARYA SİSTEMLERİNİN OPTİMAL BÜYÜKLÜK VE LOKASYONUNUN BELİRLENMESİ	36
UZAKTAN (ÇEVİRİMİÇİ) EĞİTİMDE KULLANILAN TEKNOLOJİK ARAÇLARIN GÜVENLİK YÖNÜNDEN İNCELENMESİ	37
MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE RADİOMİCS TABANLI İSKEMİK İNME TESPİTİ.....	38
EMERGING FOOD SAFETY ISSUES IN PAKISTAN	39
MAĞAZACILIK SEKTÖRÜNDE MÜŞTERİ İADE NEDENLERİNİN ANALİZİ.....	40
AÇIK EN KUMAŞLARIN EN-BOY FİKSE EDİLMESİ İÇİN GELİŞTİRİLEN SANFOR MAKİNASI TASARIMI VE İMALATI	41
ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THERMOPHILIC LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM WHEY OF KARS KASHAR CHEESE.....	42
ENERJİ TESİSLERİ İÇİN GİYİLEBİLİR ÇALIŞAN ASİSTANI VE TAKİP SİSTEMİ TASARIMI	43
PARKINSON HASTALIĞININ TANISINDA AYAK TABANINDA BULUNAN EN ETKİLİ BÖLGENİN BULUNMASI...	44
BAZI ÖZEL TANIMLI MATRİSLERİN NÖRMLERİ VE OYUN DEĞERİ.....	45
3 BOYUTLU YAZICI PARÇALARINDA BAĞLANTI TİPLERİNİN MEKANİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ	46
BAKIR KONSANTRASYONUNUN ZNCUO İNCE FİLMİNİN OPTİK VE KUSUR ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ	47
SU KALİTE PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİNİN KULLANILMASININ ARAŞTIRILMASI.....	48
IRAK ANKİLOZAN SPONDİLİTLİ HASTALARDA HLA-B27 VE D3 VİTAMİN SEVİYESİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	49
FANYALI UZATMA AĞLARINDAN MARYA AĞLARININ SUDA BEKLEME SÜRELERİNE BAĞLI KONTROLLÜ HAYALET AVCILIK ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	50
KİMYASAL KÖPÜRTME MADDESİ VE MALEİK ANHİDRİTİN POLİPROPİLEN ANAYAPILI MALZEMELER ÜZERİNE FİZİKSEL VE KİMYASAL ETKİSİ	51
FRANCISELLA TULARENSIS'İN TÜRKİYE'NİN AT SÜRÜLERİNDE TAHMİNİ VE GERÇEK YAKLAŞIMLARI	52
ALÜMİNYUM ALAŞIMLI BİNEK ARAÇ JANTLARININ KALICI DEFORMASYON TESTİ İÇİN LASTİK KESİT PROFİLİNİN OPTİMİZASYONU.....	53
AKILLI ŞEHİR STRATEJİLERİ.....	54
PASİF SÜSPANSİYONLU SÜRÜCÜ KOLTUKLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME	55
DERİ TULUM PEYNİRLERİNDEN İZOLE EDİLEN LACTOCOCCUS, LACTOBACİLLUS VE STREPTOCOCCUS CİNSLERİNE AİT SUŞLARDA ANTİOKSİDATİF AKTİVİTENİN BELİRLENMESİ	56
BOMBYX MORI ANTERIOR İPEK BEZİNDE GERÇEKLEŞEN PROGRAMLI HÜCRE ÖLÜMÜNDE OTOFAJİNİN ROLÜNÜN ARAŞTIRILMASI	57
YENİ BİR AMİNO ASİT-LİPOİK ASİT TÜREVİNİN SENTEZİ.....	58
ATEŞ'E FARKLI BAKIŞ AÇILARINDAN BİR YAKLAŞIM: TÜRK KÜLTÜRÜ VE KİMYA BİLİMİ	59
PRODUCTION OF CYLINDER PISTONS WITH NANO GRAPHENE PARTICULATE MODIFIED COMPOSITE MATERIAL	60

KANSER İNSİDANSI VE TEDAVİSİNDE BESLENME VE EPİGENETİĞİN ROLÜ	61
GEBELİK DÖNEMİNDE PREEKLAMPSİ VE PROTEİNÜRİ HASTALARININ İDRARINDAKİ PROTEİN ORANININ ÖLÇÜLMESİ	62
YONCA ZARARLISI GONIOCTENA FORNICATA (BRÜGGEM)'YA KARŞI ASPERGİLLUS NİGER İZOLATININ BİYÖİNSEKTİSİDAL ETKİSİ	63
NA-BENZERİ PT İYONUNUN ENERJİLERİ VE ELEKTRİK DİPOL GEÇİŞLERİ.....	64
LÖKOTRIEN RESEPTÖR AGONİST ETKİYE SAHİP TETRAZOL TÜREVİNİN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE BİYÖETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ	65
TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN TOMARES RAMBUR, 1840 TÜRLERİ'NİN MORFOLOJİSİNE KATKILAR	66
ELEMENTLERİN MEKANİK DEĞERLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DERİN ÖĞRENME METODU İLE KESTİRİMİ.....	67
HAYNES 230 NİKEL BAZLI SÜPER ALAŞIM MALZEMENİN KESME PARAMETRELERİNİN SICAK İŞLEME SÜRECİNDE KESME ENERJİSİ ÜZERİNE ETKİSİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ	68
SOL-JEL YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN ZNCO₂O₄ NANOPARÇACIK KATKISININ JELATİN İNCE FİLMLEİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ.....	69
SILAR YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN KADMİYUM KATKILI ZNO İNCE FİLMLEİN EMPEDANS SPEKTROSKOPİSİNİN İNCELENMESİ	70
İŞ İSKELELERİNDE GÜVENLİ ALAN VE DÜŞME KORUMASI	71
X-RAY CRYSTALLOGRAPHIC AND COMPUTATIONAL STUDİES OF (E)-N'-(4-FLUOROBENZYLİDENE)-1-(2-METHOXYPHENYL)-4,5-DİHYDRO-1H-PYRAZOLE-4-CARBOHYDRAZİDE.....	72
BOYA DUYARLI GÜNEŞ PİLLERİ İÇİN YENİ ANTRASEN TÜREVİ BİLEŞİK: SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU, DSSC PARAMETRELERİ VE YOĞUNLUK FONKSİYONEL TEORİSİ ÇALIŞMALARI	73
SONLU ELEMANLAR VE HAD ANALİZ YÖNTEMİ İLE PETROL TAŞIMA HATLARI İÇİN STANDART GATE VANA OPTİMİZASYONU	74
ADALAR İLÇESİNDE ORMAN YANGINLARINDAN ETKİLENECEK BİNALARIN TESPİTİ VE AKILLI ŞEHİR PLANLAMASININ ÖNEMİ	75
ALÜMİNYUM OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN GALLERIA MELLONELLA'NİN HEMOSİTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ .	76
POLİSTİREN NANOPARTİKÜLLERİNİN GALLERIA MELLONELLA'NİN HEMOSİTLERİNE ETKİLERİ	77
SU BAZLI KAPLAMALARDA FARKLI TİPTE VE FARKLI ORANLARDA ISLATICI KULLANIMININ KAPLAMA PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	78
ELASTAN İPLİK ÜRETİMİ İÇİN POLİÜRETAN POLİMER SENTEZİ VE İPLİK HALİNE GETİRİLMESİ	79
E. FOETİDA SELOMİK SIVISININ H₂O₂-TEMELLİ HÜCRESEL HASAR ÜZERİNE OLAN KORUYUCU ETKİSİNİN BELİRLENMESİ	80
ZARARLI KİMYASALLAR KULLANILMADAN OZON İLE EFEKTLENDİRME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ	81
KESİM BÖLGESİNİN ARAŞTIRILMASI AMACIYLA M13 BAKTERİYOFAJ P2 PROTEİNİN REKOMBİNANT ÜRETİMİ	82
PLASTİK ENJEKSİYON PROSES PARAMETRELERİNİN KROM KAPLANMIŞ AKRİLONİTRİL BÜTADİEN STİREN OTOMOTİV PARÇALARINDAKİ METAL-POLİMER ARASINDAKİ YAPIŞMA KABİLİYETİNE ETKİLERİ	83
TEKSTİL SEKTÖRÜNDE DOĞAL BOYARMADDELER	84
OTOMOTİV YAN SANAYİSİNDE ISO 50001 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN UYGULANMASI ÖRNEĞİ	85
N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-HEKZADİİMİN (DHAPH) YENİ SCHİFF BAZI LİGANDI VE N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-HEKZADİİMİN NİKEL(II) (Ni-DHAPH) KOMPLEKSİNİN SENTEZ VE SPEKTROSKOPİK ÇALIŞMALARI	86

KIZAK TİPİ İNİŞ TAKIMLARINDA MALZEME DEĞİŞİMİNİN YORULMA PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	87
GERİ DÖNÜŞEBİLİR ATIKLARIN KONTROLÜ VE SIFIR ATIK PROJESİ UYGULAMALARI: NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	88
FULL PAPERS	89
MONOLİTİK MİMARİ İLE GELİŞTİRİLMİŞ BİR YAPININ MİKROSERVİS MİMARİSİNE UYARLANMASININ ÖNEMİ90	
SILVER NITRATE ANTIMICROBIALS ON HIGHLY ELASTANE NYLON/SPANDEX PRESSURE GARMENTS FOR HYPERTROPHIC BURN SCAR REHABILITATION	99
OTOMOTİV LAMİNE CAMLARINDA ÇEVRESEL GERİLİMİN DENEYSEL İNCELENMESİ	103
EFFECT OF THE DICUMPLY PEROXIDE TYPE ON THE EPDM RUBBER VULCANIZATION	111
SİĞ KRİYOJENİK İŞLEMİN X40 CRMOV5 1 TAKIM ÇELİĞİNİN SERTLİK, ÇEKME VE DARBE PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	114
LI-FI VE UYGULAMA ALANLARI	120
MIMO SIGNAL DETECTION TECHNIQUES FOR ADVANCED WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS	128
ARA-ISITMASIZ TERMİK GÜÇ SİSTEMİNDE GRİ KURT OPTİMİZASYONU KULLANILARAK OTOMATİK ÜRETİM KONTROLÖR TASARIMI	136
DERİN (DEEP) WEB FARKINDALIK ANALİZİ	144
DENİZALTILARDA ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ	149
ÖZEL VİNÇ KANCASININ NÜMERİK VE DENEYSEL ANALİZİ	160
1470 MPA SAC MALZEMENİN SOĞUK ŞEKİLLENDİRME PROSESİNDE GERİ YAYLANMA ANALİZİ VE TELAFİ YÖNTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ	164
MARMARA DENİZİNDE 2021 YILINDA OLUŞAN MÜSİLAJ SORUNUN VE ALINAN TEDBİRLER.....	172
SAĞLIK BAKANLIĞINA BAĞLI HASTANELERDE ANJİYOGRAFİ CİHAZININ HURDAYA AYRILMASI VE GERİ KAZANIMININ İNCELENMESİ	181
POPULARITY OF LIPID-LIPOPTEIN MARKERS IN GOOGLE TRENDS IN TURKEY	185
LASTİK TOPUK ÇEMBERİ SARMA MAKİNALARI İÇİN ROBOTİK VE PLC KONTROL TABANLI OTOMASYON SİSTEMİ TASARIMI	189
ARAÇ LASTİKLERİNDE BALANSIZLIK TÜRLERİ VE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	193
MAPPING THE ENVIRONMENTAL DAMAGES CAUSED BY ROAD CONSTRUCTION USING DIGITAL TECHNOLOGY	198
DÜZ FORMLU MAFSALLARIN ERKEN YORULMA PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ.....	205
YATAKLAMASI ÇELİK RULMAN İLE SAĞLANMIŞ YAPRAK ROTİLDE PLASTİK YATAKLAMA ELEMANI KULLANARAK BİRİM ÜRÜN MALİYETİNİN DÜŞÜRÜLMESİ.....	211
ARAZİ ARAÇLARINDA KULLANILAN ORTA ROTLARDA ROT BAŞI VE BORU BİRLEŞTİRMESİNDE ÇEKME YÜKÜNÜN ARTTIRILMASI	216
PLASTİK ENJEKSİYONDA TAGUCHİ METODU İLE PARAMETRE OPTİMİZASYONU.....	222
KAUÇUK BURÇLARIN ÇIKMA YÜKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ	229
TAŞITLARDA KULLANILAN ROTİLLERİN TORK OPTİMİZASYONU.....	233
KAUÇUK PİŞİRME SÜRESİNİN BURÇLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN DENEYSEL YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI	239
DARBE KİRİŞİ TASARIMI VE DENEYSEL ANALİZİ	245

SAC SALINCAKLARDA ROTİL ÇIKMA KUVVETİNE ETKİ EDEN PARAMETRELERİN İNCELENMESİ VE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI	251
APPLICATION OF RANDOM-BASED STEP LENGTH SELECTION ALGORITHM ON UNCONSTRAINED MINIMIZATION WITH STEEPEST DESCENT METHOD.....	258
YAPRAK ROTİLLERİN BAĞLANTI DELİKLERİNİN DELME İŞLEMİNİN İNCELENMESİ VE İYİLEŞTİRİLMESİ	268
SICAK DÖVME PROSESİNDE KALIPLARININ TASARIMI VE KULLANIMININ İNCELENMESİ	273
DOKUNMATİK BUTONLARLA DOKUNMA ŞEKLİ ALGILAMA	279
SICAK DÖVME ESNASINDA KULLANILAN KALIP AYIRICI YAĞLARIN İNCELENMESİ.....	286
HİDROELEKTİK SANTRALLER İÇİN PRİMER FREKANS KONTROLÜ (PFK) EKLENTİLİ AKTİF GÜÇ KONTROL MODUNUN GELİŞTİRİLMESİ	297
PLC YÖNTEMİYLE UZAKTAN SAYAÇ OKUMA SİSTEMİNİN USULSÜZ ENERJİ KULLANIMI AZALTILMASINA ETKİSİ: VAN İLİ MURADIYE İLÇESİ ÖRNEĞİ	305
ÇELİK SAACLARIN MALZEME KARAKTERİZASYONU VE MALZEME KARTLARININ OLUŞTURULMASI	312
AKUSTİK KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN YAPISININ, TİPLERİNİN VE UYGULAMALARININ İNCELENMESİ	319
N-METHYLHYDRAZİNECARBOTHİOAMİDE 2-HYDROXY - 5-METHOXY - 3-NİTROBENZALDEHYDE BİLEŞİĞİNİN YAPISAL VE SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ	327
5140 ISLAH ÇELİĞİ YÜZEYİNDEKİ ELEKTRO GALVANİZ, ZİNC-FLAKE VE SICAK DALDIRMA GALVANİZ KAPLAMALARIN KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ	332
FARKLI MİMARİLİ MİKRODENETLEYİCİLERDE AES-128 ŞİFRELEME ALGORİTMASININ YAZILIM TABANLI ANALİZİ	338
UÇAKLARDA TEKER-YERDE SİNYALİNİN SENSOR FÜZYONU - MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE ANALİZİ	344
ENDÜSTRİYEL ROBOTLARDA UÇ AĞIRLIĞI İLE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI.....	351
KRİYOJENİK İŞLEM SONRASI TEMPERLEME SICAKLIĞI, BEKLETME SÜRESİ VE SOĞUTMA ORTAMININ AL 7050-T7451 ALAŞIMININ SERTLİĞİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI	357
GAZİANTEP BEY MAHALLESİ GELENEKSEL KONUT DOKUSUNUN İNCELENMESİ: ABDÜLKADİR KİMYA EVİ ÖRNEĞİ	364
HEDEFE YÖNELİK KANSER TEDAVİSİNDE MANYETİK BAKTERİLERİN UYGULANMASI.....	380
ÇEVRE DOSTU YANGINLA MÜCADELE KÖPÜK KONSANTRELERİ YOLUNDA	384
SÖNDÜRME SİSTEMLERİNDE YANLIŞ ALARM SONUCU BOŞALTIM ÖNLENME YÖNTEMLERİ.....	392
DAM STABILITY MONITORING USING GEOMATIC MEASURING (CASE STUDY - VAU I DEJËS, ALBANIA).....	396
BULANIK AHS YÖNTEMİ İLE PASLANMAZ ÇELİK FABRİKASINA EN UYGUN EKONOMİZER TEDARİKÇİSİ SEÇİMİ	404
STANDART VE TERMAL KAMERA GÖRÜNTÜLERİNDEN DERİN ÖĞRENME KULLANILARAK DRONE TESPİTİ ...	412
AKILLI TARIM ŞEHİRLERİ TASARIMI YOL HARİTASI: HATAY ÖRNEĞİ.....	419
ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE DÖNER FIRINLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ATIKLARDAN TÜRETİLMİŞ YAKIT KULLANIMI	428
DENİZALTILARDAKİ YAKIT PİLLİ HAVADAN BAĞIMSIZ TAHRİK SİSTEMİNİN İNCELENMESİ	435
RUHSATSIZ VE RUHSATA AYKIRI YAPILARIN NESNE TESPİT VE FOTOGRAMETRİ TEKNİKLERİYLE BELİRLENMESİ	445
REVIEW: A COMPARISON OF TECHNIQUES FOR ANALYZING AND STUDYING KIDNEY STONES AND THEIR ACCURACY IN DETERMINING THE MOST LIKELY PHASES OF COMMON STONES AMONG PATIENTS.....	450
A NUMERICAL STEP LENGTH COMPUTATION ALGORITHM FOR UNCONSTRAINED OPTIMIZATION	460

COMMON RAIL YAKIT ENJEKSİYON SİSTEMİNE SAHİP BİR DİZEL MOTORDA ENJEKSİYON ZAMANLAMASI DEĞİŞİMİNİN YANMA ÜZERİNE ETKİSİ.....	468
KONYA İLİ TAŞ OCAKLARI CİVARINDA ATMOSFERİK PARTİKÜL MADDE ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ..	475
CARBON NANOTUBE MODIFIED QUARTZ CRYSTAL MICROBALANCE FOR ETHANOL SENSING	488
BİYOPOLİMER TEMELLİ ADSORBAN KÜRELERİN HAZIRLANMASI VE SULARDAN DOĞAL ORGANİK MADDE HÜMİK ASİT GİDERİMİNDE KULLANIMININ İNCELENMESİ	496
YAPIŞTIRMA BAĞLARI İÇİN YORULMA TEST CİHAZI TASARIMI	501
KENTSEL YEŞİL ALANLARDA KOKULU BİTKİLERİN KULLANIMI	516
GGG40 KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERDE AŞILAYICILARIN KRİSTALİZASYONA ETKİSİ	524
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PROBLEMİNE ÇÖZÜM ÖNERİSİ: AB ÇEVRE POLİTİKASI VE ATIKLARIN YÖNETİMİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR	531
MİNİ ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN FREN PEDALININ TASARIM İYİLEŞTİRMESİ	538
FİLAMENT EKSTRÜZYON MAKİNELERİNDE PID İLE SICAKLIK DENETİMİ	545
REKLAM FAALİYET SÜRECİ İÇİN UYGUN ÇEVİRİMİÇİ SOSYAL MEDYA SİTESİNİN SEÇİMİ	552
YAPAY ZEKA DESTEKLİ PATENT ARAŞTIRMA YAZILIMI	558
YUSUFÇUK ALGORİTMASI KULLANILARAK DOĞALGAZ ÇEVİRİM SANTRALLERİNDE YÜK FREKANS KONTROLÜ	563
DÖVME SALINCAKLARDA PARÇA GEOMETRİSİNİN KALIP TASARIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	572
ÖN SÜSPANSİYON SİSTEMİNDE KULLANILAN FARKLI SALINCAK TİPLERİNDEKİ (ALÜMİNYUM DÖVME, PİK DÖKÜM, ÇELİK DÖVME) BURÇ ÇIKMA KUVVETLERİNİN MUKAYESESİ	577
FERMENTASYONDA ROL ALAN ÖNEMLİ BAKTERİ GRUPLARI	582
KALIN ÇELİK SAÇLARDA DAR ARALIK KAYAK UYGULAMALARI	590
AZERBAYCAN VE TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMININ KARŞILAŞTIRILMASI	595
VERİ MADENCİLİĞİ VE TÜİK VERİLERİ ÜZERİNE KÜMELEME ANALİZİ UYGULAMASI	601
KİŞİSEL VERİLERİN SAKLANMASI VE KARARTILMASI İÇİN ETKİLİ BİR YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ	612
PROJE YÖNETİMİNİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEKİ BİR PROJEDE UYGULAMASI	619
P3HT:PCBM BASED LOW VOLTAGE ORGANIC FIELD EFFECT TRANSISTOR.....	624
TİTREŞİMLİ TEL KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN İNCELENMESİ	628
USAGE OF SOME PLANT WASTE AND SEWAGE SLUDGE IN WINTER DAFFODIL CULTIVATION	636
FANET AĞLARI İÇİN DÜŞÜK GECİKMELİ VE YÖNLENDİRME YÜKLÜ YÖNLENDİRME PROTOKOLÜ	643

BRIEFLY ABOUT

International Marmara Science Congress was held between 10-11 December 2021 by Kocaeli University and Kartepe 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. 163 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 Kartepe Municipality and also sponsored by Kocaeli Metropolitan Municipality, Derince 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)

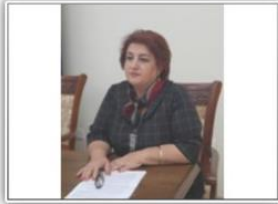
Kazım KAHRAMAN (Kocaeli Ü)

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. MAAROOF, 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. Ömer Güngör, Kocaeli 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. Aslıhan 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 Najımudınova, 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. 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. Nardane Yusifova, Azerbaijan National Academy of Sciences



Prof. Dr. Ahmet Duran Şahin, İstanbul Technical University, Türkiye



Prof. Dr. Şükrü Dursun, Konya Technical University, Türkiye



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



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



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



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



Assoc. Prof. Dr. Klodian Muco, Catholic University "Our Lady of Good Counsel", Albania



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



Assist. Prof. Musharraf Hussain, Aki's Poona College Of Arts, Science & Commerce, India



Assist. Prof. Sohail Bagwan, Abeda Inamdar College Of Arts, Science & Commerce, India



Prof. Asoc. Dr. Edmond Resmi Hoxha, Polytechnic University Of Tirana, Faculty of Geology And Mine, Albania



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



Phd. Sabahattin Kaplan, Turkish Ground Services, Türkiye



Phd. Reyhan Dadahs, Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan



Phd. Ariz Shaikh, Aki's Poona College Of Arts, Science & Commerce, India



Dr. Désiré Louis Nizigiyimana, University of Burundi, Burundi

CONGRESS PROGRAMME

10 DECEMBER 2021 FRIDAY		
The Start of Registration Process		
AÇILIŞ KONUŞMALARİ - OPENING SPEECHES 10:00 / 11:00		
<ul style="list-style-type: none"> • İstiklal Marşı ve Saygı Duruşu / National Anthem and Moment of Silence • Kartepe Belediyesi Tanıtım Filmi / Short Film of Municipality Kartepe • Kocaeli Üniversitesi Tanıtım Filmi / Short Film of Kocaeli University • Prof. Dr. Sadettin Hülagü, <i>Kocaeli University Rector</i> • Mustafa Kocaman, <i>Mayor of Kartepe Municipality</i> • Doç. Dr. Öznur Gökkaya, <i>President of Imascon Congress</i> 		
IMASCON PANEL I – SOCIETY 5.0, DIGITAL LIFE - 14:00 / 15:00		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Şükrü Dursun, Konya Technical University, Türkiye • Assoc. Prof. Dr. Mehboob Nagarbawdi, Aki's Poona College Of Arts, Science & Commerce, India • Assoc. Prof. Dr. Musharraf Hussain, Aki's Poona College Of Arts, Science & Commerce, India • Assoc. Prof. Dr. Sohail Bagwan, Abeda Inamdar College Of Arts, Science & Commerce, India • Assoc. Prof. Dr. Klodian Muco, Catholic University "Our Lady of Good Counsel", Albania • Assoc. Prof. Dr. Flora Merko, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania • Assoc. Prof. Dr. Lyudmyla Symochko, Uzhhorod National University, Ukraine • Phd. Olta Nexhipi, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania 		
IMASCON PANEL II - SOCIETY 5.0, DIGITAL LIFE - 16:30 / 17:30		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Nardane Yusifova, Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan • Prof. Dr. Hosam Bayoumi Hamuda, Obuda University, Hungary • Prof. Dr. Ahmet Duran Şahin, İstanbul Technical University, Türkiye • Assoc. Prof. Dr. Vitor Maranha, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal • Assoc. Prof. Dr. Luis Roseiro, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal • Assoc. Prof. Dr. Edmond Resmi Hoxha, University for Business and Technology UBT, Albania • Phd. Reyhan Dadaş, Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan • Phd. Sabahattin Kaplan, Turkish Ground Services, Türkiye 		
10 DECEMBER 2021 FRIDAY		
ORAL PRESENTATIONS		
10 DECEMBER 2021	SESSION 1	Time 14:00 – 15:15
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 1.1 / 14:00 – 15:15	Hall : 1	10 DECEMBER 2021
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Şükrü DURSUN		
Prof. Dr. Şükrü DURSUN	The Mucilage Problem In The Marmara Sea In 2021 And The Measures Taken	
Assoc. Prof. Dr. Edmond HOXHA	Mapping The Environmental Damages Caused By Road Construction Using Digital Technology	
Assoc. Prof. Dr. Lyudmyla Symochko	Biosecurity In Ecosystems And Sustainable Development	
Pikakhanim AHLIMANOV	Comparison Of The Use Of Renewable Energy Resources In Azerbaijan And Turkey	

IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 1.2 /14:00 – 15:15		Hall : 2	10 DECEMBER 2021
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Elif Korkusuz			
Assoc. Prof. Dr. Elif Korkusuz	Synthesis of pyrazole-4-carboxylate and pyrazole-5-carboxylate Derivatives from 4-(4-Methylbenzoyl)-3-(4-Methylphenyl)-1-(4-Nitrophenyl)-1H-Pyrazol-5-carboxylic		
Hakan URAS	Investigation Of Effects Of Different Types And Ratios Of Wetting Agents In Water Based Coatings Performance		
Fuat TAŞKESER	Synthesis Of Polyurethane Polymer For Elasthane Yarn Production And Yarning		
Dr. Ayşe USLUOĞLU	Natural Dyes in Textile Industry		
10 DECEMBER 2021 FRIDAY			
ORAL PRESENTATIONS			
10 DECEMBER 2021	SESSION 2	Time 15:30 – 16:45	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 2.1 / 15:30 – 16:45		Hall : 1	10 DECEMBER 2021
SESSION CHAIR :			
Semih ÖNGİR	Investigation Of Unbalance Types And Effects In Vehicle Tires		
Nagmy Ali ABDULGANI SALEH	Detection Of Air Bubbles From Tire Sherography Images Using Artificial Neural Networks (Ann)		
Safa Canberk KAPLAN	Autonomous Driving Of Electric Vehicles With Objectdetection		
Barış KABLAN	An Industry 4.0 Compatible Automatic Storage and Retrieval System (ASRS) Design for Boxes of Different Sizes		
Ömer YENTÜR	Detection Of Unlicensed And Illegal Structures By Object Detection And Photogrammetry Techniques		
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 2.2 / 15:30 – 16:45		Hall : 2	10 DECEMBER 2021
SESSION CHAIR :			
Murat YAMAN	Fire Risk Analysis In Disaster And Emergency Management By Support Gis: Example Balikesi		
Murat YAMAN	In The Disaster Emergency And Crisis Management System Use Of Geographic Information Systems		
Mehmet Yıldırım GÜNDÜZ	Control Of Recyclable Wastes And Zero Waste Practices: The Example Of Necmettin Erbakan Unvers		
Coşkun YILDIRIM	Smart Agricultural Cities Design Roadmap: The Case Of Hatay		

IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 3.1 / 17:00 – 18:15		Hall : 1	10 DECEMBER 2021
SESSION CHAIR :			
Dr. Burak İNNER	Prototype Robot Development And Applications For Visual Slam Experiments		
Dr. Burak İNNER	Radiomic-Based Ischemic Stroke Detection with Machine Learning Methods		
Gürkan KAPLAN	An Application About Using Eigenvalues And Eigenvectors In Feature Extraction		
Soner ENEKÇİ	Optimization Of Standard Gate Valve For Oil Transport Lines With Fem And Cfd		
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 3.2 / 17:00 – 18:15		Hall : 2	10 DECEMBER 2021
SESSION CHAIR :			
Kudret KÖSE	Development Of Springback Analysis And Compensation Methods In The Cold Forming Process Of 1470 Mpa Sheet Material		
Eda YILDIRIM	Robotic And Plc Control Based Automation System Design For Tire Bead Wrapping Machines		
İsmail MELİH	Impact Failure Analysis and Mechanical Properties of Steel Mesh Layered Carbon Fiber Reinforced Composite Laminates		
İpek Çağlayan SARMAN	Iso 50001 Energy Management System In Automotive Industry Implementation Example		
İpek Çağlayan SARMAN	Effect Of Plastic Injection Process Parameters On Adhesion Ability Between Metal-Polymer In Chrome Plated Abs Automotive Ex-Trim Parts		
ORAL PRESENTATIONS			
10 DECEMBER 2021	SESSION 4	Time 18:30 – 19:45	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 4.1 / 18:30 – 19:45		Hall : 1	10 DECEMBER 2021
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Fadime Özdemir Koçak			
Assoc. Prof. Dr. Fadime Özdemir Koçak	Determination of the effects of Streptomyces strains on compost microflora by metagenome analysis		
Sara ROUHANDEH	Function of magnetic bacteria in cancer treatment		
Yasemin KILCILER	Determination of the protective effect of E. foetida coelomic fluid on H2O2-induced cellular damage		
Sara ROUHANDEH	The role of nutrition and epigenetics in the incidence and treatment of cancer		
<i>Discussion</i>			

10 DECEMBER 2021 FRIDAY

17:30 – 20:00

POSTER PRESENTATION

Remote Access Link:

Poster No	Name	Title
1	Ayşegül BUDAK	The Study Of Aa-Bb Type Stimuli-Responsive Supramolecular Polymers Based On Anion Recognition And Van Der Waalls Interactions
2	Ebubekir KUL	The Effect Of Deep Eutectic Solvent Concentration On The Mecanical Properties Of Corn Protein Edible Films
3	Ethem Bejko	Using Digital Integrated Satellite Batimetry, Determining Topography Sea Floor Impact, On The Dynamics Of Albanian Adriatic Sea Coastline
4	Ethem Bejko	Determining The Impact Of Medium Sea Level Change Vector, On The Dynamics Of Albanian Adriatic Sea Coastline, Using Digital Mareographs
5	Fatma YILDIZ	Larva Food Plant Asragalus L. Species And Distribution Of Tomares Rambur, 1840 Butterfly Species In Turkey
6	Hasan Hüseyin Ayhan	Removal Of Total Organic Carbon From Brode Industry Wastewater By Electrooxidation
7	Lyudmyla Symochko	Soil Microbiome In The Agroecosystems Of Medicinal Plants
8	Mehmet Bişkin	Smart Packaging Applications Used In Food
9	Safaa Ayoob Noori Noori	X-Ray Crystallographic And Computational Studies Of (E)-N'-(4-Fluorobenzylidene)-1-(2-Methoxyphenyl)-4,5-Dihydro-1h-Pyrazole-4-Carbohydrazide
10	Sayit Özbey	A Comparative Study Of Electro Galvanized, Zinc Flake And Hot Dip Galvanized Coating On 5140 Tempered Steel
11	Tuğba Nur Ellibeş Gökkaya	The Effects Of Polystyrene Nanoparticles To The Hemocyte Of Galleria Mellonella
12	Merve Kayhan	Determination Of Antioxidative Activity In Strains Of Lactococcus, Lactobacillus And Streptococcus Which Was Isolated From Traditional Tulum Cheeses

**ONLINE PRESENTATIONS
 10 DECEMBER FRIDAY**

10 DECEMBER 2021			SESSION 1	Time 11:00 – 12:15
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 1.1 / 11:00 – 12:15		Hall : 1		10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:				
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.				
Dr. Seda Yüksekdanacı		Synthesis of a New Amino Acid-Lipoic Acid Derivative		
Batuhan Yetim		Synthesis, Characterization And Determination Of Bioactivity Of Tetrazole Derivative With Leukotriene Receptor Agonist Effect		
Esra KALEM		N,N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)-hexadiimine (DHAPH) New Schiff Base Ligand and Synthesis and Spectroscopic Studies of N,N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)-hexadiimine nickel(II) (Ni-DHAPH) Complex		
Nurdan AKDOĞAN		New Anthracene Derivative Compound for Dye-sensitized solar cell: Synthesis, Characterization, DSSC Parameters and DFT Studies		
Esra KALEM		N,N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)-ethylenediimine (DHAFE) New Schiff Base Ligand and N,N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)-ethylenediimine nickel(II) (Ni-DHAFE) Complex Synthesis and Spectroscopic Studies		
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 1.2 / 11:00 – 12:15		Hall : 2		10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:				
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Serdar BİROĞUL				
Prof.Dr. Mehmet YILDIRIM		Future Value Estimate Of Investment Instruments By Artificial Neural Networks		
Mehmet ÖCAL		Effective Method for Storing and Blackening Personal Data		
Talha Samet Solakoğlu		Integration of Microservices with Blockchain		
Assoc.Prof.Dr. Serdar Biroğul		Importance Of The Refactoring A System Developed Monolithic Architecture To Microservices		
Hamdi YILMAZ		Li-Fi and Application Scopes		
Assoc.Prof.Dr. Serdar Biroğul		Deep Web Awareness Analysis		
<i>Discussion</i>				
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 1.3. 11:00 – 12:15		Hall : 3		10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:				
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.				
Cenk ANDIÇ		Honey Badger Algorithm For Agc Of Two-Area Power System		

Süleyman Tunçel	Optimal Operation of Battery Units in the Distribution Network	
ÖZAY CAN	Design Of Automatic Generation Controller Using Grey Wolf Optimization In Non-Reheat Power System	
Emrullah DALMIŞ	Effect Of Remote Meter Reading System By Plc Method On Reduction Of Illegal Energy Use: The Example Of Muradiye District Of Van Province	
ONLINE PRESENTATIONS		
10 DECEMBER 2021	SESSION 2	Time 14:00 – 15:15
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 2.1 / 14:00 – 15:15	Hall : 1	10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Erdiñ DOĞANCI		
Dr. Hacer Sibel KARAPINAR	Potentially Toxic Element Content of Some Packaged Flower Honey	
İrem PALABIYIK	Development Of Ozone Effecting System Without Using Harmful Chemicals	
Cihan AKTAŞ	On The Way Of Environmentally Friendly Fire Fighting Foam Concentrates	
Hediye Şamlı	Physical and Chemical Effect of Chemical Foaming Agent and Maleic Anhydride on Polypropylene Materials	
Esra YUMAT	Preparation Of Biopolymer Based Adsorban Spheres And Investigation Of The Usage In Removal Of Natural Organic Substance Humic Acid From Water	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 2.2 / 14:00 – 15:15	Hall : 2	10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Levent Sabah		
Assoc.Prof.Dr. Mehmet ŞİMŞEK	Graph Embedding for Node Classification with Machine Learning	
Sümeyye KAYMAK	Low Latency and Routing Load Routing Protocol for FANETs	
Oğuzhan YANIK	Drone Detection Using Deep Learning From Standard And Thermal Camera Images	
Neslihan ÖNCÜ	Selection Of The Suitable ONLINE Social Media Site For The Advertising Activity Process	
Gökhan ÖNER	Security Analysis of Technological Tools Used in ONLINE Education	
<i>Discussion</i>		
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 2.3 / 14:00 – 15:15	Hall : 3	10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR :		

Dr. Erdoğan ÖZEL	Finding The Most Effective Area On The Sole Of The Foot In The Diagnosis Of Parkinson's Disease	
Hasan DOMURCUK	Mimo Signal Detection Techniques For Advanced Wireless Communication Systems	
Abdullah ALTAY	Development Of Primary Frequency Control (Pfc) Add-On Active Power Control Mode For Hydroelectric Power Plants	
Rıfki YARALI	Software-Based Analysis Of Aes-128 Encryption Algorithm On Microcontrollers With Different Architecture	
Abdullah YÜKSEL	Methods To Prevent Discharge Resulting False Alarm In Extinguishing Systems	
ONLINE PRESENTATIONS		
10 DECEMBER 2021	SESSION 3	Time 15:30 – 16:45
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 3.1 / 15:30 – 16:45	Hall : 1	10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.		
Muhammed Nur AHMET	Touch Category Detection With Touch Buttons	
Emrah ATAC	Analysis of Weight-On-Wheel Signal in Aircraft with Sensor Fusion and Machine Learning	
Erdoğan ÖZEL	Finding The Most Effective Area On The Sole Of The Foot In The Diagnosis Of Parkinson's Disease	
Murat OFLEZER	PID Controller for Filament Extrusion Machines	
Emin DEMİRBAŞ	Determining the Optimal Size and Location of Battery Systems in the Distribution Network	
Bülent Hoş	Load Frequency Control In Natural Gas Cycle Power Plants Using Dragonfly Algorithm	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 3.2 / 15:30 – 16:45	Hall : 2	10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.		
Fatma YILDIZ	Contributions To The Morphology Of Tomares Rambur, 1840 Species Which Wrow In Turkey	
Ezgi ÇOĞAL	The Effects Of Alluminium-Oxide Nanoparticules To Galleria Mellonella Hemocyte	
Tuqa Abdulmahdi MAHMOOD ALSAMERAEY	Association Of Hla-B27 And Ve D3 Vitamin Seviyesi In Iraqi Ankylosing Spondylitis Patients	
Doğukan YÖRÜKOĞLU	Investigation The Role of Autophagy In Programmed Cell Death In Bombyx mori Anterior Silk Gland	
Yusuf ŞEN	Assessment of the Controlled Ghost Fishing Effect of Marya Nets, One of the Trammel Nets, Depending on the Soaking Time	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 3.23/ 15:30 – 16:45	Hall : 3	10 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		

SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.	
Rıdvan Taşkiran	Artificial Intelligence Based Patent Searching Programme
Ali Osman GÜNDOĞDU	Improvement of Pull Out Loads of Rubber Bushings on Suspension Parts of Vehicle
Mehmet Can ASLAN	Investigation And Improvement Of The Parameters Affecting The Ball Joint Pull Out Force In Sheet Metal Control Arm
Sevda Gider DOĞAN	Investigation Of The Effect Of Part Geometry On Mold Design In Forged Control Arm
Sevda Gider DOĞAN	Comparison Of Bush Extension Forces In Different Control Arm Types (Aluminum Forging, Gray Casting, Steel Forging) Used In Front Suspension System
Sevda Gider DOĞAN	Implementation Of Project Management In A Project In The Automotive Industry

Discussion

ONLINE PRESENTATIONS
11 DECEMBER SATURDAY

11 December 2021	SESSION 5	Time 10.30 – 11:45
-------------------------	------------------	---------------------------

IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 5.1 / 10:30 – 11:45	Hall : 1	11 DECEMBER 2021
-----------------------------------------------------------	-----------------	-------------------------

Remote Access Link:

SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Merve Dandan DOĞANCI

Assist.Prof.Dr. İbrahim Mutlu	Investigation Of Scraping And Recovery Of Angiography Device In Hospitals Of The Ministry Of Health
Orhun Özdemir	The Mechanical Evaluation of the Connection types in 3D printer part
Büşra SARAÇOĞLU	Examination Of Biodegradable Pla/Ha Composites Produced By Solvent Casting Particulate Leaching Technique
Nayyer MOHANDESI	Measuring The Protein Ratio In The Urine Of The Preeclampsia And Proteinuria Patients In The Pregnancy Period
Şehriban OĞUZ	Important Bacterial Groups In Fermentation
Şehriban OĞUZ	Isolation, Identification And Characterization Of Thermophilic Lactic Acid Bacteria Isolated From Whey Of Kars Kashar Cheese

IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 5.2 / 10:30 – 11:45	Hall : 2	11 DECEMBER 2021
-----------------------------------------------------------	-----------------	-------------------------

Remote Access Link:

SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Arif KÖSEMEN

Dr. Gülay Günday KONAN	Energies And Electric Dipole Transitions For Na-Like Pt Ion
Ülviye Yesim DEMIROLMEZ	Effect Of Znco ₂ o ₄ Nanoparticle Doping, Produced By The Sol-Jel Method, On The Electrical Properties Of Gelatin Thin Films

Buket TURAN	Investigation Of Impedance Spectroscopy Of Cadmium Doped ZnO Thin Films Produced By The Silar Method	
Assoc.Prof.Dr. Arif KÖSEMEN	P3HT:PCBM Based Low Voltage Organic Field Effect Transistor	
Dr. Murat Kaplan	Serological Investigation Of Akabane Virus Infection In Cattle In The Aegean Region	
Esra İkiz	Prediction The Elements Effects On Mechanical Properties By Deep Learning Method	
Discussion		
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 5.3. / 10:30 – 11:45	Hall : 3	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.		
Taha Adıgüzel	Energy Storage Technologies in Submarines	
Talha Aksoy	Wearable Employee Assistant and Tracker Design for Energy Plants	
Sıla Koç	Energy Efficiency In Rotary Kilns In The Cement Industry And Use Of Refuse Derived Fuel	
Diñer Uğuztemur	Fuel Cell Air Independent Propulsion Of Submarines	
Oğuz Han Işık	Effect of Wind Energy Systems on Transformer and Power Quality	
Dr. Derya Karataş Yeni	EstimateD Apparent And True Prevalences Of Francisella Tularensis İn Horse Herds Of Tur	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 5.3. / 10:30 – 11:45	Hall : 4	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Mehlika Kocabaş Akay		
Burcu PAZAR	Parameter Optimization With Taguchi Method In Plastic Injection	
Rüya Vural ASLAN	Choosing The Most Suitable Economizer Supplier For Stainless Steel Factory With Fuzzy Ahp Method	
Gözde DALGIÇ	Investigation Of Customer Returns In The Retail Sector By Statistical Process Control Techniques With Pareto Analysis	
Assist.Prof.Dr. Mehlika Kocabaş Akay	Data Mining And Clustering Analysis Implementation On Tuik Data	
Gizem ÇELİK	Mechanistic Design Of Rcc Pavement Under The Heavy Traffic And Sensitivity Analysis Of Design Parameters	
ONLINE PRESENTATIONS		
11 DECEMBER 2021	SESSION 6	Time 12:00 – 13:15
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 6.1 / 12:00 – 13:15	Hall : 1	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		

SESSION CHAIR :		
Tekin Demir	Usage Of Biosensors In Milk Technology	
Şehriban Oğuz	Using 3d Printer In The Food Industry	
Tahseen Fatima MIANO	Emerging Food Safety Issues in Pakistan	
Zeynep Cansu Ayturan	Removal Of Vocs With Photocatalytic Oxidation Method By Using Doped Tio2 Photocatalyst	
Edanur KAYA	Investigation Of Using Artificial Neural Networks Method To Evaluate Water Quality Parameters	
Prof.Dr. Şükrü Dursun	Measurement And Assessment Of Atmospheric Particle Material In Close To Konya Province Stone Quarries	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 6.2 / 12:00 – 13:15	Hall : 2	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Doğan AKCAN		
Vildan Yılmaz	Carbon Nanotube Modified Quartz Crystal Microbalance for Ethanol Sensing	
Assist.Prof.Dr. Doğan AKCAN	Effect Of Copper Concentration On Optical And Defect Properties Of Zncuo Thin Films	
Zeynep Ayaz	Theoretical Investigation Of Molecular Structure And Spectroscopic Properties Of N-Methylhydrazinecarbothioamide 2-Hydroxy - 5-Methoxy - 3-Nitrobenzaldehyde	
Ahmed Al-Jalawee	Review: A comparison of techniques for analyzing and studying kidney stones and their accuracy in determining the most likely phases of common stones among patients.	
Dursun Yıldırım Bayar	Smart City Strategies	
<i>Discussion</i>		
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 6.3 / 12:00 – 13:15	Hall : 3	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assoc.Prof.Dr. Nilüfer Yıldız VARAN		
Assoc.Prof.Dr. Nilüfer Yıldız VARAN	Silver Nitrate Antimicrobials On Highly Elastane Nylon/Spandex Pressure Garments For Hypertrophic Burn Scar Rehabilitation	
Dr. Hatice Akkaya	Popularity Of Lipid-Lipoprotein Markers In Google Trends In Turkey	
Çağatay GEREHAN	Safe Zone And Fall Protection At Scaffolding	
Esmay Aybakan	Recombinant Production Of Protein 2 Of M13 Bacteriophages For Investigation Of Its Nicking Site	
ONLINE PRESENTATIONS		
11 DECEMBER 2021	SESSION 7	Time 13:30 – 14:45
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 7.1 / 13:30 – 14:45	Hall : 1	11 DECEMBER 2021

Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.		
Cengizhan YAMIÇ	X40 Crmov5 1set Of Shallow Cryogenic Process	
Ömer ŞENGÜL	Production Of Cylinder Pistons With Nano Graphene Particulate Modified Composite Material	
Furkan GÜNEY	An Evaluation On The Effect Of Cryogenic Treatment On The Mechanical Properties Of Aisi 8620 Steel	
ADEM ÇARKACI	Improvement Of Early Fatigue Performance Of Flat-Formed Joints	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 7.2 / 13:30 – 14:45	Hall : 2	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Esra Dalan Yıldırım		
Assist.Prof.Dr. Esra Dalan Yıldırım	New Rough Approximations Based On I-C_J-Nearly Concepts	
Assist.Prof.Dr Kadir KIRAN	Application Of Random-Based Step Length Selection Algorithm On Unconstrained Minimization With Steepest Descent Method	
Assist.Prof.Dr Bestenur YALÇIN	Characterization Of Copper-Manganese Co-Doped Zno Nanoparticles: Photocatalytic And Hemolytic Properties	
Okan GALATA	Norms of some custom defined matrices and game value	
Assist.Prof.Dr Kadir KIRAN	A Numerical Step Length Computation Algorithm For Unconstrained Optimization	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 7.3 / 13:30 – 14:45	Hall : 3	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Fatma Didem Tunçez		
Meltem ÇILGIN	Investigation of Traditional Housing Pattern in Gaziantep Province Bey Neighborhood: A Case of Abdülkadir Kimya House	
Assist.Prof.Dr. Fatma Didem Tunçez	A Proposed Solution For Climate Change: Eu Environmental Policies And New Approaches To Management Of Waste	
Assist.Prof.Dr. Özgür KAHRAMAN	Usage of Some Plant Waste and Sewage Sludge in Winter Daffodil Cultivation	
Assoc.Prof.Dr.Elif Bozdoğan Sert	Use of Fragrant Plants in Urban Green Areas	
İkram ÇELİK	Detection Of Buildings To Be Affected By Forest Fires And The Importance Of Smart City Planning In Adalar District	
<i>Discussion</i>		
ONLINE PRESENTATIONS		
11 December 2021	SESSION 8	Time 15:00 – 16:15
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 8.1 / 15:00 – 16:15	Hall : 1	11 DECEMBER 2021

Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Hakan KAZAN		
Assist.Prof.Dr. Hakan KAZAN	Investigation The Effect Of Cutting Parameters On Cutting Energy Of Haynes 230 Nickel-Based Superalloy In Hot Machining Process Through Finite Element Method	
ÖMER ŞENGÜL	Numerical And Experimental Analysis Of A Special Crane Hook	
ADEM ÇARKACI	Reducing the unit product cost by using a plastic bearing element in the leaf ball joint provided with a steel ball bearing.	
ADEM ÇARKACI	Increasing The Pull Out Load On The Tie Rod And Pipe Joint In Centre Rods Used In Off-Road Vehicles	
Mürvet Betül GÜNDOĞDU	Torque Optimization of Ball Joints Used in Vehicles	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 8.2 / 15:00 – 16:15	Hall : 2	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Mehmet Kıvanç TURAN		
Mehmet Kıvanç TURAN	A Review On Passive Suspension Driver Seats	
Mehmet Kıvanç TURAN	Design Improvement Of The Brake Pedal For Mini Electric Vehicles	
Oğuzhan ÖZBEK	Design And Manufacture Of Sanfor Machine Developed For Fixing Open Wide Fabrics	
Fevziye ERDEM	Investigation of the Effect of Rubber Firing Time on Mechanical Properties of Bushings by Experimental Methods	
Caner YÜKSEL	Impact Beam Design And Experimental Analysis	
<i>Discussion</i>		
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 8.3 / 15:00 – 16:15	Hall : 3	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR :		
Soner ÖNER	Investigation And Improvement Of The Drilling Of The Connection Holes Of Leaf Coils	
Soner ÖNER	Investigation Of The Design And Use Of Molds In Hot Forging Process	
Fahrettin ATAR	Production And Characterization Of Boron Doped Soft Magnetic Metal Powder By Mechanical Alloying Method	
Melek BAŞOĞLU	Rubber, vulcanization, dicumyl peroxide, peroxide curing	
Mehmet Can ASLAN	Steel Sheet Metal Characterisation And Created Of Material Card	
ONLINE PRESENTATIONS		
11 December 2021	SESSION 9	Time 16:30 – 17:45
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 9.1 / 16:30 – 17:45	Hall : 1	11 DECEMBER 2021

Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.		
Mehmet Kıvanç TURAN	Investigation Of The Effect Of Material Change On Fatigue Performance In Skid Type Landing Gear	
Fırat AKBAŞ	Investigation Of The Structure, Types And Applications Of Acoustic Force Transducers	
Fırat AKBAŞ	Investigation Of Vibrating Wire Force Transducers	
Ahmet Erdem ÖNER	Investigation Of The Relationship Weight And Energy Consumption In Industrial Robots	
Dr. Onur ÖZBEK	Investigation of the Effects of Tempering Temperature, Holding Time and Cooling Environment on the Hardness of Al 7050-T7451 After Cryogenic Treatment	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 9.2 / 16:30 – 17:45	Hall : 2	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Mustafa Burak Gedikli		
Marpol KOCO	Dam Stability Monitoring Using Geomatic Measuring (A Case Study On The Vau Deja Dam)	
Mustafa VARGÜN	Effect Of Injection Timing Change On Combustion In A Diesel Engine With Common Rail Fuel Injection System	
Prof.Dr. Ali ORAL	Fatigue Test Machine Design for Adhesive Bonds	
Meriç IŞIK	Optimization of the tire section profile for plastic deformation test of aluminum alloy passenger car wheels	
İsmail KUZU	Narrow Gear Welding Applications On Thick Steel Plates	
IMASCON 2021 AUTUMN SESSION 9.3 / 16:30 – 17:45	Hall : 3	11 DECEMBER 2021
Remote Access Link:		
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr.		
Soner ÖNER	Investigation Of Mold Release Oils Used In Hot Forging Operation	
Muazzez ÇELIKER	Effect of IBA, Brassinosteroid, and Bacterial Applications on Rooting of Some Rosehip (Rosa canina L.) Genotypes by Hardwood Cuttings	
Samet ŞAHİNER	Effect Of Inoculants On Crystallization And Microstructure Of Ggg40 Spheroidal Graphite Cast Iron	
Dr. Cenk YÜCEL	Bioinsecticidal effect of Aspergillus niger isolate against Lucerne leaf beetle [Gonioctena fornicata (Brüggem)]	
Egemen Çelik	Experimental Investigation Of Environmental Stress In Automotive Laminated Glasses	
Discussion		

ABSTRACTS AND POSTERS

HONEY BADGER ALGORITHM FOR AGC OF TWO-AREA POWER SYSTEM

Sercan OZUMCAN

Duzce University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,
Konuralp Campus

Ali OZTURK

Duzce University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,
Konuralp Campus
ORCID: 0000-0002-3609-3603

Cenk ANDIC

Istanbul Technical University, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Department of
Electrical Engineering, Maslak Campus
ORCID: 0000-0003-1123-899X

Abstract

This study presents a method based on a heuristic algorithm to find the parameters of the Proportional Integral (PI) controller used in Automatic Generation Control (AGC) in power systems. The K_p and K_i co-efficients, which are the parameters of the PI controller. In this study, a new algorithm, Honey Badger Algorithm (HBA) is proposed to find PI parameters. The proposed algorithm has been tested on a two-area interconnected thermal power system. The simulation was performed in MATLAB/SIMULINK to observe the frequency change with the load change. In order to evaluate the performance of HBA, the results obtained were compared with the results of the Grey Wolf Algorithm (GWA) and the Crow Search Algorithm (CSA), which are well-known heuristic algorithms in the literature. The results show that the frequency settles in a shorter time after the load change in the power system with the proposed algorithm.

Özet

Bu çalışmada, güç sistemlerinde otomatik üretim kontrolünde kullanılan Proportional Integral (PI) kontrolörün parametreleri sezgisel algoritma ile bulunması sunulmuştur. K_p ve K_i katsayıları PI kontrolörün parametreleridir. Bu çalışmada, PI parametrelerinin bulunması için yeni bir algoritma olan Bal Porsuğu Algoritması (BPA) önerilmiştir. Önerilen algoritma iki alanlı enterkonnekte termik bir güç sistemi üzerinde test edilmiştir. Simülasyon, yük değişimiyle birlikte frekans değişimini gözlemlemek için MATLAB/SIMULINK'te gerçekleştirilmiştir. BPA'nın performansını değerlendirebilmek için elde edilen sonuçlar literatürde iyi bilinen diğer sezgisel algoritmalar olan Gri Kurt Algoritması (GKA) ve Karga Arama Algoritması (KAA)'nın sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, önerilen algoritma ile güç sisteminde yük değişiminden sonra frekansın daha kısa sürede yerleştiğini göstermektedir.

NEW ROUGH APPROXIMATIONS BASED ON $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -NEARLY CONCEPTS

Esra Dalan Yıldırım

Yaşar University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics
esra.dalan@yasar.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6553-771X

Abstract

Rough set theory that was introduced by Pawlak in 1982 is a substantial mathematical tool to cope with vagueness and uncertain knowledge. Its central concepts are upper and lower approximations based on equivalence relations. However, the requirement of these relations limit the application fields. Therefore, many researchers have used topological concepts to generalize these approximations. The aim of this paper is to obtain new set approximations by using topological concepts. Firstly, $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly open sets are defined by j -containment neighborhoods and ideals. Their basic properties are studied and the connections among these sets are illustrated. Then, $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly approximations are introduced by using $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly open sets. Their main topological properties are investigated and some counter examples are given. In addition, these approximations are compared with the previous ones and the relationships between them are studied. Finally, a practical example is presented to show the importance of applying these approximations.

Keywords: topological spaces, ideals, rough sets, $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly open sets, $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly approximations.

$\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -NEARLY KAVRAMLARINA DAYALI YENİ KABA YAKLAŞIMLAR

Özet

1982 yılında Pawlak tarafından tanıtılan kaba küme teorisi, belirsizlik ve belirsiz bilgi ile başa çıkmak için önemli bir matematiksel araçtır. Temel kavramları, denklik bağıntılarına dayalı üst ve alt yaklaşımlardır. Ancak bu bağıntıların gereklilikleri uygulama alanlarını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle, birçok araştırmacı bu yaklaşımları genelleştirmek için topolojik kavramları kullanmaktadır. Bu makalenin amacı topolojik kavramları kullanarak yeni küme yaklaşımları elde etmektir. İlk olarak, j -kapsama komşulukları ve idealler yardımıyla $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly açık kümeler tanımlanmıştır. Bu kümelerin temel özellikleri incelenmiş ve bu kümeler arasındaki bağlantılar gösterilmiştir. Daha sonra, $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly açık kümeler kullanılarak $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly yaklaşımlar tanıtılmıştır. Bu yaklaşımların belli başlı topolojik özellikleri araştırılmış ve karşıt örnekler verilmiştir. Ayrıca, söz konusu yaklaşımlar daha öncekilerle karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişkiler incelenmiştir. Son olarak, bu yaklaşımların uygulanmasının önemini göstermek için pratik bir örnek sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: topolojik uzaylar, idealler, kaba kümeler, $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly açık kümeler, $\mathcal{J}\text{-}\mathcal{C}_j$ -nearly yaklaşımlar.

4-(4-METILBENZOİL)-3-(4-METILFENİL)-1-(4-NİTROFENİL)-1H-PIRAZOL-5-KARBOKSİLİK ACİD 'DEN PİRAZOL-4-KARBOKSİLAT VE PİRAZOL-5-KARBOKSİLAT TÜREVLERİNİN SENTEZİ

Elif Korkusuz

Kayseri Üniversitesi, Mustafa Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, , 38039 Kayseri
 elifkorkusuz@kayseri.edu.tr

İsmail Yıldırım

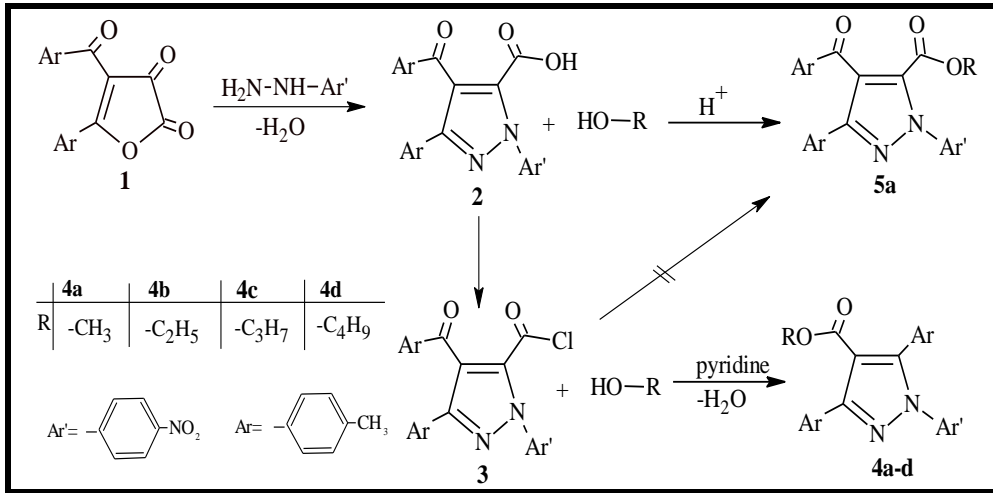
Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 38039 Kayseri

Ertan Şahin

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Erzurum

Özet

Pirazol halkası içeren bileşikler çok sayıda doğal bileşiğin yapısında yer almaktadır. Ayrıca çoğu pirazol türebi biyolojik olarak oldukça etkindir[1]. Anti-hipolisemik, analjezik anti-bakteriyel olarak kullanılan ilaçların etkin maddesi olarak rol oynamaktadırlar[2-5]. Bu önemli özelliklerinden dolayı bu araştırmamızda yeni pirazol türevlerinin sentezi üzerine yoğunlaştık. Bu doğrultuda aktif bir başlangıç maddesi olan furan-2,3-diondan çıkılarak öncelikli olarak pirazol-5-karboksilik asit ve klorürünün sentezi gerçekleştirildi ve ardından alkol türevleri reaksiyoları yapıldı. Pirazol karboksilik asitin alkollerle bazik ortamda yapılan reaksiyonlarından esterleşme ürünü olan alkil 4-(4-metilbenzoil)-3-(4-metilfenil)-1-(4-nitrofenil)-1H-pirazol-4-karboksilat bileşiği elde edilirken, pirazol karboksilik asit klorürünün asidik ortamda yapılan reaksiyonlarından beklenen esterleşme ürünü yerine pirazol halkasının açılarak çevrilmeye uğradığı alkil 3,5-bis(4-metilfenil)-1-(4-nitrofenil)-1H-pirazol-4-karboksilat ürünü elde edildi.



Kullanılan çözücüler destile edilerek, oluşan ürünler kristallendirilerek saflaştırılmıştır. Bu çalışmada sentez edilen yeni bileşiklerin yapıları elementel analiz, IR, ¹H-NMR ve ¹³C-NMR spektroskopik yöntemleri ve X-ışınları difraksiyonu kullanılarak aydınlatıldı.

KAYNAKLAR

- [1] Varvounis, G., Fiamegos, Y., Pilidis, G. *Adv. Heterocycl. Chem.*, **80**, 75, **2001**.
- [2] Sagar, R., Kim, M., Park, S.B. *Tetrahedron Lett.*, **49**, 5080, **2008**.
- [3] Korkusuz, E., Yıldırım, I. *Turk. J. Chem.*, **34**, 859, **2010**.
- [4] Korkusuz, E., Yıldırım, I. *J. Heterocycl. Chem.*, **47**, 472, **2010**
- [5] Korkusuz, E., Yıldırım, I., Albayrak, S. *J. Chin. Chem. Soc.* **60**, 516-525, **2013**.

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF *STREPTOMYCES* STRAINS ON COMPOST MICROFLORA BY METAGENOME ANALYSIS

Fadime Özdemir Koçak*, Levent Değirmenci

Abstract

Three *Streptomyces* strains isolated from compost and identified by 16S rRNA assays were used in composting experiments. Strains were utilized as single, double and triple combinations in compost. The effects of strains on compost were determined by evaluation of compost maturation parameters. The effect of *Streptomyces* strains on compost microflora were determined via metagenome analyses conducted at the end of composting period. Total DNA isolation of compost samples taken in metagenome analyzes was performed by “Quick-DNA™ Fecal/Soil Microbe Miniprep Kit, Cat. No.: D6010”. The V3-V4 regions of the 16S rRNA gene were amplified with primer sequences 341F-805R. Species’ diversity in compost mixtures was determined according to Shannon and Simpsons values. The dilution curves obtained from the sequencing results of the compost samples were used to determine the depth of the total number of OTUs.

Metagenome analyzes and species-level structures of compost systems with single microorganism indicated the presence of *Lamiaceae bacterium* SCSIO 58843, *Ilumatobacter coccineus*, *Cellvibrio* sp. PSBB006, *Romboutsia* sp. CE17, *Luteimonas* sp. JM171 and *Arcticibacterium luteifluviistationis* species. *Lamiaceae bacterium* SCSIO 58843, *Chryseolinea soli*, *Romboutsia* sp. CE17, *Arcticibacterium luteifluviistationis* and *Steroidobacter denitrificans* species were found at varying ratios in binary compost systems.

The main function of metagenome analysis is to examine the interactions that occur in compost microflora due to microorganism(s) addition. Analysis results revealed simultaneous presence of anaerobic conditions during composting. Results implied the effect of microorganism’s enzymatic activity on the course of composting. This was validated with varying microflora of compost mixtures prepared with A-coded microorganism, which has only cellulase activity, and the C-coded microorganism, which has only xylanase activity.

REMOVAL OF VOCs WITH PHOTOCATALYTIC OXIDATION METHOD BY USING DOPED TiO₂ PHOTOCATALYST

Şükrü Dursun

Konya Technical University, Engineering and Natural Science Faculty, Department of Environmental Engineering
sdursun@ktun.edu.tr

Zeynep Cansu Ayturan

Konya Technical University, Engineering and Natural Science Faculty, Department of Environmental Engineering
zcayturan@ktun.edu.tr

Abstract

Organic air pollutants are also known as volatile organic compounds (VOCs). All compounds containing carbon (except for carbon monoxide, carbon dioxide, carbonic acid, metallic carbides or carbonates, and ammonium carbonate) that are volatile under normal conditions are defined as volatile organic compounds. These compounds may create serious health problems, especially at high dosages. Photocatalytic oxidation is one of the most preferred methods for the removal of VOCs. Of course, it is possible to use photocatalytic oxidation for the removal of both inorganic and organic air pollutants. Studies have shown that more successful results are obtained in the removal of organics. In photocatalytic oxidation hydroxyl radicals and superoxide O₂ ions, usually from the cleavage of water, are used to remove air pollutants. The pollutants in the air stream are passed through a semiconductor material exposed to light at a certain humidity. The semiconductor structures used during the photocatalytic oxidation process are selected based on the chemical properties of the photocatalyst and its light absorption capacity. Semiconductors such as TiO₂, ZnO, WO₃, ZnS and CdS are widely used as photocatalysts. Among these photocatalysts, the most widely used photocatalyst is TiO₂. In recent years, the number of studies in the field of photocatalytic oxidation process and development of new photocatalysts has been increasing. Both morphological design (improvements related to the surface area of the catalyst) and electronic modifications (additions to the photocatalyst to improve its charge transport properties) can be applied in order to spread the photocatalyst activity of photocatalysts to wider wavelengths and to reduce the tendency to carry photogenic charges for recombination. In this study, the removal of VOCs with photocatalytic oxidation was investigated with the help of a doped TiO₂ photocatalyst.

Keywords: Photocatalytic oxidation, VOC, Doped TiO₂

MEKANİK ALAŞIMLAMA YÖNTEMİ İLE BOR KATKILI YUMUŞAK MANYETİK METAL TOZU ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Fahrettin ATAR

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
fahrettinatar2@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5926-2270

Adem KURT

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
ademkurt@gazi.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1439-4683

Özet

Bu çalışmada $Fe_{2x}Ni_xSi_7Cr_1Mo_2B_{(6-19)}$ (at.%) kompozisyonuna sahip amorf/nanokristalin alaşım tozları yüksek enerjili bilyalı değirmen(Spex8000D) kullanılarak üretilmiştir. Mekanik alaşımlama işlemi sırasında aşırı oksitlenmeyi engellemek için öğütme işlemleri bir hidrokabon sıvı (C₃H₆) ortamında gerçekleştirilmiştir. Öğütme süresi ve bilye-toz oranının belirlenmesi için bir ön çalışma yapılmış, optimum 20h öğütme süresi ile 10/1 bilya-toz oranı seçilmiştir. Bilye-toz oranı ve MA süresi, X-ray kırınım (XRD) desenleri yardımıyla alaşım oluşturma eğilimleri, kristalin amorf faz geçişleri ve yeniden kristalleşme davranışlarının analiziyle belirlenmiştir. Genel kompozisyonun elementel dağılımı, tane boyutları ve tozun morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskopu ve enerji dağılımlı spektroskopi yöntemi (SEM-EDS) kullanılarak yapılmıştır. Camsı geçiş sıcaklığı, amorf-kristalin faz geçişi, faz dönüşümleri, ergime-katılma noktası gibi termodinamik davranışlar diferansiyel taramalı kalorimetre ve ısıl gravimetrik yöntem yardımıyla koruyu atmosfer altında (20°C/dk) 0-1450 °C sıcaklık aralığında incelenmiştir. Alaşım tozların yüzey oksidasyonu ve karbonizasyonu x-ray fotoelektron spektroskopisi (XPS) yardımıyla değerlendirilmiştir. Son olarak farklı kimyasal kompozisyona sahip tozların manyetik karakterizasyonu titreşimli örnek manyometresi (VSM) yardımı ile oda sıcaklığında ve 1.8-2 Tesla arasında ortaya konmuştur. Bu çalışma ışığında, elde edilen tozların tamamının yumuşak manyetik özellik gösterdiği anlaşılmış olup üretilen tüm alaşım tozlarının zorlayıcılık(Hc) değerlerinin 10-25 Oe arasında olduğu tespit edilmiştir. XRD sonuçlarına göre numunelerin genel olarak %60 amorf, %40 oranında ise nanokristalin olduğu anlaşılmıştır. DSC analizlerinde amorf fazların yaklaşık 250 °C’de camsı geçiş gösterdiği ve 400-500 °C arasında kristallendiği tespit edilmiştir. TG incelemelerinde ise numunelerin hepsinde yaklaşık 700 °C’den sonra uçucu yüzey oksitleri nedeniyle %1-2 oranında bir kütle kaybı meydana geldiği görülmüştür. Bu bulgu XPS verilerindeki B₂O₃ varlığı ile ispatlanmıştır. Sonuç olarak, yüksek oranda yumuşak manyetik özellik gösteren, dışı yalıtkan ve içi iletken olan %60 amorf, %40 nanokristalin faz içeren alaşım tozları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mekanik alaşımlama, Toz metalurjisi, Amorf/nanokristalin manyetik malzemeler, Fe-Ni Alaşımlar

AN APPLICATION ABOUT USING EIGENVALUES AND EIGENVECTORS IN FEATURE EXTRACTION

Gürkan KAPLAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik ve Bilgisayar Bilimleri
gkaplan@ogu.edu.tr

Abstract

With the development of technology in recent years, the importance of artificial intelligence is understood more and more day by day. An important part of the image processing process, which is one of the working areas of artificial intelligence, is feature extraction. In this study, some filters used for edge detection and our special filter that we prepared using the eigenvalues and eigenvectors of the image were compared. A total of 52 pictures of cats and dogs were used for this comparison. Filtering processes were done with Matlab program and Convolutional Neural Network stage with Python program. The results were compared with different epoch and different spe values. The best run was the Prewitt filter with %69.2 at 10 epochs 15000 spe. Then, with %66.72, it was our filter with 5 epochs 15000 spe and Prewitt filter with 5 epochs 5000 spe. When this study was analyzed in detail, the new filter we created works with close accuracy with other filters and has shown superior success in some stages.

Keywords: Feature extraction, Image processing, Edge detection filters, Artificial intelligence

PREDICTION THE ELEMENTS EFFECTS ON MECHANICAL PROPERTIES BY DEEP LEARNING METHOD

Esra İkiz

Kocaeli University , Institute of Science, Industrial Engineering
m.esraikiz@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7210-2589

Yıldız Sahin

Kocaeli University , Institute of Science, Industrial Engineering
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6283-5340

Abstract

Considering today's industry and developing technologies, the customer needs are changing day by day and this change leads companies to always seek to find the better. In order to gain a competitive advantage, companies sometimes prefer the use of alternative materials while changing and improving the design. The search for alternative materials is carried out in a way that has improved mechanical values, is suitable for modern production methods, is easily accessible and is inexpensive. Many bulk materials are insufficient to provide the desired properties, and in this case, companies aim to achieve the desired material properties by alloying or process changes. Conventional alloying methods cause serious losses in companies in terms of both cost and time. In this study, the effects of the elements in the material composition on the mechanical values selected as a starting point and the effect of the proportional changes in the content on the material properties was estimated by different methods. Estimation was made on tensile strength, elasticity coefficient, elongation, yield strength and hardness values and was carried out with 3 different methods. The accuracy was 78% with the random forest, which is our first method, 82% with the second method which is support vector regression, and 91% accuracy on average with the artificial neural network method which is third and last method. As a result of the study, the most successful result was obtained with the artificial neural network method and the desired result was achieved in 90% shorter time and 60% less cost than conventional methods.

Keywords: Artificial Intelligence, Deep Learning, Machine Learning, Materials Science, Mechanical Property, Chemical Composition

USING DIGITAL INTEGRATED SATELLITE BATIMETRY, DETERMINING TOPOGRAPHY SEA FLOOR IMPACT, ON THE DYNAMICS OF ALBANIAN ADRIATIC SEA COASTLINE

Ethem Bejko

Polytechnic University of Tirana. Faculty of Construction Engineering Department of Geodesy
bejko_ethem@hotmail.com

Gjata Gëzim

Polytechnic University of Tirana. Faculty of Construction Engineering Department of Geodesy
g.gjata2@gmail.com

Abstract

The purpose of the study is the analyse of dynamics of the coastline as a result of changes in the topography of the sea, using integrated satellite batimetric survey equipment. The marine area includes the northern part of Shkumbin delta and southern of Seman delta. The applied method is that of batimetric survey through transverse and longitudinal batimetric profiles. The longitudinal profile is realized as a batimetric line from north to south, parallel to the coastline of the area, with average 25km and a distance from the coastline, inland of 50-100m. The profiles start at the shoreline with a length extending towards the sea minimum 500m and maximum 3300m. The monitoring was conducted according to 4 campaigns (2017-2020). Depth gauge was used to provide batimetric data: Echo Sounder "OHMEX, SonarMite BTX". The average frequency of batimetric points is: 1 point for 4m batimetric profile. From the analysis of diagrams of all campaigns we have the following results for: southern subzone -104mm/year (corrosion process); the central subzone +41.2mm/year (filling process); the northern subzone -62mm/year (corrosion process). These vectors will also determine the annual rhythm of shoreline dynamics, referring to 2 different slopes of shoreline in the area, with $i=0.002$ representative of shoreline's slope in northern and central zone and $i=0.005$ in the southern one. Specifically; in the southern subzone we have a shoreline advancement of 20.8m/year or 2496m in the next 120 years, in the central subzone we have a shoreline pull of -20.6m/ year or -2472m in the next 120 years, and in the northern subzone we have shoreline advancement by 31.0m/year or 3720m in the next 120 years. The study determines that the area is in an environmental risk and, as the result institutions has to undertake measures to minimize the consequences of this natural phenomenon.

Keywords: Dynamics, monitoring, batimetric satellite survey, annual rhythm, advancement, attraction.

THE IMPACT OF THE MEDIUM SEA LEVEL CHANGE VECTOR ON THE COASTAL DYNAMICS IN ALBANIA

Ethem Bejko

Polytechnic University of Tirana. Faculty of Construction Engineering Department of Geodesy
bejko_ethem@hotmail.com

Gjata Gëzim

Polytechnic University of Tirana. Faculty of Construction Engineering Department of Geodesy
g.gjata2@gmail.com

Abstract

The change in average sea level (NDM), may be one of main factors in behaviour and dynamics of the sea in general, especially with behaviour in relation to land, in coastal areas, this as a result of climate change, caused mainly by rising global temperatures. In Albania, the sea level monitoring network is based on 4 monitoring stations, positioned near the 4 main ports of the country. In these monitoring stations are installed 4 mareographs, which operate with the differential method and provide uninterrupted continuous data 24 hours a day. The monitoring program, or data security, is based on the concept of data security with a homogeneous extension throughout the year. This large number of data refers to time, a two-year period (2019 and 2020). The data is disconnected from the network database, provided by the State Agency for Geospatial Information (ASIG), through the Hydromet Cloud application. The data are subjected to a quality assessment, according the method of smaller squares $pvv=\min$, combined with the analysis of relevant data diagrams. Specifically, the value of the change of the average regional sea level heights per year is 21.7mm. Taking into account the impact of tectonic movements in the region, this value is reduced to 19.5mm/year. Referring to three types of slopes of coastal areas for $i=1; 0.5$ and 0.002 , we have the respective annual flood vectors 0.010m, 2.380m and 4.750m. For the following 120 years, this vector results in 1,140m, 285,570m and 570,000m, respectively. These results provide the possibility of a prognosis of what can happen to the phenomenon, not only at the moment, but also what are the consequences of its action in a short period of 120 years. Prognosis which must accurately determine the measures to be taken in order to minimize the consequences of this natural phenomenon.

Keywords: Medium sea level, mareograph, differential method, sea level change vector, shoreline position.

BIOSECURITY IN ECOSYSTEMS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Lyudmyla Symochko

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine

lyudmilassem@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6698-3172

Abstract

Biosecurity is a strategic and integrated approach that encompasses the policy and regulatory frameworks for analysing and managing relevant risks to humans, health, and associated risks to the environment. Thus biosecurity is a concept of direct relevance to the sustainability of agriculture, and wide-ranging aspects of public health and protection of the environment, including biological diversity. The overarching goal of biosecurity is to prevent and control risks to life and health as appropriate to the particular biosecurity sector. Biosecurity covers food safety, which is one of the priorities according to sustainable development goals. In this area is very important to manage and control the biocontamination of ecosystems, especially agroecosystems by antibiotic-resistant bacteria. The World Health Organization has identified antibiotic resistance as a serious threat to human health across the world. The soil microbiome plays an important role in the development and spread of antibiotic resistance in humans. The aim of this study was monitoring of spreading antibiotic-resistant bacteria, which included: detection of antibiotic-resistant bacteria in agroecosystems and risk assessment for human health. Were isolated 244 dominating bacteria in the 2015 year, among them 53 antibiotic-resistant bacteria. All isolates were multi-drug resistant, of which greater than 62,3% were resistant to 9 antibiotics. In 2021 number of antibiotic-resistant bacteria increased practically twice and was 98 and 78, 7% of them characterized by a high level of resistance. A study of soil samples from the agroecosystems of *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum* showed that the microbial community is characterized by a high content of antibiotic-resistant microorganisms. From the soil were isolated antibiotic resistant anaerobic and aerobic microorganisms: *Clostridium perfringens*, *Clostridium oedematiens*, *Clostridium difficile*, *Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, and *Pseudomonas aeruginosa*. Monitoring antibiotic resistance in ecosystems is an additional tool for controlling and managing biosecurity.

Keywords: ecosystem, bacteria, biosecurity, antibiotic resistance, monitoring.

SOIL MICROBIOME IN THE AGROECOSYSTEMS OF MEDICINAL PLANTS

Lyudmyla Symochko

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

²Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine
lyudmilassem@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6698-3172

Anastasia Hrubinka

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

denisyuk.nastya1997@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6907-2123

Vitaliy Symochko

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

vitaliy.symochko@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2557-8621

Abstract

One of the promising directions in the development of modern agrophytocenology is the introduction into the culture useful plants of wide multifunctional use with antimicrobial, antiseptic, and allelopathic active properties, which leads to the formation of a specific soil microbiome in agroecosystems where they are cultivated. Such plants are *Ocimum basilicum* and *Levisticum officinale*, which are not only representatives of flowering and ornamental and medicinal plants, but also are valuable agro-ecological objects. *Ocimum basilicum* L. deserves attention for a number of valuable bioeconomic features: high taste and yield of above ground mass, rich content of biologically active substances. Medicinal lovage (*Levisticum officinale*) is not inferior to it. The plant has useful seeds, leaves, but especially its rhizome. They contain tannins, malic acid, starch. According to the results of soil microbiological studies, it was found that the cultivation of *Ocimum basilicum* and *Levisticum officinale* significantly increases content of nitrogen-fixing microbiota and its percentage were 77.67% and 84.38%, respectively. The highest number of micromycetes – $80.44 \cdot 1000$ CFU / g.d.s. ammonifiers - $9.84 \cdot 1000000$ CFU / g.d.s were observed in the soil of *Levisticum officinale*, while the minimum number of these ecological - trophic groups of microorganisms was in the soil of the agroecosystem *Ocimum basilicum*: micromycetes - $40,23 \cdot 1000$ CFU / g.d.s and ammonifiers - $1.88 \cdot 1000000$ CFU / g.d.s. Research in 2021 showed a big difference in the content of soil anaerobic bacteria: in the agroecosystem of *Ocimum basilicum* - $60.45 \cdot 10000$ CFU / g.d.s., and in the soil of agroecosystem *Levisticum officinale* - $180.34 \cdot 10000$ CFU / g.d.s. The study of soil microbiome, its spatial and functional structure, can be the basis for improving systems of agriculture and management of microbial processes in the agroecosystems of medicinal plants.

Keywords: agroecosystem, soil, microbiome, medicinal plants.

POTENTIALLY TOXIC ELEMENT CONTENT OF SOME PACKAGED FLOWER HONEY

Hacer Sibel KARAPINAR

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, Karaman, Türkiye
sibelkarapinar@kmu.edu.tr

Abstract

Honey has an important role in human nutrition and medicine due to its excellent dietary, antibacterial, antifungal, and antiviral effects. It is a very complex type of food containing many essential nutrients (amino acids, vitamins, organic acids, enzymes, and minerals). Honey can be a biological indicator of environmental pollution and may contain potentially toxic heavy metals (such as Co, Cr, Ni, Se, As, Cd, Hg, and Pb) that may be present due to environmental contamination. Honey is an important source of trace elements for humans. Many factors such as soil, geographical and botanical origin, beekeeping equipment, atmosphere, the season of the year, amount of precipitation are effective in the element content of honey. In this study, the potentially toxic element content of As, Cr, Cd, Hg, and Pb in 10 different flower honey samples sold as packaged in local market places was determined by the ICP-OES technique and compared with the literature. When the results were examined, it was determined that while the analyzed flower honey contained high levels of As, Cr, and Cd, Cu, and Pb potentially toxic elements were at lower levels. For this reason, honey samples sold in local markets should be analyzed more frequently for toxic metals.

Keywords: Flower honey, Potentially toxic metals, ICP-OES.

BAZI PAKETLENMİŞ ÇİÇEK BALLARININ POTANSİYEL OLARAK TOKSİK ELEMENT İÇERİĞİ

Özet

Ballar, mükemmel diyet, antibakteriyel, antifungal ve antiviral etkileri nedeniyle insan beslenmesinde ve tıpta önemli bir role sahiptir. Birçok temel besin maddesini içeren (amino asitler, vitaminler, organik asitler, enzimler ve mineraller) çok karmaşık bir gıda türüdür. Bal, çevre kirliliğinin biyolojik bir göstergesi olabilmektedir ve çevresel kontaminasyon nedeniyle mevcut olabilecek potansiyel olarak toksik ağır metaller (Co, Cr, Ni, Se, As, Cd, Hg ve Pb gibi) içerebilir. Bal, insan için önemli bir eser element kaynağıdır. Balın element içeriğinde toprak, coğrafi ve botanik köken, arıcılık ekipmanları, atmosfer, yılın mevsimi, yağış miktarı gibi birçok faktör etkilidir. Bu çalışmada yerel pazar yerlerinde paketlenmiş olarak satılan 10 farklı çiçek balı örneğinde As, Cr, Cd, Hg ve Pb potansiyel toksik element içeriği ICP-OES tekniği ile belirlenerek, literatür ile kıyaslanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, analiz edilen çiçek ballarında yüksek miktarlarda As, Cr ve Cd seviyeleri içerirken, Cu ve Pb potansiyel toksik elementleri daha düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle piyasada yerel pazarlarda satılan bal örnekleri toksik metaller açısından daha sık analiz edilmelidir.

Anahtar kelimeler: Çiçek balı, Potansiyel toksik elementler, ICP-OES.

N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-ETİLENDİİMİN (DHAPÉ) YENİ SCHİFF BAZI LİGANDI VE N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-ETİLENDİİMİN NİKEL(II) (Nİ-DHAPÉ) KOMPLEKSİNİN SENTEZ VE SPEKTROSKOPİK ÇALIŞMALARI

Esra KALEM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Kimya
kaymenmavi@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-6277-3880

Erbil AĞAR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Kimya
erbagar@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4328-1669

Özet

Schiff bazlarının ve metal komplekslerinin kullanım alanı oldukça geniştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bazı bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitelerinin olduğu tespit edilmiştir. Schiff bazı komplekslerinin anti kanser aktivitesi göstermesi özelliğinden dolayı tıp dünyasındaki önemi giderek artmaktadır ve kanserle mücadelede reaktif olarak kullanılması araştırılmaktadır. Aromatik aminlerin Schiff bazı kompleksleri özellikle kemoterapi alanında, bazı kimyasal reaksiyonlarda çeşitli substratlara oksijen taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bunların kompleksleri tarım sahasında, polimer teknolojisinde polimerler için anti-statik madde olarak ve yapılarında ki bazı grupların özelliklerinden dolayı da boya endüstrisinde kullanılmaktadır. Schiff bazlarının yapılarında oksokrom gruplar bulunduğu takdirde bunlardan elde edilen kompleksler renkli maddeler olduklarından boya endüstrisinde özellikle tekstil boyacılığında pigment boyar maddesi olarak kullanılmaktadır. Literatürde çok fazla sayıda schiff bazı ligand ve metal kompleksleri sentezlenmiştir. Bu konunun seçilmesiyle kimya literatüründe bulunmayan schiff bazı moleküllerinin sentezi amaçlanmıştır. Bu çalışmada 2,6-dihidroksiasetofenon'un 1,2-diaminoethan ile tepkimesi sonucu N,N'-bis(2,6-dihidroksiasetofenon)-etilendiimin (DHAPÉ) orjinal schiff bazı ligandı ve Ni(Ac)₂.4H₂O ile tepkimesi sonucu N,N'-bis(2,6-dihidroksiasetofenon)-etilendiimin nikel(II) (Ni-DHAPÉ) kompleksi sentezlenmiştir. Sentezlenen ligand ve kompleksin yapıları spektroskopik yöntemlerle aydınlatılmıştır. Elde edilen ligand ve kompleksin antibakteriyel özelliklerinin çalışılması planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Schiff bazı, metal kompleksleri, karakterizasyon

Abstract

Schiff bases and metal complexes are widely used. In recent studies, it has been determined that they have antimicrobial activities against some bacteria. Due to the anti-cancer activity of Schiff base complexes, its importance in the medical world is increasing, and its use as a reagent in the fight against cancer is being investigated. Schiff base complexes of aromatic amines are used as oxygen carriers to various substrates in some chemical reactions, especially in the field of chemotherapy. In addition, their complexes are used in agriculture, as an anti-static agent for polymers in polymer technology, and in the paint industry due to the properties of some groups in their structures. If there are auxochrome groups in the structures of Schiff bases, they are used as pigment dyestuffs in the dye industry, especially in textile dyeing, since the complexes obtained from them are colored substances. A large number of Schiff base ligand and metal complexes have been synthesized in the literature. With the selection of this subject, the synthesis of Schiff base molecules, which are not found in the chemistry literature, is aimed. In this study, N,N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)- ethylendiimine (DHAPÉ) reacted with the original schiff base ligand and Ni(Ac)₂.4H₂O as a result of the reaction of 2,6-dihydroxyacetophenone with 1,2-diaminohexane. The metal complex, N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)-ethylendiimine nickel(II) (Ni-DHAPÉ) was synthesized. The structures of the synthesized ligand and complex were elucidated by spectroscopic methods. It is planned to study the antibacterial properties of the obtained ligand and complex.

ANYON TANINMASI VE VAN DER WAALS ETKİLEŞİMLERİ İLE AA-BB TİPİ SUPRAMOLEKÜLER POLİMERLERİN OLUŞTURULMASI VE ÇEVRESEL UYARILARA DUYARLILIKLARININ İNCELENMESİ

Ayşegül Budak

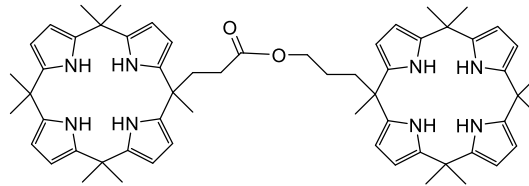
İstanbul Teknik Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
budak19@itu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0449-5613

Abdullah Aydoğan

İstanbul Teknik Üniversitesi / Kimya Bölümü
aydoganab@itu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6377-5143

Özet

Supramoleküler polimerler; monomerik ünitelerin kovalent olmayan, geri dönüşümlü ve yüksek derecede yönlenebilir etkileşimlerle bir araya gelmesi sonucunda oluşan polimerik yapılardır. Bu şekilde dinamik bağ yapısına sahip olan supramoleküler polimerler dışarıdan oluşabilecek fiziksel hasarda kendi kendini onarabilme ve dış etkenlere karşı duyarlılık özellikleri gösterebilmektedir. Supramoleküler polimerlerin oluşturulmasında katyon tanınması, iyon-iyon etkileşimleri, hidrofobik etkileşimler, π - π etkileşimler ve hidrojen bağları gibi ikincil etkileşimlerden faydalanılmaktadır¹. Kaliks[4]piroller (**KP**)²; anyon tanınmasında önemli bir yer teşkil eden dört piro halkasının birbirine sp^3 hibritleşmiş karbon atomları ile bağlandığı makrosiklik bileşiklerdir. **KP**'nin anyon tanınması ile elde edilen supramoleküler polimerlerin dış etkenlere duyarlı³ olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada; AA tipi ev sahibi bir bis-**KP** ve BB tipi bir misafir molekülü setiltrimetilamonyum süberat sentezlenmiştir. AA ve BB tipi bu ev sahibi-misafir ünitelerinin KP-karboksilat etkileşimine dayanan anyon tanınmasının⁴ yanı sıra setil ünitelerinin van der Waals etkileşimleri ile duyarlı supramoleküler polimer elde edilmiştir. Ayrıca, oluşturulan supramoleküler polimerin dinamik yapısı ve dış etkenlere karşı duyarlılığı incelenmiştir.



Şekil. Biskp bileşiğinin yapısı

Anahtar Kelimeler: Supramoleküler polimerler, anyon tanıma, kaliks[4]piroller

Referanslar

- 1- Yang, L., Tan, X., Wang, Z., Zhang, X. *Chem. Rev.*, 2015, 115, 7196-7239.
- 2- Gale, P. A., Sessler, J. L., Kral, V., Lynch, V. *J. Am. Chem. Soc.*, 1996, 118, 5140-5141.
- 3- Budak, A., Aydoğan, A. *Chem. Comm.*, 2021, 57(34), 4186-4189.
- 4- Yuvayapan, S.; Aydoğan, A. *Chem. Comm.*, 2019, 55, 8800-8803.

KUŞBURNU (*ROSA CANINA* L.) ODUN ÇELİKLERİNİN KÖKLENMESİ ÜZERİNE IBA, BRASSİNOSTEROİD VE BAKTERİ UYGULAMALARIN ETKİSİ

Muazzez ÇELİKER¹, Aysen KOÇ²

¹ Yozgat Tarım İl ve Orman Müdürlüğü

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

muazzezbali@gmail.com, aysen.koc@bozok.edu.tr

Özet

Yozgat'ta kuşburnu doğal olarak yaygın bir şekilde yetişmekte ve ürünleri halk tarafından uzun yıllardan beri sevilerek tüketilmektedir. Kuşburnu yurdumuzun kırsal kesimlerinde köylerin kalkındırılmasında oldukça önemli bir yere sahip olmasının yanısıra çevre ve ekonomik açıdan önemi günden güne artan bir türdür. Bu çalışma *Rosa canina* türü içerisinde yer alan, daha önce Yozgat ilinden seleksiyon yolu ile elde edilmiş olan SRG 17 ve SRK 26 genotiplerine ait odun çeliklerinin adventif köklenmesi üzerine oksin, brassinosteroid ve bakterilerin etkisini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, Şubat ayında alınan odun çelikleri içeriğinde IBA (2000 ppm), 24-eBL (0, 0.25, 0.50 ve 1.00 ppm) ve *Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyx*, *Bacillus megaterium* ve *Pantoea agglomerans* bakteri türleri bulunan ticari biyopreparat ile tek, ikili ve üçlü kombine muamele edildikten sonra perlit+torf ortamına dikilmiş ve üç ay sonra sökülüştür. SRG17 genotipinde en yüksek köklenme oranı %40 ile Bakteri + 24-eBL (0.50 ppm) + IBA (2000 ppm) üçlü kombinasyonundan elde edilmişken SRK26 genotipinde %43.33 ile Bakteri uygulamasından elde edilmiştir. Kök uzunluğu ve kök sayısı bakımından SRG17 genotipinde Bakteri + 24-eBL (1.00 ppm) + IBA (2000 ppm) üçlü kombinasyonu sırasıyla 8,38±4,32 (cm) ve 21,00±9,00 adet ile en yüksek değeri sağlamıştır. SRK26 genotipinde ise 24-eBL (0.50 ppm) + IBA (2000 ppm) ikili kombinasyonundan 11,18±1,41 cm kök uzunluğu ve 36,00±12,25 adet kök elde edilmiştir. Köklenen çelikler saksılara alındıktan üç ay sonra canlılık oranları tespit edilmiş, SRG17 genotipinde Bakteri + 24-eBL (0.50 ppm) ikili kombinasyonunda %100, SRK26 genotipinde 24-eBL (0.50 ppm) uygulamasında %50 yaşama oranı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuşburnu, Odun Çeliği, çoğaltma, IBA, Bakteri, Brassinosteroid

Effect of IBA, Brassinosteroid, and Bacterial Applications on Rooting of Some Rosehip (*Rosa canina* L.) Genotypes by Hardwood Cuttings

Abstract

Rosehip grows naturally in Yozgat and its products have been loved and consumed by the public for many years. In addition to having a very important place in the development of villages in rural areas, rosehip is a species whose environmental and economic importance is increasing day by day. This study was carried out to determine the effect of auxin, brassinosteroid and bacteria on the adventitious rooting of hardwood cuttings belonging to the SRG 17 and SRK 26 genotypes, which were previously obtained by selection from the province of Yozgat and included in the *Rosa canina* species. In the study, hardwood cuttings taken in February were used with single, double and triple IBA (2000 ppm), 24-eBL (0, 0.25, 0.50 and 1.00 ppm) and a commercial bio prepare containing bacteria species of *Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyx*, *Bacillus megaterium* and *Pantoea agglomerans*. After combined treatment, they were planted in perlite+peat medium and removed after three months. While the highest rooting rate of 40% in SRG17 genotype was obtained from the triple combination of Bacteria + 24-eBL (0.50 ppm) + IBA (2000 ppm), it was obtained from Bacteria application with 43.33% in SRK26 genotype. Bacteria + 24-eBL (1.00 ppm) + IBA (2000 ppm) triple combination in SRG17 genotype in terms of root length and root number provided the highest values with 8.38±4.32 (cm) and 21.00±9.00 units, respectively. In the SRK26 genotype, 11.18±1.41 cm root length and 36.00±12.25 roots were obtained from the 24-eBL (0.50 ppm) + IBA (2000 ppm) binary combination. The viability rates were determined three months after the rooted cuttings were taken into the pots, and the SRG17 genotype provided 100% survival in the binary combination Bacteria + 24-eBL (0.50 ppm) and 50% in the SRK26 genotype in the 24-eBL (0.50 ppm) application.

Keywords: Rosehip, Hardwood Cutting, Propagation, IBA, Bacteria, Brassinosteroid

GIDALARDA KULLANILAN AKILLI AMBALAJ UYGULAMALARI

Furkan Türker SARICAOĞLU

Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
furkan.saricaoglu@btu.edu.tr

Mehmet BİŞKİN

Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
mehmetbiskin@tarimorman.gov.tr

Özet

Akıllı ambalaj, paketlenmiş gıdaların taşınması ve depolanması sırasında kalitesi hakkında bilgi vermek için, paketlenmiş gıdanın şartlarını izleyen sistemlerdir. Gıdanın kalite özelliklerini güçlü bir şekilde etkileyen ve kaliteyi verimli bir şekilde iyileştiren süreçleri belirlemeye yardımcı olmaktadır. Gıda üreticileri, lojistik operatörleri, perakendeciler ve tüketiciler gıda güvenliğini, kalitesini ve izlenebilirliğini garanti altına almak için sürekli olarak yenilikçi ve yaratıcı gıda ambalajları talep etmektedir. Bu noktada akıllı ambalaj sistemleri geliştirilmekte ve bu ihtiyaçları karşılayabilme potansiyeli taşıyan uygulamalar olduğu dikkat çekmektedir. Akıllı ambalajlar; ürünün raf ömrünü artırması, gıda sahteciliğini azaltması, tüketiciye ürün hakkında bilgi vermesi, ürünün görünüm, doku ve ağız hissi gibi kalite özelliklerini iyileştirmesi sebebiyle kullanılmaya başlanmıştır. Akıllı ambalajlar; piyasada balık, tavuk eti, domuz eti, sığır eti, keçi sütü, elma ve dolmalık biber, susam yağı gibi çeşitli ürün gruplarında mikrobiyolojik yönden kalitenin değerlendirilmesi, raf ömrü tespiti, ürün tazeliğinin değerlendirilmesi gibi özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır. Özellikle kolay bozulma özelliği taşıyan gıdalar, akıllı ambalajlama için en önemli hedef gruptur. Piyasada COX Technologies, Temptime Corp, Mondi Plc, Timestrip UK Ltd. vb. akıllı ambalajlama sistemleri üreten firmalar mevcuttur. Temptime Corp firmasının ürettiği olduğu diasetilenik monomerlerin polimerizasyonu reaksiyonuna dayanan ve etiketin merkez kısmında renk değişimi oluşturan Fresh-Check® markalı sıcaklık-zaman indikatörü yapışkan etiket formunu alabilen ve ambalajın parçası olabilen bu etiketlerin hassas alanları kararır. Dış kısmı, referans renk halkası içeren polimer olmayan bir yapıdadır. İç halkanın rengi dış halka ile karşılaştırılır. İndikatörün 5 °C'de bozulma zamanı 9,36 gün olduğu için buzdolabı sıcaklığında bir hafta depolanması gereken tüketime hazır gıdalar gibi taze gıdalarda, hazır yemeklerde ve dondurulmuş ürünlerde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Gıda ambalajlama; Akıllı ambalaj; Raf ömrü; İndikatör ambalaj; Akıllı sensör.

SMART PACKAGING APPLICATIONS USED IN FOOD

Abstract

Smart packaging is systems that monitor the conditions of packaged food to provide information about the quality of packaged food during transportation and storage. They help identify processes that strongly influence the quality characteristics of food and improve quality efficiently. Food manufacturers, logistics operators, retailers and consumers constantly demand innovative and creative food packaging to ensure food safety, quality and traceability. At this point, intelligent packaging systems are being developed and it is noteworthy that there are applications that have the potential to meet these needs. Smart packaging; It has started to be used because it increases the shelf life of the product, reduces food counterfeiting, informs the consumer about the product, and improves the quality features of the product such as appearance, texture and mouthfeel. Smart packaging; It is used in the market due to its features such as microbiological quality evaluation, shelf life determination, product freshness evaluation in various product groups such as fish, chicken meat, pork, beef, goat's milk, apple and bell pepper, sesame oil. Especially perishable foods are the most important target group for smart packaging. COX Technologies, Temptime Corp, Mondi Plc, Timestrip UK Ltd. etc. There are companies that produce smart packaging systems. The sensitive areas of these labels, which can take the form of a Fresh-Check® branded temperature-time inductor adhesive label, which is based on the polymerization reaction of diacetylenic monomers produced by Temptime Corp, and creates a color change in the center of the label, and can be a part of the package, darken. The exterior is a non-polymer structure with a reference color ring. The color of the inner ring is compared with the outer ring. Since the indicator has a deterioration time of 9.36 days at 5 °C, it can be

used in fresh foods, ready meals and frozen products such as ready-to-eat foods that need to be stored at refrigerator temperature for one week.

Keywords: Food packaging; Smart packaging; Shelf life; Indicator packaging; Smart sensor.

EGE BÖLGESİ'NDE SIĞIRLARDA AKABANE VİRUS (AKAV) ENFEKSİYONUNUN SEROLOJİK ARAŞTIRILMASI

Murat KAPLAN

İzmir/Bornova Veteriner Kontrol Enstitüsü-Viroloji Bölümü, 35010, Bornova/İzmir
kaplanmurat10@gmail.com

Özet

Amaç: Akabane Virus (AKAV) enfeksiyonları sığır, koyun ve keçilerde abortlara neden olan ve culicoides cinsi sineklerle bulaşan önemli viral etkenlerden biridir. Bu çalışmanın amacı, coğrafi özellikleri dolayısıyla arboviruslar açısından önemli bir rezervuar olan Ege Bölgesi'nde AKAV enfeksiyonunun serolojik olarak araştırılmasıdır.

Gereç- Yöntem: Ege Bölgesi'nde bulunan İzmir, Manisa, Muğla ve Aydın illerinden 30'ar adet sığır basit rastgele yöntemle örneklenmiştir. Toplam 120 sığırdan alınan kan serumu örnekleri 56 °C'de 30 dk inaktive edildikten sonra ELISA yöntemiyle (AKAV antikor yönünden test edilmiştir).

Bulgular: Ege Bölgesi'nde dört ilden toplanan 120 adet kan serumundan 40 adeti pozitif bulunmuştur ve sığırlarda AKAV prevalansı %33,3 olarak hesaplanmıştır. İzmir, Manisa, Muğla ve Aydın illerindeki seropozitiflik sırasıyla %13,3; %50; %30 ve %40 olarak tespit edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç: Bu çalışmanın sonuçları diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek bir prevalans tespit edilmiştir. Türkiye' de daha önce yapılan serolojik çalışmalarda da sığırlarda %0.14 (Karaoğlu ve ark., 2007), %22 (Albayrak ve Özkan, 2010) %9,72 (Özgünlük ve ark., 2013), %2.2 (Yıldırım ve ark., 2015) seropozitiflik tespit edilmiştir. Bu çalışmada AKAV seropozitiflik tespit edilen hayvanların 2020 doğumlu oldukları dikkate alındığında, virusun yakın zamanda sirkülasyonunun olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, AKAV enfeksiyonunun tedavisinin ve aşısının bulunmaması, en etkili mücadele yöntemi olarak vektör mücadelesini öne çıkarmaktadır. Elde edilen prevalans baz alındığında, anormal abort vakalarında, yapılan rutin testlerin yanında AKAV virusunun da araştırılması önemlidir. Ayrıca, yapılan bu ön çalışmanın genişletilerek daha fazla popülasyonla ve diğer türleri kapsayacak şekilde yapılması, erken uyarı sistemi açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Abort, akabane, Ege Bölgesi, prevalans, sığır

SEROLOGICAL INVESTIGATION OF AKABANE VIRUS (AKAV) INFECTION IN CATTLE IN AEGEAN REGION

Abstract

Objective: Akabane Virus (AKAV) infections are one of the important viral agents that cause abortions in cattle, sheep and goats and are transmitted by flies of the genus culicoides. The aim of this study was to serologically investigate AKAV infection in the Aegean Region, which is an important reservoir for arboviruses due to its geographical features.

Materials - Methods: Thirty cattle each from İzmir, Manisa, Muğla and Aydın provinces in the Aegean Region were sampled by random method. Blood serum samples collected from a total of 120 cattle were inactivated at 56 °C for 30 minutes and then tested for AKAV antibodies by ELISA method.

Results: Forty samples out of 120 were found to be AKAV antibody positive and the pre-prevalence of AKAV in cattle in the Aegean Region was calculated as 33.3%. Seropositivity in İzmir, Manisa, Muğla and Aydın provinces were determined as 13.3%, 50%, 30%, 40%, respectively.

Discussion and Conclusion: In this study, a very high prevalence of AKA in cattle was determined when compare the other studies. Seropositivity in cattle of 0.14% (Karaoğlu et al., 2007), 22% (Albayrak and Özcan, 2010) 9.72% (Özgünlük et al., 2013), 2.2% (Yıldırım et al., 2015) were found in previous studies. Considering that the animals with AKAV seropositivity in this study were born in 2020, it shows that the virus circulation have been continuing recently.

In conclusion, the absence of treatment and vaccine for AKAV infection highlights vector control as the most effective control method. Based on the prevalence obtained, it is important to investigate the AKAV virus in addition to routine tests in cases of abnormal abortion. In addition, it is important for the early warning system to expand this preliminary study to include more populations and other species.

Key Words: Abort, Aegean Region, akabane, cattle, prevalence

DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜ KONSANTRASYONUNUN MISIR PROTEİNİ YENİLEBİLİR FİMLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Furkan Türker SARICAOĞLU

Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
furkan.saricaoglu@btu.edu.tr

Ebubekir Kul

Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
ebubekir.kul@tarimorman.gov.tr

Özet

Dünyada meydana gelen nüfus artışıyla beraber tarımsal üretimin de önemi artmıştır. Ancak ticari ve sosyolojik açıdan artan tarımsal üretimin yanında, tarladan sofraya varıncaya kadar çeşitli nedenlerle gıdalarda meydana gelen kayıpların ve israfın önlenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu açıdan bakıldığında gıda endüstrisindeki gelişmeler üretim verimliliğini artırmanın yanı sıra gıdanın verimliliğini de arttırmayı hedeflemektedir. Yenilebilir film ve kaplama teknolojisi hem gıdanın nicel ve nitel özelliklerini artırmada, hem de salt ambalajın dezavantajlarını gidermede oldukça etkili olduğu yapılan çalışmalarla karşımıza çıkmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde plastikleştirici kullanımı kaçınılmaz bir gerçektir. Bu amaçla gliserol, sorbitol, poli etilen glikol gibi maddelerin kullanıldığı, bunların haricinde farklı malzemelerin plastikleştirici etkilerinin araştırıldığı bilinmektedir. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde derin ötektik çözücülerin plastikleştirici olarak kullanılması ile film ve kaplamaların özelliklerinde belirgin şekilde değişiklikler meydana geldiği çeşitli çalışmalarda karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada; mısır proteininden (zein) yenilebilir film üretmek amacıyla kolin klorür ve PEG-400 karışımlarından hazırlanan derin ötektik çözücü %5, %10, %15, %20, %25 ve %30 oranlarında plastikleştirici olarak kullanılmış ve filmlerin mekanik özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada üretilen filmlerin; çekme kuvveti, kopma uzaması, patlama kuvveti ve patlama uzaması gibi mekanik özelliklerinin derin ötektik çözelti kullanılarak üretilen filmlerin kontrol filmine göre değişimi incelenmiştir. Derin ötektik çözücü kullanılarak üretilen filmlerden %25 ve %30 oranda hazırlanmış filmlerin kontrol filmine kıyasla mekanik özelliklerde belirgin bir farklılık olduğu; çekme kuvveti, kopma uzaması, patlama kuvveti ve patlama uzaması özelliklerinin derin ötektik çözelti kullanılarak üretilen filmlerde gelişim gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yenilebilir film ve kaplama, Derin ötektik çözelti, Zein film, Mekanik özellikler.

THE EFFECT OF DEEP EUTECTIC SOLVENT CONCENTRATION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF CORN PROTEIN EDIBLE FILMS

Abstract

With the increase in population in the world, the importance of agricultural production has also increased. However, in addition to the increasing agricultural production in terms of commercial and sociological aspects, it is very important to prevent losses and waste in food for various reasons, from the field to the table. From this point of view, developments in the food industry aim to increase the efficiency of food as well as increase production efficiency. Edible film and coating technology is seen in studies that are very effective both in increasing the quantitative and qualitative characteristics of food and in eliminating the disadvantages of pure packaging. The use of plasticizers in the production of edible films and coatings is an inevitable reality. For this purpose, it is known that substances such as glycerol, sorbitol, polyethylene glycol are used, and the plasticizing effects of different materials are investigated. Various studies show that the use of deep eutectic solvents as plasticizers in the production of edible films and coatings results in significant changes in the properties of films and coatings. In this study; In order to produce edible films from corn protein (zein), a deep eutectic solvent prepared from choline chloride and PEG-400 mixtures was used as a plasticizer at the rates of 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%, and its effect on the mechanical properties of the films was investigated. The films produced in the study; The variation of mechanical properties such as tensile force, elongation at break,

burst force and burst elongation of the films produced by using deep eutectic solution compared to the control film was investigated.

It was found that there is a significant difference in mechanical properties of the films prepared by using a deep eutectic solvent at a rate of 25% and 30% compared to the control film; It was determined that the tensile strength, elongation at break, burst force and burst elongation properties improved in films produced using deep eutectic solution.

Keywords: Edible film and coating, Deep euthanasia solution, Zein film, Mechanical properties.

REMOVAL OF TOTAL ORGANIC CARBON FROM BRODE INDUSTRY WASTEWATER BY ELECTROOXIDATION

Hasan Hüseyin Ayhan

Kocaeli University / Science and Art Faculty, Chemistry Department
hhayhan21@gmail.com,

Seda Karayünlü Bozbaş

Kocaeli University / Science and Art Faculty, Chemistry Department
sedak@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5177-3826

Abstract

For fabric and embroidery process in textile industry process steps; chemicals such as sodium hydroxide, silicates, chlorine, sodium bisulfite, detergents, enzymes for hydrolysis of starch, acids, hydrogen peroxide, sodium hypochlorite and yarn dye are used. These used chemicals are also a source of pollution in wastewater. In this study, electrooxidation method was used to reduce the Total Organic Carbon (TOC) amount to the discharge limits in the wastewater of the brode industry. TOC is the amount of carbon in an organic compound. TOC is also a measure of the level of organic molecules or pollutants in treated water. It is an analytical technique that helps organizations understand whether the water they use is pure enough for their process. The most suitable pH, temperature, current, electrolyte amount and time parameters of the electrolysis medium were determined by the classical method in order to remove the TOC amount in the wastewater by electrooxidation. NaCl was used to increase the conductivity of the wastewater. The TOC amount in the wastewater was reduced from 6584 to 159.10 and the removal rate was 97.58% . This value was obtained by using BDD (Boron Doped Diamond) and steel electrodes when the electrooxidation solution's ambient pH was 7.01, 6 amps current, electrolyte amount of 3 g/L, at 25 °C temperature, after 10 hours.

Keywords: Embroidery, TOC, Electrooxidation.

AFET ACİL DURUM VE KRİZ YÖNETİM SİSTEMİ'NDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANIMI

Murat Yaman

Balıkesir Büyükşehir Belediyesi, Fen İşleri Daire Başkanlığı
murat.yaman@balikesir.bel.tr

Sadık Can Demir

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
sadkcandemir@gmail.com

Ayşenur Çelik

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
ayşenurcelik287@gmail.com

Özet

Balıkesir Büyükşehir Belediyesi, İtfaiye Daire Başkanlığı bünyesinde kurulan Afet Koordinasyon Merkezi ile birlikte şehrsel ve kırsal alanları ayırt etmeksizin tüm ilde gerçekleşen afet ve acil durumların Coğrafi Bilgi Sistemleri ile ortak bir veri tabanında canlı olarak toplanıp, akıllı koordinasyon sürecinin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu süreç, afet veya acil durum anında, birden fazla parametrenin aynı anda, aynı ortamda değerlendirilmesini ve bununla birlikte hızlı ve etkin müdahale imkânını sunabilecektir. Bu doğrultuda Balıkesir İtfaiyesi'ne ait envanter bilgileri, ile ait grafik ve vektör veri setleri dijital ortamda oluşturulmaya başlanmış olup bu verilerle CBS ortamına aktarma süreci tamamlanmıştır. Çalışma kapsamında şu ana kadar BAKOM bünyesinde, grup amirlikleri düzeyinde; müdahale personelleri ve görevleri, kullanılan araçların model ve cinsinden lastik ebadına kadar birçok detay, veri tabanına aktarılmıştır. Hidrant verileri sayısallaştırılarak mevcut durumları tespit edilip, etki alanları ve yoğunluk analizleri yapılmıştır. İtfaiye araçlarına en uygun rotanın tespiti için trafik yoğunluğu servisi web ortamından cbs ortamına aktarılmıştır. I. derece deprem bölgesi olan Balıkesir'de pilot olarak seçilen merkez Karesi ilçesinde geçici toplanma alanlarına ait erişilebilirlik ve kapasite analizleri gerçekleştirilerek diğer ilçeler için de analizlerin yapılmasına başlanmıştır. Balıkesir'e ait; alt ve üst yapı, numarataj, deprem, jeoloji, jeomorfoloji, meteoroloji, 112 ihbarları, toplanma, geçici barınma alanları ve diğer sorgulanabilir verilerin tek sistem üzerinden canlı olarak görüntülenebilmesi afet ve acil durum karar mekanizmasını üst seviyeye çıkaracaktır. Bu veriler ışığında yapılan analizlerle, kısa sürede çeşitli öneriler ortaya konulabilecektir. Söz konusu verilerin üretimi Balıkesir Büyükşehir Belediyesi kendi kaynakları ile gerçekleşmektedir.

Anahtar Kelimeler: CBS, Kriz Yönetimi, BAKOM, Veri Tabanı

IN THE DISASTER EMERGENCY AND CRISIS MANAGEMENT SYSTEM USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Abstract

With the Disaster Coordination Center established under the Fire Brigade Department of Balıkesir Metropolitan Municipality, it is aimed to collect the disasters and emergencies that occur in the entire province, regardless of urban and rural areas, live in a common database with Geographical Information Systems, and realize the intelligent coordination process. This process will enable the evaluation of more than one parameter in the same environment at the same time in the event of a disaster or emergency, along with the possibility of rapid and effective intervention. In this direction, the inventory information of Balıkesir Fire Department, graphic and vector data sets of the province began to be created in digital environment, and the process of transferring these data to the GIS environment was completed. Within the scope of the study, within the body of BAKOM, at the level of group supervisors; Many details such as the response personnel and their duties, the model and type of the vehicles used, and the tire size have been transferred to the database. Hydrant data were digitized and their current status was determined, and impact areas and density analyzes were made. In order to determine the most suitable route for fire trucks, the traffic density service was transferred from the web environment to the GIS environment. In

the central Karesi district, which was selected as a pilot in Balıkesir, which is a first degree earthquake zone, accessibility and capacity analyzes of the temporary assembly areas were carried out and analyzes were started for other districts as well. It belongs to Balıkesir; Live viewing of infrastructure and superstructure, numbering, earthquake, geology, geomorphology, meteorology, 112 notifications, assembly, temporary accommodation areas and other questionable data through a single system will increase the disaster and emergency decision mechanism to the next level. With the analyzes made in the light of these data, various suggestions can be put forward in a short time. The production of the said data is carried out by Balıkesir Metropolitan Municipality with its own resources.

Keyword: GIS, Crisis Management, BAKOM, Database

BLOK ZİNCİRİ İLE MİKROSERVİSLERİN ENTEGRASYONU

Talha Samet SOLAKOĞLU

Kuveyt Türk Katılım Bankası, AR-GE Merkezi, Kocaeli
talha.solakoglu@kuveytturk.com.tr

Mehmet Zeki KONYAR

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği
mzeki.konyar@kocaeli.edu.tr

Özet

Dünya üzerinde dijital verinin artmasıyla birlikte bilginin depolanması ve paylaşılması için farklı çözümler geliştirilmiştir. Organizasyonlar bilgi teknolojileri hizmetlerini sağlamak için veri merkezi gibi devasa yatırımlar yapmaktadırlar. Böylece kurumlar veri merkezi yatırımlarını büyütürken hizmetlerini kesintisiz bir şekilde sunmaya çalışırlar. Günümüzde Blok zinciri teknolojisi ile kayıtlar, yüksek güvenlik gerektiren veri merkezleri yerine dağıtık noktalarda düğümler üzerinde bir uzlaşma mekanizması yardımıyla tutulmaktadır. Blok Zinciri Teknolojisi ile kazanılan en önemli değer Blok Zincirinde tutulan verilerin doğruluğuna olan güvendir. Ancak Blok Zinciri uygulamaları çok zor ve karmaşıktır. Bu nedenle yaygınlaştırılması noktasında en büyük engel kurumların altyapıları ile entegrasyon ve uyumsuzluk problemleridir. Bu zorluk ve uyumsuzluğu, yazılım uygulamalarında belirli özellik ya da fonksiyonu sağlayan, bir tek amaca hizmet eden, bağımsız yazılım servisleri olan mikroservis mimarileri yardımıyla entegrasyon ve kolay kullanım sağlanabilmektedir. Bir blok zinciri ağını dağıtmak ve imaj belirlemek ve bu imajı çekmek gibi işlemlerin mikroservis altyapılarıyla gerçekleştirmek oldukça kolay olmaktadır. Bununla birlikte bir blok zinciri ağında versiyon güncellemek, dağıtılan bilginin düzenlenmesi ya da dağıtılan bilginin geri çekilmesi gibi bir durum sistemdeki karmaşadan dolayı söz konusu değildir. Blok zincirinin ortaya çıkış nedeni gereği dağıtılan bir ağda bir gerçeğin kaynağı olarak değiştirilemez defterler bulunmaktadır. Tasarlanan bu yapıyla, açık ağları korumak amaçlanmışsa da özel ağlarda bu duruma ihtiyaç duyulmayacağından ve de ağda daha fazla kontrol ihtiyacı olacağından bilginin değiştirilebilir, güncellenebilir veya geri alınabilir özelliği olması kurumların özel blok zincir ağında gerçekleştirecekleri işlemleri kolaylaştıracaktır. Sonuç olarak bir blok zinciri ağının mikroservisler üzerinde çalıştırıldığı durumda ağın yönetiminde esneklik sağlanır. Ayrıca uygulamaların dağıtımında kolaylık, standart paketleme ve dağıtım modeli ve altyapıda esneklik sağlayacak ve özel ağlarda blok zinciri uygulamalarının yaygınlaşmasına fayda sağlayacaktır. Bu çalışmada özel blok zinciri ağlarının mikroservisler üzerinde gerçekleştirilmesi ile ilgili öngörüler ve çıktılar ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Blok Zinciri, Dağıtık Mimari, Mikroservis, Yazılım Mimarisi.

Integration of Microservices with Blockchain

Abstract

With the increase in digital data over the worldwide, different solutions have been developed for storing and sharing of information. Organizations make huge investments such as data center to provide information technology services. Thus, institutions try to provide their services uninterruptedly by increasing their data center investments. Nowadays, with Blockchain Technology, records are kept at distributed points with the help of a consensus mechanism on nodes instead of data centers that require high security. The most important earned value with Blockchain Technology is the confidence in the accuracy of the data from the Blockchain. However, Blockchain applications are very difficult and complex. For that reason, the biggest obstacle spread of technology is the problems of integration and mismatch with the infrastructures of the institutions. This difficulty and mismatching can be achieved with the help of microservice architectures, which are independent software services that provide certain features or functions in software applications, serve a single purpose, and provide integration and ease of use. Deploying a blockchain network and setting an image and pulling that image are very easy to execute with microservice infrastructures. However, updating the version in a blockchain network, editing the distributed information, and withdrawing the distributed information is not in question due

to the complexity in the system. Due to intrinsically of the blockchain, there are non-editable ledgers as a source of truth in a distributed network. With this designed structure, although it is aimed to protect open networks, there will not be needed this situation in private networks and there will be need more control in the network, the fact that the information can be changed, updated, or retrieved will facilitate. As a result, when a blockchain network is running on microservices it provides flexibility in the management of the network. In addition, it will provide convenience in the deployment of applications, standard packaging and distribution model and flexibility in infrastructure, and will benefit the widespread use of blockchain applications in private networks. In this study, the visions and outputs related to the implementation of private blockchain networks on microservices are discussed.

Keywords: Blockchain, Distributed Architecture, Microservices, Software Architecture.

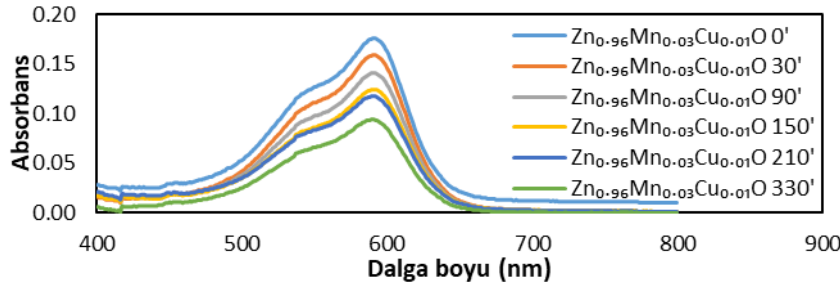
BAKIR-MANGAN KATKILI ZNO NANOPARÇACIKLARIN KARAKTERİZASYONU: FOTOKATALİTİK VE HEMOLİTİK ÖZELLİKLER

Bestenur YALÇIN

Bahçeşehir Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri
Programı, 34353, Beşiktaş, İSTANBUL-TÜRKİYE
Bestenur.yalcin@eng.bau.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7233-6561

Özet

Çinko oksit (ZnO) esaslı nano boyutlu parçacıklar, yüksek yüzey/hacim oranı, mükemmel foto-kararlılık gibi malzeme özellikleri nedeniyle son derece dikkat çekmektedir. ZnO esaslı nano parçacıklar, manyetik rezonans görüntüleme, kontrollü ilaç salımı ve manyetik hipertermi gibi tıbbi ve biyomedikal uygulamalar bakımından da araştırılmaktadır. Bu çalışmada, sol-jel yöntemiyle sentezlenmiş mangan-bakır ikili katkı yapılmış çinko oksit ($Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ $x=0.00, 0.01, 0.03, 0.05, 0.10$) nano parçacıkların yapısal özellikleri, fotokatalitik ve hemolitik özellikleri aynı yöntemle sentezlenmiş nano boyutlu ZnO parçacıklar ile kıyaslamalı olarak incelenmiştir. Örneklerin kristal yapı ve yüzey morfolojisi sırasıyla x-ışını kırınım spektroskopisi (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir. XRD analizleri, sentezlenen nano-parçacıkların altıgen Wurtzite örgü yapısına sahip olduğunu göstermiştir. SEM incelemeleri, $Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ nano parçacıkların küresel yapıda ve aglomere halde bulunduğunu göstermiştir. Gerçekleştirilen yapısal karakterizasyonlara ilaveten, $Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ nano parçacıkların fotokatalitik özellikleri de incelenmiş, bu amaçla model organik molekül olarak seçilen metilen mavisinin (MB) $Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ nano parçacıklar varlığındaki fotokatalitik bozunma süreci ultraviyole-görünür alan (UV-vis) spektroskopisi ile takip edilmiştir. Şekil 1.1 ile verilen UV spektrumları incelenen numunelerden biri ($Zn_{0.96}Mn_{0.03}Cu_{0.01}O$) varlığında, 0-330 dakika aralığındaki MB foto-bozunma dinamiğini göstermektedir.



Şekil 1.1: $Zn_{0.96}Mn_{0.03}Cu_{0.01}O$ nano parçacıklar varlığında zamanın bir fonksiyonu olarak MB foto-bozunması için UV-vis spektrumu.

Gram nano parçacık başına bozunan MB kütlesi (q), $Zn_{0.94}Mn_{0.05}Cu_{0.01}O$ varlığında gerçekleşen foto-bozunma sürecinde $0.826mg\ g^{-1}$ değerine ulaşmıştır. İki farklı $Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ nanoparçacık konsantrasyonu ($1.0mg\ ml^{-1}$ ve $5.0mg\ ml^{-1}$) ile gerçekleştirilen kan uyumluluğu testleri ile, numunelerin Mn katkı oranı ile değişen ve nanoparçacık konsantrasyonuna bağlı olan hemolitik aktiviteler gösterdikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çinko oksit, fotokataliz, kan uyumluluğu, metilen mavisi.

CHARACTERIZATION OF COPPER-MANGANESE CO-DOPED ZNO NANOPARTICLES: PHOTOCATALYTIC AND HEMOLYTIC PROPERTIES

Abstract

Zinc oxide (ZnO) based nano-sized particles attract attention due to their material properties such as high surface/volume ratio and excellent photo-stability. ZnO-based nanoparticles are widely investigated for medical and biomedical purposes such as magnetic resonance imaging, controlled drug release, and magnetic hyperthermia. In this study, the structural properties, photocatalytic and hemolytic properties of manganese-copper doped zinc oxide nanoparticles ($Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ $x=0.00, 0.01, 0.03,$

0.05, 0.10) synthesized by the sol-gel method were compared with the nano-sized ZnO particles synthesized by the same method. The crystal structure and surface morphology of the samples were investigated using x-ray diffraction spectroscopy (XRD) and scanning electron microscopy (SEM), respectively. XRD analyzes showed that the synthesized nanoparticles had a hexagonal Wurtzite lattice structure. SEM studies have shown that the $Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ nanoparticles were spherical and agglomerated. In addition to the structural characterizations, the photocatalytic properties of the nanoparticles were also investigated. Methylene blue (MB) was selected as a model organic molecule and the photocatalytic degradation process of MB in the presence of $Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ nanoparticles was followed by ultraviolet-visible field (UV-vis) spectroscopy. The UV-vis spectra given in Figure 1.1 shows the MB photo-degradation dynamics in the range of 0-330 minutes in the presence of one of the examined samples ($Zn_{0.96}Mn_{0.03}Cu_{0.01}O$).

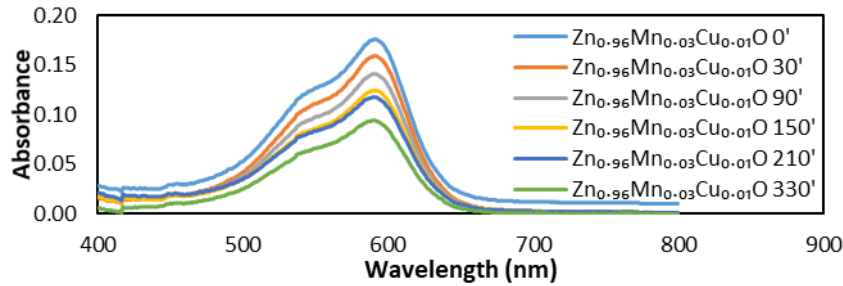


Figure 1.1: UV-vis spectra for MB photo-degradation as a function of time in the presence of $Zn_{0.96}Mn_{0.03}Cu_{0.01}O$ nanoparticles.

The mass of MB decomposed per gram nanoparticle (q) was reached a value of $0.826mg\ g^{-1}$ during the photodegradation process of $Zn_{0.94}Mn_{0.05}Cu_{0.01}O$. Blood compatibility tests performed with two different $Zn_{0.99-x}Mn_xCu_{0.01}O$ nanoparticle concentrations ($1.0mg\ ml^{-1}$ and $5.0mg\ ml^{-1}$) proved that the samples have varying hemolytic activities with the Mn doping ratio and also depend on the nanoparticle concentration.

Keywords: Zinc oxide, photocatalysis, blood compatibility, methylene blue.

USAGE OF BIOSENSORS IN MILK TECHNOLOGY

Tekin DEMİR

University of Van Yüzüncü Yıl / Institute Of Natural And Applied Science
tekindemir@smail.yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3813-1693

Şehriban OĞUZ

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sehribanoguz@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6889-9487

Seval ANDİÇ

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sevalandic@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8306-0222

Abstract

In the food industry, the quality of a product is evaluated by periodic chemical and microbiological analyzes. The composition and quality of the product is traditionally determined using methods such as chromatography, spectrophotometry, electrophoresis, and titration. Since it takes a long time to get results with these methods, fast results cannot be obtained. Therefore, it also makes traceability difficult. In addition, the disadvantages of these techniques are that the devices are expensive, the need for trained personnel and the long duration of the procedures. Today, as a result of developments in biology and biochemical sciences, biosensors, which are defined as bioanalytical mechanisms that can be measured and converted into a physical signal, have been produced. With these sensors, high specificity results can be obtained for real-time analysis. In addition, mass production, high precision, speed and simple use are widely known advantages. In milk technology, they are used in the analysis of milk components (such as protein, fat, vitamins), in the analysis of milk contaminants (residues and toxins) and in the detection of pathogenic microorganisms (*Salmonella*, *Listeria*, *Escherichia coli* O157: H7) in milk.

Keywords: Biosensors, real-time analysis, detection, traceability.

Produced from the unsubmitted a PhD dissertation under the supervision of Prof. Dr. Seval ANDİÇ.

USING 3D PRINTER IN THE FOOD INDUSTRY

Şehriban OĞUZ

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sehribanoguz@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6889-9487

Seval ANDIÇ

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sevalandic@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8306-0222

Evin SEVMİŞ

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
ORCID: 0000-0001-7812-8870

Abstract

The three-dimensional (3D) printer technology, which has been developed in recent years, is a new technology used in the food industry for the production of customized nutritional contents, the development/detailing of the texture in foods and the production of customized food designed (complex geometry) structures. This technology is based on layering a three-dimensional model and layering the material on top of each other until the desired shape is achieved. Complex and fantastic food designs that cannot be achieved with traditional production can be produced with automated and repeatable systems, or as a result of individual use of these printers. In today's world, it has been widely used in the production of many foods that are desired to have different shapes, textures and properties. Pasta, pizza, chocolate and cookies are some food items produced using 3D printers. In addition, they can also be used for decoration or the production of filled products. Extrusion-based printing, selective laser sintering (SLS), binder jetting and inkjet printing are the most commonly used 3D printing techniques in the food industry.

Keywords: 3D printer, customized food, food design.

ELEKTİRİKLİ ARAÇLARIN NESNE TANIMA İLE OTONOM SÜRÜLMESİ

Safa Canberk Kaplan

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Mekatronik Mühendisliği Bölümü
canberkkaplan54@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2151-3193

Bekir Batuhan Urtekin

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Mekatronik Mühendisliği Bölümü
urtekinbekirbatuhan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7949-6568

Hüseyin Metin Ertunç

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Mekatronik Mühendisliği Bölümü
hmertunc@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1874-3104

Özet

Günümüzde Otonom araçlar büyük bir ilgi uyandırmaktadır. Üzerinde bulunan kameralar ve çeşitli sensörler sayesinde sürücüsüz bir şekilde güvenli sürüş imkânı sunan otonom araçların trafik kazalarını çok büyük oranda azaltacağı ön görülmektedir. Bu yüzden neredeyse tüm otomobil üreticileri otonom araçlar üzerine çalışmalar yapmaya başlamıştır. Bu çalışmalarda üreticiler, otonom araçların temelini oluşturan rota oluşturma, nesne algılama ve şerit takibi gibi konular üzerinde farklı yaklaşımlarda bulunmuştur. Bu çalışmada LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) sensörü ve kameralardan gelen verilerin kullanılmasıyla nesne algılama işleminin nasıl yapıldığı ve bu verilerin otonom sürüşü gerçekleştiren birimlere nasıl iletildiği sunulmuştur. Gerçekleştirilen çalışmada, donanım ve yazılım arası haberleşmeyi sağlayan bir yazılım iskeleti olan ROS (Robot Operating System), ROS aracılığıyla kameralar ve LIDAR'dan alınan verileri anlamlandırmak ve böylece aracın hareketini sağlamak içinde Arduino mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Ayrıca araç üzerindeki fren, direksiyon ve gaz pedalı sistemlerinde drive-by-wire teknolojisi kullanılmıştır. Tamamlanan bu çalışmada sonuç olarak prototip bir elektrikli aracın üzerine LIDAR ve kamera yerleştirilerek trafik ışıklarını ve levhaları tanıyan, etrafındaki nesnelere göre yolunu bulabilen bir otonom araç geliştirilmiştir. Söz konusu araç ile 2021 yılında Teknofest kapsamında düzenlenen Robotaksi-Binek Otonom Araç Yarışına iştirak edilerek geliştirilen donanım ve yazılımın performansı test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ROS, nesne tanıma, LIDAR, drive-by-wire

DAĞITIM ŞEBEKESİNDE BATARYA BİRİMLERİNİN OPTİMAL ŞEKİLDE İŞLETİLMESİ

Süleyman TUNÇEL

Gebze Teknik Üniversitesi /Mühendislik Fakültesi /Elektronik Mühendisliği Bölümü
suleymantuncel@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4565-2590

Tuba GÖZEL

Gebze Teknik Üniversitesi /Mühendislik Fakültesi /Elektronik Mühendisliği Bölümü
tgozel@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4798-0635

Emin DEMİRBAŞ

Gebze Teknik Üniversitesi /Mühendislik Fakültesi /Elektronik Mühendisliği Bölümü
Edemirbas2018@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5602-0655

Özet

İklim değişikliği ve küresel ısınma problemiyle mücadele etmenin en kritik yollarından biri yenilenebilir enerji kaynaklarından (YEK) elektrik enerjisi üretmektir, birçok ülke Yek'lerden defa fazla faydalana bilmek birçok teşvik ve regülasyon yayınlamaktadır. Enerji depolama birimlerinin (EDB) Yek'lerin kullanımlarını oranlarını arttırmadaki rolü kritiktir ve benzer şekilde EDB'lerin dağıtım sistemlerine entegrasyonu desteklenmekte, sayıları hızla artmaktadır. Bu çalışmada dağıtım sistemlerinde sıkça kullanılan bir enerji depolama sistemi olan batarya sisteminin işletme faaliyetleri optimal şekilde düzenlenmiştir. Batarya şarj ve deşarj planlaması 24 saatlik süre için yapılmıştır ve minimum aktif güç kaybı, reaktif güç kaybı, gerilim sapsması, işletme ve bakım maliyeti koşullarını sağlayacak batarya işletim planlaması tek amaçlı ve bu amaçlardan bir veya daha fazlasını içeren çok amaçlı maliyet fonksiyonu yaklaşımıyla yapılmıştır. Analizler 33 baralı test dağıtım sisteminde, dağıtık jeneratörlerin ve bir veya birden fazla batarya sisteminin bulunduğu durumlar için gerçekleştirilmiştir. Dağıtım sistemindeki yükler ve dağıtık jeneratörlerinin güç katsayıları zamana bağlı değişmektedir. Optimizasyon problemi GAMS yazılımı üzerinde çözülmüştür. Batarya sisteminin optimal planlanması ile 33 baralı dağıtım sisteminde şebeke işletim koşulları önemli derecede iyileştirilmiştir. Ek olarak, bu çalışmada batarya sistemlerinin faaliyetlerinin optimal programlanması ile enerji depolama görevinin yanında dağıtım sisteminin işletilmesine önemli ölçüde iyileştirmesine katkı sağlayabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Batarya sistemleri, batarya şarj-deşarj planlaması, çok amaçlı optimizasyon problemi, dağıtım şebekesi, Enerji depolama birimleri, yenilenebilir enerji

DAĞITIM ŞEBEKESİNDE BATARYA SİSTEMLERİNİN OPTİMAL BÜYÜKLÜK VE LOKASYONUNUN BELİRLENMESİ

Tuba Gözel

Gebze Teknik Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik Mühendisliği
tgozel@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4798-0635

Emin Demirbaş

Gebze Teknik Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik Mühendisliği
edemirbas2018@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5602-0655

Süleyman Tuncel

Gebze Teknik Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik Mühendisliği
suleymantuncel@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4565-2590

Özet

İklim değişikliği ve küresel ısınma tüm insanlığın ortak problemlerindedir ve bu problemin en büyük sebeplerinden biri fosil yakıt kullanımınıdır. Fosil yakıtların çevreye verdikleri zararlar, sınırlı rezervlerinin dengesiz dağılımları yenilenebilir enerji kaynaklarını (YEK) enerji ihtiyacımızın karşılanması için daha çekici hale getirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğe ve küresel ısınmayla mücadelede sağlamış olduğu bütün bu katkılara rağmen güç sistemlerine entegre edilmesinde bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Güç çıktılarının meteorolojik olaylara bağlı ve dalgalı oluşu Yek'lerin şebekeye entegrasyonundaki en büyük zorluktur. Yek'lerin dalgalı güç çıkışları ve meteorolojik olaylardan etkileniyor olması şebekede güvenilirlik problemlerine yol açmaktadır. İkinci büyük problem ise mevcut güç sistemlerinin yüksek seviyede YEK entegrasyonuna uygun olmaması ve yüksek seviyede YEK entegrasyonunun yüksek yatırım maliyetlerine sebep oluyor olmasıdır. Enerji depolama sistemleri (EDS) Yek'lerin kesintili üretimini stabilize ederek ve gerekli yatırımları öteleyerek dağıtım sistemlerindeki yüksek YEK penetrasyonunun önünü açabilmektedirler. EDS'ler, güç kayıplarını ve hat yüklemesini azaltabilir, voltaj profilini iyileştirebilir ve bazı durumlarda şebeke arızalarına katkıda bulunabilir. Ayrıca talep tarafı yönetimi stratejileri ile sistemin dayanıklılığını ve esnekliğini artırarak sistemin daha verimli ve güvenilir bir şekilde işletilmesine olarak sağlarlar. Ancak enerji depolama sistemlerinin yüksek kurulum maliyetlerine sahiptirler, bu nedenle kurulacak olan enerji depolama sisteminin kurulu gücü ve yerleşim barası, yatırım maliyetleri ve güç kayıpları açısından kritiktir. Bu çalışmada sistemin yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte daha ekonomik ve daha güvenilir şekilde işletilebilmesi için voltaj saptması, güç kayıplarını en aza indirecek şekilde EDS'lerin optimal konumlandırılması ve boyutlandırılması üzerine 33 baralı IEEE test dağıtım sisteminde GAMS programı ile çalışılmıştır. Çalışma da EDS'lerin optimal yerleşim ile güç kayıplarının ve gerilim saptmalarını azalabileceği ve sistemin daha verimli ve güvenilir şekilde işletilebileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji, yenilenebilir enerji kaynakları, dağıtım şebekesi, enerji depolama, optimizasyon

UZAKTAN (ÇEVİRİMİÇİ) EĞİTİMDE KULLANILAN TEKNOLOJİK ARAÇLARIN GÜVENLİK YÖNÜNDE İNCELENMESİ

Hikmet Hakan Gürel¹, Gökhan Öner²

^{1,2} Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü Teknoloji Fakültesi
Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe Yerleşkesi 41001, İzmit/KOCAELİ
¹ hhakan.gurel@kocaeli.edu.tr ² gknoner@gmail.com

GİRİŞ

Bu çalışma COVID-19 pandemisi ile birlikte hızlı bir şekilde gündelik hayata giren ve çevrimiçi eğitimde kullanılan teknolojik araçların güvenlik açısından incelenmesi ve araştırılması amacıyla yapılmıştır.

This study was carried out to examine and research the technological tools used in online education, which quickly entered daily life with the COVID-19 pandemic, in terms of security.

ÖZET

1 Aralık 2019 tarihinde ortaya çıkan COVID-19 virüs salgını tüm dünyayı çok kısa sürede etkisi altına almış ve Mart 2020 de Türkiyede ilk vakanın açıklanmasıyla T.C. Cumhurbaşkanlığı tarafından yapılan resmi açıklama ile tüm ilköğretim ve yüksek öğretim öğrencileri 23 Mart 2020 tarihinden itibaren uzaktan eğitime tabi tutulmuştur. Yapılan olan bu çalışmada COVID-19 pandemisi ile birlikte hayatımıza giren çevrimiçi eğitim modelinde kullanılan teknolojik araçlar incelenmiş, bu araçlarda bulunan ve veri gizliliği ve güvenliği konusunda zafiyet oluşturan/oluşturabilecek kısımlar tespit edilmiştir. Çalışması süresince ücretli ve ücretsiz, yerli ve yabancı menşeli çok kullanılan çevrimiçi toplantı (meeting), web semineri (webinar) ve ders yönetim sistemi (LMS) yazılımları incelenmiştir. İncelemesi yapılan, çevrimiçi eğitimin doğrudan altyapısında ve eğitimi destekleyici olarak kullanılan yazılımların tamamına erişimin uçtan uca güvenli protokoller üzerinden yapıldığı ve kullanıcıların kişisel gizlilik talepleri için gerekli özellikleri barındırdığı görülmüş, öte yandan Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Bilgi Güvenliği Rehberinin ana gerekliliklerinden olan ülkeye ait dijital verilerin korunması amacı doğrultusunda öncelikli olarak yerli üreticilerin yazılımlarının kullanımının tercih edilmesi ya da yabancı üreticilere ait yazılımların kurumun kendi kaynaklarında barındırılmasının güvenli yöntem olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Çevrimiçi Eğitim, Dijital Eğitim Güvenliği, Video konferans

SECURITY ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL TOOLS USED IN ONLINE EDUCATION

Abstract

The COVID-19 virus pandemic, which emerged on December 1, 2019, affected the whole world in a very short time, and with the announcement of the first case in Turkey in March 2020, all primary and higher education students have been subjected to distance education as of March 23, 2020 with the official statement made by the Turkish Government.

In this study, the technological tools used in the online education model, which came into our lives with the COVID-19 pandemic, were examined, and the parts in these tools that could create weaknesses in terms of data privacy and security were determined. During the study, both paid and free, widely used (domestic and foreign) online meeting, webinar and course management system (LMS) softwares were examined. It has been observed that, access to all of the software used at online education is made through end-to-end secure protocols and contains the necessary features for users' personal privacy demands. In line with this, it was concluded that it would be a safe method to primarily prefer the use of software from domestic manufacturers or to host software from foreign manufacturers in the institution's own resources.

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE RADIOMİCS TABANLI İSKEMİK İNME TESPİTİ

A. Burak İNNER

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
binner@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0933-654X

M. Ahmet DEMİRTAŞ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Yazılım Mühendisliği
ma.demirtas@alparslan.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4092-7284

Özgür ÇAKIR

Kocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji
cakirozgur@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6565-9488

Törehan ÖZER

Kocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji
cakirozgur@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-1446-758X

Yonca ANIK

Kocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji
yoncaanik@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-6768-2574

Özet

İnme serebrovasküler hastalığa bağlı olarak gelişen, ani olarak meydana gelen, focal nörolojik bir sendromdur. Dünya Sağlık Örgütü, uzun süreli ve ölümlü sonuçlanan inmeleri, serebral işlevlerin küresel bozukluk nedenlerine bağlamıştır. İstemik inme hastalarının en uygun tedavisi radyologlar tarafından collateral dolaşımın görsel incelemesi sonucu yapılmaktadır. Bu tedavi yöntemi, kişilerin farklılığından, tecrübelerinden ve sürekli değişkenlikten muzdariptir. Bu çalışmada, 2012-2018 yılları arasındaki hastalara ait difüzyon MR(manyetik rezonans) ve kontrastsız BT(bilgisayarlı tomografi) görüntülerinden uzman radyologlar tarafından yapılan segmentasyon sonucunda elde edilmiş olan radiomics öznelikleri kullanılmıştır. Veri setinde 19'u kadın 17'si erkek 37 hasta ve 37 sağlıklı toplam 74 kişiye ait özellikler kullanılmıştır. Bu hastalara ait görüntülerin infarkt alanı karşı hemisferdeki simetriği 1 cm çaplı ilgili alanı ROI(region of interest) uzman tarafından, difüzyon sekansları ve adc haritalarına göre manuel olarak işaretlenmiş ve 106 adet doku özelliği elde edilmiştir. İskemik inme hastalarında agresif tümör özelliklerinin erken dönemde tespiti için radyolojik görüntülerin radiomics özellikleri makine öğrenmesi yöntemlerinden K-en yakın komşu(KNN), destek vektör makineleri(SVM), Radyal Tabanlı Fonksiyon(RBF) ve Çok Katmanlı Algılayıcılar(MLP) ile sınıflandırılıp performans analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İskemik inme, radiomics, kontrastsız BT, MR, makine öğrenmesi

EMERGING FOOD SAFETY ISSUES IN PAKISTAN

Tahseen Fatima Miano

Institute of food sciences and technology Sindh Agriculture University, 70060 Tando jam, Pakistan
tahseenfm@yahoo.com

Abstract

Foods have the potential to solve many of the hunger and malnutrition problems and to help protect and preserve the environment by increasing yield and reducing reliance on chemical pesticides and herbicides. The main aim of this study to minimize the emerging issues of food safety in the areas of safety testing, regulation, national policy, food hygienics and food labeling. Pakistan facing many economy issues that impact on agriculture produce, supply chain that ultimately leads food wastage that threatens food safety systems from farm to table. The impact of food safety issues affects the technology on quality features its Processing changes in muscle foods include changes in color, texture, and water holding capacity, with endogenous enzymes playing a major role in the spectacles. Therefore, it is concluded from this study that the emerging issues of food safety in Pakistan government need to be focused with applicable practices of microbial destruction the activation and deactivation of enzymes the functional and nutritional properties of foods with the control of phase change during harvesting till consumption.

Keywords: Food safety, protection, nutritional, consumption.

MAĞAZACILIK SEKTÖRÜNDE MÜŞTERİ İADE NEDENLERİNİN ANALİZİ

Alpaslan Fığlalı

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği
figlalia@kocaeli.edu.tr

Gözde Dalgıç

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği
gozdeedalgic@gmail.com

Özet

Mağazalar doğrudan doğruya ürünün son tüketiciye pazarlanmasının ve satışının yapıldığı perakende noktalarıdır. Perakendeci mağaza mal ve hizmetin üretim noktasından nihai tüketiciye akışı ile ilgili faaliyetlerin çıkış kapısıdır. Halkın hemen hemen her gün uğradığı ve sık sık satın alımlarda bulunduğu yerlerdir. Müşterinin gereksinimi olan ürün ve hizmetlerin sağlanmasının ilk adımı mağazalardır. Bu çalışmada mağazacılık sektöründe faaliyet gösteren uluslararası bir firmanın müşterilerinden çeşitli nedenlerle dönen ürünlerin iade nedenleri analiz edilecek ve önceliklendirilecektir. Böylece benzer durumların tekrarlanmaması için izleyen aşamalarda alınması gereken önlemlere yönelik önemli bir adım atılmış olacaktır. Firma kapasite planlama kararları gereği kumaş üretimini ve konfeksiyon üretimini fason tedarikçilere yaptırmaktadır. Bu çalışmada pilot bir ürün grubu olarak “Erkek bebe” grubunun müşteri iade oranları ve iade nedenleri incelenecek ve Toplam Kalite Yönetimi araçlarından birisi olan pareto analizi ile önem sırasına konacaktır. Ardından en önemli nedenler için oluşturulacak Kılçık Diyagramıyla problemin kök nedenleri belirlenerek ortadan kaldırılması için önerilerde bulunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mağazacılık, Dikim Hataları, Kumaş Hataları, Müşteri İade Nedenleri, Pareto Analizi, Kılçık Diyagramı

ANALYSIS OF CUSTOMER REASONS FOR RETURNS IN THE STORE INDUSTRY

Abstract

The stores are the selling points of the selling prices according to the last estimate. The retailer is the exit door for the purchase of the product to be released from the retailer's production. It is in the places where the public visits almost and makes frequent purchases. Provision of products and services to the customer is the first purchase. It will be evaluated in a way that distinguishes it from products consisting of products from an international customer operating in the merchandising sector. In order to try the same situations again, in the following stages, there will be a shopping for preparations for preparation. The company wears detailed, comprehensive and ready-made clothing without capacity planning. In this study, as a pilot product group, the people to be recruited from the customers for the “Baby Boy” Customer will be examined and ranked in order of importance with the Pareto analysis, which is one of the Total Quality Management tools. It will be taken for problems with Fishbone Diagram.

Keywords: Merchandising, Sewing Errors, Fabric Errors, Customer Return Reasons, Pareto Analysis, Fishbone Diagram

AÇIK EN KUMAŞLARIN EN-BOY FİKSE EDİLMESİ İÇİN GELİŞTİRİLEN SANFOR MAKİNASI TASARIMI VE İMALATI

Oğuzhan ÖZBEK

Menderes Tekstil Ar-Ge Merkezi

oguzhanozbek@arge.menderes.com, ORCID: 0000-0003-4681-3878

Serdar Kaymakçı

Menderes Tekstil Ar-Ge Merkezi

serdarkaymakci@menderes.com, ORCID: 0000-0002-6387-8852

Ceren GÖDE

Pamukkale Üniversitesi / Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Makine ve Metal Teknolojileri
Bölümü

cgode@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6819-4620

Fatma KARAOĞLU

Menderes Tekstil Ar-Ge Merkezi

fatmaipek@arge.menderes.com, ORCID: 0000-0002-4043-3172

Özet

Sanforizasyon işlemi tekstil işletmelerinde genellikle pamuklu kumaşlar olmak üzere viskon, keten gibi selüloz esaslı kumaş tiplerinde, dokuma veya örme öncesinde yaygın olarak uygulanan bir işlemdir. Bu işlemlerde kumaşın üretimi esnasında oluşan gerilimlerin giderilmesi ile kumaşın istenen ebatlara, gramaja, çekmezliğe getirilmesi, kumaşta homojen nem oranının sağlanması ve kumaşın istenilen yüzey efekti almasını sağlanmasında sıkıntılar yaşanmaktadır ve çift sanforizasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sıkıntıları en aza indirmek ve çift sanforizasyonu ortadan kaldırmak için açık en kumaşlarda en-boy fiksesini sağlayan sanfor makinası tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Buradaki temel hedeflerimiz çekmezliği %2 oranında azaltmak, istenilen gramajı tek sanforizasyonla elde etmek ve bu sayede çift sanforizasyonu tek geçişe düşürerek %50 oranında enerji tasarrufu sağlamak ve çift yönlü nemlendirme ünitesi sayesinde kumaşın tamamında homojen bir nem elde etmektir. Ayrıca gelişen teknoloji ile bu prosesin etkili bir şekilde kontrolü ve Endüstri 4.0'a entegrasyonu sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sanforizasyon, Tekstil, Tasarım, İmalat, Geri kazanım

Abstract

Sanforization process is a process that is commonly applied in textile enterprises before weaving or knitting on cellulose-based fabric types such as viscose and linen, generally cotton fabrics. In these processes, problems are experienced in removing the tensions that occur during the production of the fabric, bringing the fabric to the desired dimensions, weight, shrinkage, ensuring the homogeneous moisture ratio in the fabric and ensuring the desired surface effect of the fabric, and double sanforization is needed. In order to minimize these problems and to eliminate double sanforization, a sanforizing machine that provides aspect fixation in open width fabrics has been designed and manufactured. Our main goals here are to reduce shrinkage by 2%, to achieve the desired weight in a single sanforization, and thus to reduce double sanforization to a single pass, to save 50% energy and to obtain homogeneous moisture throughout the fabric. In addition, with the developing technology, this process has been effectively controlled and integrated into Industry 4.0.

Keywords: Sanforization, Textile, Design, Manufacture, Regain

ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THERMOPHILIC LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM WHEY OF KARS KASHAR CHEESE

Şehriban Oğuz

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sehribanoguz@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6889-9487

Seval Andıç

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sevalandic@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8306-0222

Abstract

Kars Kashar cheese is an artisanal cheese produced from raw milk. It is one of the most consumed traditional cheese kinds in Turkey and it is in the pasta filata type cheese group. Traditional production is widely used in Kars Kashar cheese and it is thought that thermophilic lactic acid bacteria are responsible for the characteristic properties of this cheese. The aim of this study was to investigate the thermophilic microbiota of artisanal Kars Kashar cheese and the technological characteristics of obtained isolates. For this aim, 15 whey samples of traditional kashar cheeses produced in different villages of Kars were collected and used as an isolation material. These whey samples were incubated at 45°C to obtain thermophilic whey culture. A total of 250 colonies were isolated from thermophilic whey. A 170 of these were characterized as potential lactic acid bacteria, taking into account the morphological, physiological and biochemical characteristics of the bacteria. The phenotypic identification results showed that *Enterococcus* and *Lactobacillus* were the dominant genera. In addition, all isolates were identified using the MALDI-TOF MS method. According to identification by MALDI-TOF MS were determined as 33.53% *Enterococcus faecium*, 14.71% *Enterococcus faecalis*, 4.71% *Enterococcus durans*, 7.06% *Streptococcus gallolyticus*, 4.12% *Streptococcus thermophilus*, 1.76% *Streptococcus equinus*, 0.59% *Lactococcus garvie*, 12.35% *Lactobacillus fermentum*, 8.82% *Lactobacillus ultunensis*, 8.24% *Lactobacillus delbrueckii*, 2.35% *Lactobacillus helveticus*, 0.59% *Lactobacillus gallinarum*, 0.59% *Lactobacillus rhamnosus* ve 0.59% *Lactobacillus amylovorus*.

Keywords: Lactic acid bacteria, thermophilic whey culture, identification, MALDI-TOF MS

Produced from the unsubmitted a PhD dissertation under the supervision of Prof. Dr. Seval ANDIÇ.

ENERJİ TESİSLERİ İÇİN GİYİLEBİLİR ÇALIŞAN ASİSTANI VE TAKİP SİSTEMİ TASARIMI

Talha Aksoy

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

Murat AYAZ

Kocaeli Üniversitesi, Uzunçiftlik Nuh Çimento MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü
murat.ayaz@kocaeli.edu.tr

Cabir Küçük

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

Işıl Kabacaoğlu

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği
isilkabaca@gmail.com

Özet

Günümüzde enerji tesislerinde hem çalışma hem de çalışma ortamının güvenliğinin sağlanması, üretimin sürdürülebilir hale getirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda enerji tesislerinde iş ve iş sağlığı güvenliği birinci önceliktir. Günümüzün teknolojik gelişmeleri ile sensör ve haberleşme teknolojileri gerçek zamanlı durum tespitlerini mümkün kılacak kadar gelişmiştir. Bu çalışmada, endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan giyilebilir çalışan asistanı ve takip sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Konum takibi ve kablosuz iletişim altyapısı bu çalışmanın en kritik teknolojik gelişim aşamalarıdır. Pozisyon takibi için birçok teknoloji incelenmiştir ve önerilen tasarımda Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ve Bluetooth Düşük Enerji (BLE) tabanlı konum teknolojileri kullanılmıştır. Tasarımın diğer kritik teknolojik altyapısını oluşturan kablosuz haberleşme için hem düşük hem de yüksek frekanslarda çalışan WiFi ve Private LTE gibi teknolojiler kullanım alanları, ihtiyaç duydukları altyapılar ve verimlilik gibi alanlara göre karşılaştırılmıştır. Tasarlanan sistemde konum bilgilerinin yanı sıra çalışanların nabız ve düşme durumları da sürekli izleme merkezine gönderilmektedir. Ayrıca tasarlanan sistemin protokol dönüştürücü gibi kullanılabilmesi sayesinde diğer donanımlarla iletişim kurularak alınan veriler iletebilmektedir. Böylece, gaz dedektörleri gibi kısa mesafeli iletişimi destekleyen cihazlar, uzun mesafeye veri gönderebilecektir. Sistem tasarımı yapılırken performans odaklı bir yapı yerine çalışanın emniyetinin merkeze alındığı bir iş güvenliği modeli gözetilmiştir. Bir enerji santrali için çalışanların konumlarını ve dağılımlarını takip etmek hem günlük operasyonlara yardımcı olacak hem de acil durum yönetimini kolaylaştıracaktır. Birçok endüstriyel tesisin aksine, enerji santrallerinde acil durumlarda herkesi toplamak ve güvence altına almak yerine acil durumlara müdahale etmesi gerekir. Çalışan asistanının enerji santralleri gibi tehlikeli ve çok tehlikeli üretim tesislerinde kullanılması önerilir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, kablosuz haberleşme, enerji tesisleri, giyilebilir teknoloji, nesnelerin interneti, iş sağlığı ve güvenliği

PARKINSON HASTALIĞININ TANISINDA AYAK TABANINDA BULUNAN EN ETKİLİ BÖLGENİN BULUNMASI

Erdoğan Özel

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale MYO, Elektrik ve Enerji
erdoganozel8@gmail.com

Yılmaz Kaya

Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
yilmazkaya1977@gmail.com

Özet

Parkinson Hastalığı (PH) genelde hastanın motor becerileri, konuşması ve diğer vücut işlevlerinde zarara yol açan bir merkezi sinir sistemi bozukluğudur. İlk kez 1817’de İngiliz Doktor James Parkinson tarafından tanımlanan ve “sallayıcı ya da titrek felç” olarak nitelendirilen hastalık dünyada 10 milyona yakın kişiyi etkileyen, yaygın bir nörolojik sağlık sorunudur. Yürüyüş bozuklukları, yürüme hızının azalması ve küçük adımlar şeklinde kendini göstermektedir. Bu çalışmada, Parkinson hastası olan bireyleri yürüyüş işaretlerinden parkinson hastalığının teşhisi için en etkiliği ayak sinyalinin tespit edilmesi için yeni bir yaklaşım önerilmiştir. 8 sağ ve 8 sol ayağa bağlanan toplam 16 adet sensörden alınan yürüyüş işaretlerine; CAR, MCAR ve WCAR yöntemleri uygulanarak, oluşan temiz sinyallerden LBP dönüşümü uygulandıktan sonra istatistiksel öznitelikler çıkarılmıştır. Bu öznitelik grupları KNN, LR ve RF gibi sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında PH teşhisinde hangi ayaktaki işaretlerin etkili olduğu incelenmiştir. Kullanılan veri setine göre PH teşhisinde Sol ayaktaki işaretlerin daha iyi ayırt edici öznitelikler sağladığı görülmüştür. Ayrıca sol ayaktaki hangi sensörlerin daha etkin sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Parkinson Hastalığı, İstatistiksel Metodlar, Sınıflandırma

BAZI ÖZEL TANIMLI MATRİSLERİN NORMLARI VE OYUN DEĞERİ

Okan GALATA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik
okangalata17@gmail.com

Aykut OR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik
aykutor@comu.edu.tr

Özet

Oyun teorisinde amaç oyuncular arasında rasyonel bir etkileşim ortamında kazançlarını optimize edebilmek için sahip olduğu olası seçenekleri ne zaman ve nasıl kullanacağını bilmesidir. Bu çalışmada, oyun teorisinde önemli bir yere sahip olan matris oyunları (iki kişilik sıfır toplamlı oyunlar) ile matris teorisinde önemli bir yere sahip olan matris normları ele alınmaktadır. Ayrıca, çalışma bazı matris normlarının sınırları arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Matris oyunlarında, oyun değeri ile matris normları arasındaki ilişki oyun değerini karakterize etmede önemli bir araçtır. Genel matris normları için herhangi bir üst veya alt sınır yoktur. Ancak Filbert, Hilbert ve Henkel gibi özel tanımlı matrislerde Frobenius ve spektral normlar için alt ve üst sınırlar elde edilebilir. Bu nedenle bu çalışmada özel tanımlı matris normları ve bunların oyun değeri ile ilişkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Filbert matris, matris norm, oyun değeri

3 BOYUTLU YAZICI PARÇALARINDA BAĞLANTI TİPLERİNİN MEKANİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Talip Çelik

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
celiktlp@gmail.com

Orhun Özdemir

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
orhun-321@hotmail.com

İbrahim Mutlu

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
ibrahim.mutlu@kocaeli.edu.tr

Özet

Üç boyutlu (3D) baskı, günümüzün en önemli ve popüler teknolojilerinden biridir. Bu teknoloji geleceğin üretim teknolojisi olarak görülebilir. Bununla birlikte, bu teknoloji sınırlı yapı hacmine sahiptir. Bu nedenle, inşa edilen hacim kısmen tasarlanır ve bu parçalar tasarımı inşa etmek için birbirine bağlanır. Bu çalışmanın amacı, 3D baskılı parçaların mekanik olarak bağlantı tiplerini değerlendirmek ve optimum bağlantı tipini belirlemektir. 3 Boyutlu yazıcı ile üretilen parçalar dört farklı bağlantı tipi ile birbirine bağlantı oluşturulmuştur. Standart çekme numunesi iki parça şeklinde tasarlanmış ve bu parçalar PLA pimi, siyanoakrilat, 3d Yazıcı kalem ile kaynak ve hem kaynak hem de siyanoakrilat ile birleştirilmiştir. Modelin parçalanmamış hali referans model olarak belirlenmiştir. 3d Printer (Ultimaker 2) ile her grup için yedi adet numune üretilmiştir. Bu parçalar Universal çekme test cihazı ile test edilmiştir. Maksimum kuvvet ve yer değiştirme ölçülmüş ve stres, gerinim ve elastik modülü hesaplanmıştır. 3d kalem ile yapılan kaynakta maksimum gerilme ve elastik modül değerleri hesaplanmıştır. PLA pini ile birbirine bağlanan parçalar minimum dayanıma sahip olduğu görülmüştür. Tüm bağlantı tipleri parça mukavemetini azaltmıştır (minimum %37 azalmıştır). Bu sonuçlara göre en iyi bağlantı şekli 3D yazıcı kalem ile kaynak yapmaktır.

Anahtar Kelimeler: 3 boyutlu yazıcı, bağlantı tipleri, mekanik değerlendirme

THE MECHANICAL EVALUATION OF THE CONNECTION TYPES IN 3D PRINTER PARTS

Abstract

Three-dimensional (3D) printing is one of the most important and popular technology nowadays. This technology can be seen as future manufacturing technology. However, this technology has limited build volume. Hence, the built volume is designed partly and these parts are connected with each other to build the design. The aim of this study is to evaluate the connection types of the 3D printed parts mechanically and to determine the optimum connection type. The parts produced with a 3D printer are connected to each other with four different connection types. The standard tensile specimen is designed in two parts and these parts are combined with PLA pin, cyanoacrylate, 3d Printer pen welded and both welded and cyanoacrylate. The unbroken version of the model was determined as the reference model. Seven samples were produced for each group by 3d Printer (Ultimaker 2). These parts have been tested with the Universal tensile tester. Maximum force and displacement were measured and stress, strain and elastic modulus were calculated. The maximum stress and elastic module values were calculated in the welding with 3d pen. The parts connected with the PLA pin have the minimum strength. All connection types have decreased the strength of the designed (minimum %37 decreased). According to these results, the best connection type is welding with a 3D printer pen.

Keywords: 3D printer, connection types, mechanical evaluation

BAKIR KONSANTRASYONUNUN ZNCUO İNCE FİMLERİN OPTİK VE KUSUR ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Doğan AKCAN

Bahçeşehir Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik
dogan.akcan@eng.bau.edu.tr

Özet

Gaz sensörleri, güneş pilleri ve düz ekran görüntüleyiciler gibi ZnO tabanlı cihazların performans parametrelerini etkileyen en önemli faktörlerden birisi de ZnO'nun optik ve kusur özellikleridir. Bu çalışmada değişen bakır içeriğine sahip ZnCuO ince filmlerin absorpsiyon katsayısı, kırılma indisi ve kalınlığı olarak sıralanabilecek optik karakteristikleri sadece geçirgenlik verisi yardımıyla elipsometri cihazları kullanılmaksızın Fresnel Denklemlerine dayandırılarak elde edilmiştir. Modelde kırılma indisi üç terimli Cauchy dağılım fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Kusur yoğunluğu ve kusur konsantrasyonunun değişimi floresans spektrumunun Gauss eğrilerine ayrıştırılmasıyla elde edilmiştir. %0 (saf ZnO) ila %5 oranında değişen yüzdelerdeki bakır katkı konsantrasyonunun ince filmlerin optik ve kusur özelliklerine etkileri sistematik bir şekilde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ZnO, İnce Film, Karakterizasyon

SU KALİTE PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİNİN KULLANILMASININ ARAŞTIRILMASI

BERNA KIRIL MERT

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği
bkiril@sakarya.edu.tr

EDANUR KAYA

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği
edanurkaya9523@gmail.com

DENİZ KASAPOĞULLARI

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği
denizkasapogullari@gmail.com

Özet

Ülkemiz, tatlı su kaynaklarının kısıtlı olduğu bir coğrafyada yer almaktadır. Günümüzde yaşam için en önemli ihtiyaçlardan biri olan ve doğada az bulunan su kaynaklarının kirlenmesi çevresel sorunların başında gelmektedir. Su kaynaklarının kalitesinin tespiti, su kaynaklarının hızla tükendiği ve kaliteli suyun bulunmadığı tüm alanlar için önem arz etmektedir. Suyun yönetimi aşamasında, su kalitesi önemli bir yere sahip olacaktır ve su kalitesinin korunması ile beraber sürdürülebilirliğinin sağlanması çok önemlidir. Yapay zeka tekniklerinin birçok doğa biliminde kullanımı olduğu gibi su yönetimindeki diğer uygulamaların yanında su kalitesi parametreleri için de kullanım alanı vardır. Çalışmalarda kullanılan yapay zeka tekniklerine bulanık mantık, sezgisel algoritmalar, uzman sistemler ve yapay sinir ağları örnek verilebilir. Geçmiş yıllarda elde edilen veriler ile su kalitesi hakkındaki çalışmalarda tahminde bulunmak, problemlerin çözümlerinde önemli kolaylık sağlamaktadır. İnsan sinir sisteminden ilham alan yapay sinir ağı metodolojisi de, bu tür zor ve zorlu problemlerin üstesinden gelmek için güçlü bir araçtır. Yapay sinir ağı metodu ile ülkemizde ve dünyada su kalite parametreleri kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara, Sakarya Havzası'nda su kalite verileri alınarak çözülmüş oksijen parametresinin yapay sinir ağı ile modellenmesi, Bartın Nehri'nde yapay sinir ağları ve uyarlanabilir nöro-bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) modelleri kullanılarak kirlilik oluşturan ağır metal parametrelerinin tahmini, Hindistan'da yer alan Shivganga Nehri havzasından içme suyu elde etmek için yeraltı suyu kalitesinin uygunluğunu tahmin etmek amacıyla yapay sinir ağı ve çoklu doğrusal regresyon (MLR) teknikleri uygulaması örnek olarak gösterilebilir.

Anahtar Kelimeler: Su Kalitesi, Su Parametresi, Yapay Zeka, Yapay Sinir Ağları

IRAK ANKİLOZAN SPONDİLİTLİ HASTALARDA HLA-B27 VE D3 VİTAMİN SEVİYESİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Tuqa Abdulmahdi Mahmood Alsameraey

Çankırı Karatekin Üniversitesi, fen fakültesi , biyoloji ,moleküler biyoloji, biyoloji
Tukaabdulmahdi@gmail.com

Filiz SARIKAYA PEKACAR

Çankırı Karatekin Üniversitesi, fen fakültesi , biyoloji ,moleküler biyoloji, biyoloji
fspekacar@karatekin.edu.tr

NajwaShihab Ahmed

Fen fakültesi , biyoloji ,moleküler biyoloji, biyoloji
najwaun@yahoo.com

Özet

Ankilozan spondilit (AS), aksiyal iskeleti, özellikle sakroiliak eklemleri etkileyen bir artrit türüdür. D vitamini, kalsiyum ve fosfat dengesinde, kemik yapım ve rezorbsiyonunda rolü olan bir sekosteroid hormon olarak kabul edilir. D vitamininin vücut üzerinde immünosupresif bir etkiye sahip olduğu ve otoimmün hastalıklardaki rolü uzun zamandır bilinmektedir. ERAP2 geninin SNP'si (rs2910686), AS'nin duyarlılığı ile ilişkili fonksiyonel olarak önemli bir gen olarak kabul edilir, ayrıca HLA-B27 molekülünün genetik varyasyonu ve ERAP1 ve 2 gibi antijen işleme bileşenlerinin, başlatma ve devam etmede rolü vardır. AS'nin. Bu nedenle bu çalışma, HLA-27B pozitif AS hastalarında D3 düzeyi ile kontrol arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçlamıştır. Ayrıca, Irak popülasyonunda ERAP2 geni SNP rs2910686'nın AS duyarlılığı ile ilişkisinin tespiti. Sonuçlar, D3 vitamini düzeylerinin, kontrole kıyasla hastalarda düzeylerinin azaldığı yerlerde önemli farklılıklar olduğunu gösterdiğini gösterdi ($p<0.05$). ERAP2 için SNP sonuçları (rs2910686), CC, CT, TT polimorfik genotiplerinin anlamlı görünmediği hasta ve kontrol grupları arasındaki fark ($p>0.05$). Ayrıca hasta ve kontrol gruplarında vitamin D3 ile genotipler arasında anlamlı farklılık yoktu ($p>0.05$). Birlikte ele alındığında, ERAP2'nin SNP'si (rs2910686), ankilozan spondilitli Iraklı hastada bir risk faktörü temsil etmediğini göstermektedir, bunun nedeni örneklem boyutunun sınırlı olması olabilir.

Anahtar Kelimeler: HLA-B27, ERAP2 geni, rs2910686, D3 vitamini, Ankilozan spondilit.

FANYALI UZATMA AĞLARINDAN MARYA AĞLARININ SUDA BEKLEME SÜRELERİNE BAĞLI KONTROLLÜ HAYALET AVCILIK ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yusuf ŞEN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi
yusuf.sen@comu.edu.tr

Uğur Özekinci

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi
uozekinci@comu.edu.tr

Özet

Balıkçılıkta, av araçlarının herhangi bir sebeple suda kalarak avcılık etkinliğini devam ettirmesi, balıkçılık ve ekosistemler için olumsuzluklara sebep olması hayalet avcılık olarak tanımlanmaktadır. Fanyalı uzatma ağlarından marya ağlarının, balıkçıların kontrolünde av verimini arttırmak için suda uzun süre bekletilerek kullanılması yöntemi de, balıkçılık ve ekosistemler için kontrollü olarak hayalet avcılık etkisi yaratmaktadır. Bu çalışmada, ıstakoz (*Homarus gammarus* Linnaeus, 1758), fener (*Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758), kırlangıç (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) gibi demersal balıkların fanyalı uzatma ağlarından marya ağlarında birikimlerini arttırmak amacıyla, suda uzun süre bekletilebilmesi yönteminin sebep olduğu kontrollü hayalet avcılık etkisi araştırılmıştır. Çanakkale'nin Kemer Bölgesi'nde gerçekleştirilen denemelerde, aynı anda suya atılan marya ağları 1-3-5-7 gün bekletilerek kaldırılmış ve yakalanan bireyler sağlam-bozuk olarak sınıflandırılarak, değerlendirilmeler gerçekleştirilmiştir. Denemelerde hedef olarak avlanan 485 bireyden %40'ının (195 birey), hedef dışı olarak avlanan 255 bireyden %53'ünün (135 birey) bozulduğu tespit edilmiştir. Hedef ve hedef dışı türlerden bozulan bireyler de dikkate alınarak gerçekleştirilen değerlendirmelere göre, 1 gün suda bekletilen ağlardan 73 birey; 3 gün suda bekletilen ağlardan 99 birey; 5 gün suda bekletilen ağlardan 130 birey; 7 gün suda bekletilen ağlardan 122 bireyin ticari olarak değerlendirilebileceği tespit edilmiştir. Eğer ağlar 3 gün, 5 gün ve 7 gün suda bekletilmek yerine her gün suya atılıp kaldırılsaydı, sırasıyla 219, 365, 511 bireyin ticari olarak değerlendirilebileceği hesaplanmıştır. Sonuç olarak; ağların suda bekleme süresinin azaltılması, ticari balıkçıların ekonomik kazançlarını ve av verimini arttırmanın yansırsa, ağların suda uzun süre bekletilmesinin sebep olabileceği olumsuz ekolojik etkilerin önüne geçerek stokların korunmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kontrollü Hayalet Avcılık, Marya Ağları, Marmara Denizi, Hayalet Avcılık, Suda Bekleme Süresi

KİMYASAL KÖPÜRTME MADDESİ VE MALEİK ANHİDRİTİN POLİPROPİLEN ANAYAPILI MALZEMELER ÜZERİNE FİZİKSEL VE KİMYASAL ETKİSİ

Hediye Şamlı

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

Erdinç Doğanç

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

Özet

Son yıllarda otomotiv sektöründe araçlarda egzoz emisyon değerlerini kontrol etmek amacı ile ağırlık hafifletme çalışmalarına hız verilmiştir. Araç ağırlığındaki %10' luk bir azalma yakıt verimliliğini %6 artırmayı sağlamaktadır. Otomotiv plastik parça üretimi için kullanılan plastik hammaddelerin %93'ü polipropilen (PP) anayapılı malzemelerden oluşmaktadır. Bu çalışmada plastik enjeksiyon üretim yöntemi ile üretilen polipropilen ana yapılı numunelerde, hidroserol kimyasal maddesinin ilave edilmesi ile ağırlık azaltma hedeflenmiştir. Daha sonra hidroserol maddesinin köpürme oranını arttırmak amacıyla bağlayıcı görev yapan maleik anhidrit maddesi de ilave edilerek numunelerdeki ağırlık kazançları gözlemlenmiştir. İlk önce hidroserol köpürtme ajanları PP ana yapı içerisine granül olarak ilave edilerek homojen karışım sağlanmıştır. Karışım, plastik enjeksiyon prosesi esnasında, ekstrüder vidasının içerisinde belirlenen aktivasyon sıcaklığında PP ana yapı içerisinde kimyasal reaksiyona girmiştir. Reaksiyon sonucunda ortaya çıkan hücresel gaz yapıları (CO₂ ya da N₂) nedeni ile parçalarda hücresel boşluklar oluşmuştur. Hidroserol katkı maddeleri sitrik asit veya bikarbonat bazlı olarak tedarik edilmektedir ve ana yapı içerisine %2 oranlarında ilave edilmiştir. Maleik anhidrit malzemesi de granül olarak daha sonra %1 oranında hidroserol katkılı PP anayapılı malzemelerin içerisine eklenerek köpürtme üzerindeki bağlayıcı etkisi gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen, Kimyasal Köpürtme, Maleik Anhidrit, Plastik Enjeksiyon

FRANCISELLA TULARENSIS'İN TÜRKİYE'NİN AT SÜRÜLERİNDE TAHMİNİ VE GERÇEK YAKLAŞIMLARI

Derya KARATAŞ YENİ

Veteriner control merkez araştırma enstitüsü, yetiştirme hastalıkları laboratuvarı, mikrobiyoloji
vhekimderya@hotmail.com

Özet

Tularemi doğada uzun süreler boyunca var olabilir. Hastalık keneler, ısırın sinekler, suya maruz kalma, yiyecek ve aerosollerle bulaşabilir. Francisella tularensis, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya dahil olmak üzere kuzey yarımkürede bulunur. Enfeksiyon genellikle suyla ilişkilidir ve insanlarda ve evcil hayvanlar, vahşi küçük memeliler ve balıklar dahil olmak üzere bir dizi başka hayvanda çeşitli türler ve alt türler tarafından hastalık üretilir. Atlarda tularemi ile ilgili hemen hemen hiçbir bilgi yoktur. Ancak ateş, dispne, koordinasyon bozukluğu ve depresyon tanımlanmıştır. Etkilenen atlarda yaygın kene istilası vardı. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki at sürülerinde F. tularensis enfeksiyonunun yaygınlık tahminlerinin yapılmasıdır. Bu amaçla ilk kez atlarda kapsamlı bir çalışma ile hastalığın varlığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Mikroaglutinasyon Testi (MAT) kullanılarak seroprevalans çalışması yapıldı. Yaygınlık hesaplamaları, MAT testi (Maurin M. Front Cell Infect Microbiol 10:512090) için bildirilen en düşük tanı değerlerine (duyarlılık için %51 ve özgüllük için %99) dayanıyordu. Rastgele farklı bölgelerden seçildik ve 36 aylık ve üzeri toplam 109 at örneklendi. Hayvan, sürü içi ve sürüler arası görünür prevalanslar %40,4 (%95 GA = %31,6 ila %49,8), %41,1 (95 GA = 32,3 ila %50,6) ve %81,8 (%95 GA = %52,3 ila %52,3) olarak hesaplanmıştır. sırasıyla %94,9). Gerçek prevalanslar, Rogan-Gladen tahmincisi aracılığıyla görünen prevalanslardan dönüşümle tahmin edildi. Gerçek hayvan, sürü içi ve sürüler arası prevalanslar %78,7 (%95 GA = %61,3 ila %97,5), %80,2 (95 GA = %62,5 ila %99,2) ve %161,6 (95 GA = 103 ila 187,7 olarak hesaplanmıştır)), sırasıyla. Sonuçlar, Türkiye'deki at sürülerinin yaygınlığı hakkında faydalı bilgiler sağlar ve veteriner hekimlerin özel ilgisini çekecek ve verimli bir kontrol programının oluşturulmasını teşvik edecektir.

Anahtar Kelimeler: At, prevalans, seroloji, tularemi

ALÜMİNYUM ALAŞIMLI BİNEK ARAÇ JANTLARININ KALICI DEFORMASYON TESTİ İÇİN LASTİK KESİT PROFİLİNİN OPTİMİZASYONU

Meriç Işık

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
misik@cms.com.tr

Ömer Burak Çe

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
bce@cms.com.tr

Ali Kıvanç Turan

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
kturan@cms.com.tr

Yasemin Nur Aydın

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
ynaydin@cms.com.tr

Özet

Aracın yol ile temasını sağlayan en önemli bileşenlerden biri olan jantlar, statik ve dinamik yükler altında çalışan kritik öneme sahip elemanlardır. Alüminyum alaşımli binek araç jantları araca kattıkları görsel etkiler ile ön plana çıkmış olsa da jantların en önemli özellikleri önemli birer güvenlik parçaları olmalarıdır; kullanım boyunca farklı türlerde yüklere maruz kalan bu parçaların hasara uğramaması temel beklentidir. Bu beklenti ise tasarım aşamasında yapılan çeşitli sonlu elemanlar analizleri ile sağlanmakta olup, ürün geliştirme adımımda hem zaman hem de maliyet kazanımı amaçlanmaktadır. Genel kullanım koşulları yorulma analizi ile incelenip test ile doğrulanırken, kaza senaryoları gibi özel durumlar da darbe analizleri ve testleri ile incelenmektedir. Bu çalışma kapsamında, aracın bir kasis üzerinden geçmesini simüle eden “Kalıcı Deformasyon Testi” için jantın geometrik optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Jantın lastik kesiti bölgesinde bulunan yedi adet kalınlık ölçüsü deney tasarımı parametresi olarak seçilmiştir. Faktöriyel deney tasarımı kullanılarak farklı ölçülere sahip 32 ayrı model oluşturulmuştur. Tüm modeller kalıcı deformasyon testi analizi ile nümerik olarak incelenmiştir. Parametrelerin tekli ve çoklu değişikliklerinin etkileri dikkate alınarak jant dayanımının en üst seviyede, ağırlığın ise en düşük olduğu tasarımın bulunması adına optimizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Jant, sonlu elemanlar analizi, optimizasyon

AKILLI ŞEHİR STRATEJİLERİ

Hüseyin Bayraktar

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehirler ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Genel Müdür Yardımcılığı
huseyin.bayraktar@csb.gov.tr

Dursun Yıldırım Bayar

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Daire Başkanlığı
dyildirim.bayar@csb.gov.tr

Bestami Kara

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehirler Şube Müdürlüğü
bestami.kara@csb.gov.tr

Özet

Birleşmiş Milletler'e göre 2050 yılına kadar dünyada kentleşme oranının %66'ya ulaşacaktır. Kent nüfusu yıldan yıla artarken akıllı şehirlere dönüşüm kaçınılmazdır. Mevcut şehircilik vizyonu, belirli sorunları çözmeye çalışan birçok yeni yaklaşım içermektedir. Türkiye'nin Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı ile akıllı şehirler yaklaşımı, veri odaklı bir yaklaşımla tüm yeni yaklaşımları birbirine bağlayan bir çatı yapısına sahiptir. Veri bilimi, bu yaklaşım ve plandaki stratejik eylemlerin ana gövdesinde yer almaktadır. Bu bağlamda bazı ülkelerin ilan ettiği, şehirlerde çeşitli şekillerde uygulanan politikaları bulunmaktadır. Bunlar şehirden şehire değişiklik göstermekte ve hem teknik hem de idari yapılarda birlikte çalışabilirlik sorunlarına neden olmaktadır. Bu durumda, Türkiye'nin Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı, ulusal bir hareket sağlayarak veriye, bilgiye, uzmanlığa ve bilime dayalı kapsamlı bir yapı oluşturmak için hazırlanan, dünyada ulusal düzeyde dördüncü olan akıllı şehir stratejisi ve eylem planıdır. Bu yaklaşım üç temele dayanmaktadır. Öncelikle geleceğimizi oluşturacak çözümler bugünden farklı olmalıdır. İkincisi ise dijitalleşmenin ötesinde; coğrafi veri, teknoloji yönetimi ve sosyo-ekonomik faktörler dahil olmak üzere akıllı şehirler birçok konuyu bir araya getirmektedir. Üçüncüsü, akıllı şehirlerde teknoloji sürdürülebilirlikten bağımsız olmayacaktır. Bu doğrultuda, Türkiye'de hazırlanan Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı ile akıllı şehir teknolojileri ve yerel yönetimlere akıllı şehir olma hedefine yön verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı şehir, strateji, konumsal veri, veri bilimi

PASİF SÜSPANSİYONLU SÜRÜCÜ KOLTUKLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Mehmet Kıvanç TURAN

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
mkivancturan@uludag.edu.tr

Fatih KARPAT

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
karp@uludag.edu.tr

Özet

Titreşime maruz kalmak sürücüler açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Süspansiyonlu sürücü koltukları sürücüye iletilen titreşimin çok önemli olduğu tır,kamyon, otobüs gibi taşıtlarda kullanılan bir koltuk türüdür. Sahip olduğu süspansiyon türüne göre pasif, yarı aktif ve aktif süspansiyonlu olarak sınıflandırılmaktadır. Aktif süspansiyonlu sürücü koltukları ve pasif süspansiyonlu sürücü koltuklarının bir birbirlerine göre üstünlükleri özellikle maliyet ve performans açısından karşılaştırılmaktadır. Bu iki tür arasında kalan yarı aktif süspansiyonlu koltuklar da hem literatürde hem de pazarda yer bulduğu görülmektedir. Bu çalışmada sürücü koltukları için pasif süspansiyonlu koltuklar üzerine yapılan son beş yıldaki çalışmalar incelenmiştir. Çalışma neticesinde pasif süspansiyonlu koltuklar alanındaki yeni eğilimler ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Titreşim, Süspansiyonlu Sürücü Koltuğu, Performans

DERİ TULUM PEYNİRLERİNDEN İZOLE EDİLEN LACTOCOCCUS, LACTOBACİLLUS VE STREPTOCOCCUS CİNSLERİNE AİT SUŞLARDA ANTIOKSİDATİF AKTİVİTENİN BELİRLENMESİ

MERVE KAYHAN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği
mervegulacan@gmail.com

NİHAT AKIN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği
nakin@selcuk.edu.tr

TALHA DEMİRCİ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği
td_talhademirci@hotmail.com

Özet

Dünya genelinde özellikle serbest radikallerin insan vücudunda varsayılan zararlı etkilerini önlemesi, yağların ve diğer gıda bileşenlerinin bozulmasına engel olması amacıyla ticari antioksidanların kullanımına yönelik artan bir ilgi vardır. Bu amaçla, sentetik antioksidanlardan ziyade doğal antioksidanlar tercih edilmektedir. Geleneksel ürünlerin sıklıkla tüketilmeye devam edildiği ülkemiz de bu konuda önemli bir kaynaktır. Buradan hareketle Orta Toroslar Yöresinde Üretilen Geleneksel Deri Tulum Peynirlerinden İzole Edilen ve Tanımlanan 122 suştan 27'sinin antioksidatif özellikleri detaylı olarak ortaya koyulmak istenmiştir. Çalışmada 3 farklı laktik asit bakterisi türünden 27 suş üzerinde antioksidatif analizler yapılmıştır. Bu analizler; DPPH radikalini giderme aktivitesi, indirgeme gücü aktivitesi, hidroksil radikalini giderme aktivitesi, maya canlı hücre modeli, β -karoten ağartma önleyici aktivitesi ve metal şelatlama aktivitesidir. LAB'nin DPPH radikali üzerindeki süpürücü etkileri % 17,81 ile % 49,65 arasında olup, Streptococcus infantarius (CNM415_12) en yüksek süpürme kabiliyetini sergilemiştir. Hidroksil radikalleri üzerindeki süpürücü etki, önemli antioksidasyon indekslerinden biridir. Streptococcus infantarius (CNM415_12) % 80,05 süpürme oranı ile tüm suşlarda en yüksek süpürme kabiliyetini sergilemiş; Streptococcus thermophilus (IMAU40051) ise % 62,53 ile en düşük süpürme aktivitesini sergilemiştir. Seçilen suşlardan; Lactococcus lactis subsp. lactis (NM45-6), Lactococcus lactis subsp. lactis (SNNU0274) ve Streptococcus infantarius (CNM415_12) sırasıyla 1990,03 ($\mu\text{mol L1 L-sistein}$), 1343,05 ($\mu\text{mol L1 L-sistein}$) ve 1287,99 ($\mu\text{mol L1 L-sistein}$) gibi yüksek indirgeme gücü sergilemişlerdir. Sterilize Lactobacillus plantarum (L14) % 91,96 ve Streptococcus gallolyticus (CAU5244) % 89,84 ile S. cerevisiae BR30 üzerinde H₂O₂'ye karşı en güçlü koruyucu etkiyi göstermişlerdir. 27 LAB suşu arasında, in vitro olarak daha iyi antioksidan özelliklere sahip suşlar Streptococcus infantarius (CNM415_12), Lactococcus lactis subsp. lactis (NM45-6), Lactococcus lactis subsp. lactis (SNNU0274, Lactobacillus plantarum (L14) ve Streptococcus gallolyticus (CAU5244) olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidatif, laktik asit bakterisi, doğal antioksidan, DPPH, indirgeme kuvveti

BOMBYX MORI ANTERIOR İPEK BEZİNDE GERÇEKLEŞEN PROGRAMLI HÜCRE ÖLÜMÜNDE OTOFAJİNİN ROLÜNÜN ARAŞTIRILMASI

Doğukan Yörükoğlu

Ege Üniversitesi, FEN, Biyoloji
dogukannyorukoglu@gmail.com

Büşra Günay

Ege Üniversitesi, FEN, Biyoloji
ozerbusra54@gmail.com

Ebru Göncü

Ege Üniversitesi, FEN, Biyoloji
ebru.goncu@ege.edu.tr

Özet

Bombyx mori, gelişimsel süreçlerin moleküler regülasyonu, metamorfoz sırasında meydana gelen hücre ölümü mekanizmaları ile genomik ve proteomik çalışmalarda model organizma olarak kullanılmaktadır. Bombyx mori’de ipek bezi koza örme işlemi tamamlandıktan sonra, prepupal dönemde, hemolenfteki ekdisteroid seviyesinin artışına bağlı olarak programlanmış hücre ölümü ile dejenerasyon olmaktadır. Programlanmış hücre ölüm mekanizmaları olan apoptoz ve otofaji aracılı hücre ölümü dejenerasyonu birlikte gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada, otofaji inhibitörü klorokuin kullanılarak otofajinin bu süreçteki rolü araştırılmıştır. Klorokuin prepupal evrenin ilk günlerinde iki farklı dozda uygulanmıştır. Kontrol ve uygulama gruplarında morfolojik değişimler total görüntüleme ve histolojik yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Lizozomal enzim aktivitesi lysotracker boyama yöntemi ve enzimin spektrofotometrik olarak aktivitesinin ölçümü yolu ile; otofagozomal membranın oluşumunda rol alan ATG8 proteini ise western blotlama ile belirlenmiştir. Elden edilen bulgular kontrol grubu ve uygulama grupları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Klorokuin uygulanan ipek böceklerinde metamorfoz gerçekleşmemiş ve son larval evre 12 gün sürmüştür. Klorokuin uygulaması tüm gruplarda anterior ipek bezinin dejenerasyonunu engellemiştir. Ayrıca lizozomal aktivite de kontrol grubundan düşük bulunmuştur. Buna karşılık ATG8 protein miktarları ise kontrol grubuna oranla anlamlı bir şekilde artış göstermiştir. Bir otofaji inhibitörü olan klorokuin lizozomların pH seviyeleri üzerinde etkili olarak otofagozom-lizozom birleşmesini engellemektedir. Anterior ipek bezinde klorokuin ile otofajinin engellenmesi lizozomal enzim aktivitelerinde azalmaya ve bunun sonucu olarak otofagozom yapısının sindiriminin sekteye uğraması nedeniyle hücre içi ATG8 birikimine neden olmuştur. Otofaji inhibisyonu sonrasında anterior ipek bezinde dejenerasyon sürecinin tamamlanmaması, bu süreçte otofaji aracılı hücre ölümünün önemini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Otofaji, Klorokuin, Bombyx mori, Anterior ipek bezi, ATG8

YENİ BİR AMİNO ASİT-LİPOİK ASİT TÜREVİNİN SENTEZİ

Seda Yüksekdanacı

Uşak Üniversitesi, Fen-Edebiyat, Kimya
seda.yuksekdanaci@usak.edu.tr

Gökhan Kök

Ege Üniversitesi, Fen, Kimya
gokhan.kok@gmail.com

Özet

Lipoik asit (6,8-tiyoktik asit) hem suda hem de yağda çözünebilen güçlü bir antioksidan ve koenzimdir. α -Lipoik asit(ALA), yapısında bulunan tiolan halkasının 6. ve 8. karbonlarında disülfid içeren sekiz karbonlu bir yağ asididir. ALA ve sentezlenen türevlerinin tıp alanında kullanımları oldukça yaygındır. Lipoik asitin en önemli özelliği, serbest radikalleri yakalama kabiliyeti sebebiyle antioksidan aktivitesidir. Lipoik asit toksik metaller ile doğrudan ya da dolaylı olarak şelat oluşturabilmektedir. Ayrıca lipoik asit takviyesi diyabette kan şekerinin düşürülmesi, damar hastalıkları, metabolik sendrom, multipl skleroz ve Alzheimer hastalıklarında denenmektedir. Lipoik asit-amino asit bileşiklerinin sentezi literatürde yaygın değildir. Literatürde lipoik asit türevlerinin sentezine yönelik çalışmalar genellikle farklı aromatik amin bileşikleri ve oligosakkaritlere dayanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada yeni amino asit-lipoik asit türevi tasarlanmış ve sentezlenmiştir. Bileşiğin yapısı FTIR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR ve element analizi ile doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Amino asit, lipoik asit, sentez

ATEŞ'E FARKLI BAKIŞ AÇILARINDAN BİR YAKLAŞIM: TÜRK KÜLTÜRÜ VE KİMYA BİLİMİ

Batuhan Yetim

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
batuhnretim@gmail.com

Yavuz Selim Keskin

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı
yvz.slm.kskn31@gmail.com

Özet

Ateş, Kimya biliminde ateş, hava, su ve toprak elementlerinden bir tanesi iken Türk Kültüründe ise anasır-ı erbaa olarak bilinen dört unsurdan bir tanesidir. Ateş kelimesinin etimolojik kökenini incelediğimizde, bu kelimenin Farsça kökenli olduğu ve ataş kelimesinden dilimize girdiği kaynaklarda yer almaktadır. Türk kültüründe ateş, içerisinde kötülüğü ve iyiliği barındırır, hastalıklardan arındırır, iyileştirir, temizler ve kötü ruhlardan korur. Ateşin yakıcılık ve yok edicilik özelliği insanları korkutmuş ve insanlar tarafından kutsal kabul edilmesine neden olmuştur. Bununla beraber ateşin tedavi etme, cezalandırma ve arındırma işlevi de bulunmaktadır. Ateş, Türk kültürü içerisinde kutsal kabul edilen törenlerde de kullanılmaktadır. Bu törenlere örnek olarak, mevsimlik törenler, dini törenler, doğum, evlilik, ölüm ve cenaze törenleri örnek verilebilir. Kimya biliminde ateş, ısıtma, pişirme, eritme, enerji elde etme ve bir maddeyi yok etmede kullanılan bir araçtır. Ateş yanma olayında ortaya çıkar ve oluşan alevler bir gaz karışımıdır. Oluşan alevlerin kütlesi vardır ve boşlukta yer kaplar. Alevden çıkan ısı ve ışık ise birer enerjidir. Bir ateşin rengi, yanma olayı sırasında gerçekleşen kimyasal bir reaksiyondan kaynaklanır. Oluşan alevlerin rengi de bir anlam içermektedir. Yanma olayı sırasında atomlar eski haline dönmezler ve kendilerini yeniden düzenlerler. Ateşin Türk kültüründeki ve Kimya bilimindeki benzer özellikleri ise şu şekildedir; ateşten çıkan alev renginin her iki alanda bir anlam ifade etmektedir. Türk kültüründe bu durum ölüleri yakma olarak ifade edilmiş ama kişiyi günahlardan arındırma ya da atalarına kavuşturma düşüncesi hâkim olmuştur. Kimya biliminde ise bir maddeyi yaktığında yok olmaz başka bir maddeye dönüşerek varlığını sürdürür.

Anahtar Kelimeler: Ateş, Halk Edebiyatı, Kimya Bilimi, Türk Kültürü

PRODUCTION OF CYLINDER PISTONS WITH NANO GRAPHENE PARTICULATE MODIFIED COMPOSITE MATERIAL

ÖMER ŞENGÜL

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
omersengullll@hotmail.com

MUHARREM KARAKOÇ

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Öğretmenliği
karakoc.muhammed@gmail.com

Özet

Important developments in science and technology are bringing many innovations today. With these developments, new and special materials have been needed in industry and technology. The importance of composite materials in the field of engineering is also increasing significantly today. Especially in the automotive industry, advanced composite materials have also been used in civilian and military aircraft. It is of great importance to determine the mechanical properties of composite materials and to improve these properties. In recent years, researchers have concentrated on improving the mechanical and thermal properties of composite materials. In this study, nano graphene reinforced polypropylene (PP) granular material and nano-graphene and PP material and composite material will be produced through double-acting extruder. In this new composite material, a composite flamethrower was produced with a flamethrower extruder. After the production process was completed, the test samples were printed by sonar three-dimensional printers. The product is prototyped with the original polypropylene (PP) and the new composite material is Izod Impact Test, Melt Flow Index (MFI), Hardness Test (Shore-D) and Tensile Tests were performed. piston manufacturing for pneumatic systems has also been done with this special composite material. this new product is intended to be used as an alternative to aluminum and steel. In particular, the improvement of its mechanical properties has been a great breakthrough in the plastics industry, and it has been envisaged that it can be used as a new product in the defense industry and aviation and automotive industries.

Anahtar Kelimeler: Nano-Graphene, Pneumatic Piston, Composite, Polypropylene

KANSER İNSİDANSI VE TEDAVİSİNDE BESLENME VE EPİGENETİĞİN ROLÜ

Sara Rouhandeh

Kocaeli Üniversitesi, Faculty of Health Sciences, Nursing
rouhandehsarah@gmail.com

Zahra Keyvani

Agriculture, Plant protection
zahrakeyvani@yahoo.com

Özet

Epigenetik, bir sonraki nesil hücreye DNA dizisini değiştirmeden genin fenotipindeki veya ekspresyonundaki ve işlevindeki değişikliklerdir. Miras alınabilir, başka bir deyişle; epigenetik değişiklikler, gen ekspresyonunda dizide değişmeyen sabit değişikliklerdir. DNA'daki bazı, birkaç nesil boyunca hücre bölünmesinde kalabilir. Bir faktör olarak epigenetik değişiklikler kanser de dahil olmak üzere birçok hastalık için bir koruma veya risk faktörü olarak kabul edilirler. Kanser hastalığı sürekli artan önemli hastalıklardan biridir. Kansere ek olarak epigenetik değişiklikler aynı zamanda genetik değişiklikleri de etkiler. Son yıllarda yapılan araştırmalar; çevresel faktörler, beslenme, epigenetik değişiklikler ve epigenetik mekanizmaların canlı organizmaları etkileyebileceğini gösterir. Genetik, özellikle metilasyon, tümörjenez süreçlerinde mikroRNA'ların ekspresyonunu değiştirerek düzenleyerek ve tümör büyümesini inhibe ederek etki ederler. Bu makale, en son makaleler arasında arama yaparak bir derleme makalesidir. Beslenme, kanser ve epigenetik arasındaki bağlantı anlatılır. Bu araştırmanın nihai amacı, bazı gıdaların ve mikro besinlerin değişikliklere neden olma rolü nedeniyle kanser için özel ve etkili tedaviler, epigenetik ve kanser önleyici ilaçların etki mekanizmalarını açıklar.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, epigenetik, metilasyon, Asetilasyon, kanser, DNA, Gen dizilimi

GEBELİK DÖNEMİNDE PREEKLAMPSİ VE PROTEİNÜRİ HASTALARININ İDRARINDAKİ PROTEİN ORANININ ÖLÇÜLMESİ

Emine DOĞRU BOLAT

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

Nayyer Mohandesi

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
na.mohandesi@gmail.com

Özet

Preeklampsi (PE) veya Gebelik Zehirlenmesi, hipertansiyon ve idrarda yüksek miktarda protein bulunması ile karakterize bir obstetrik hastalıktır. Gebeliğin 20. haftasından sonra ortaya çıkan proteinürinin (>300 mg/gün) eşlik ettiği hipertansiyon ile karakterize bir sendromdur. Bu komplikasyon genellikle, artan maternal kan basıncı veya proteinüri (idrarda protein atılımı) tedavi edilmezse, preeklampsi, kürtaj veya sezaryen ile sonlandırılması gereken eklampsi olarak bilinen nöbetlere ve beyin komplikasyonlarına yol açmaktadır. Bu klinik çalışmada, doğum öncesi bakımından gebelerde Preeklampsinin öngörülmesi, Proteinüri ve Hipertansiyon belirtilerinin gelişip gelişmediğinin yakından gözlemlenmesi ve riskli grupların erken tanımlanması amaçlanmıştır. Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesinin Kadın Doğum Bölümünde yapılan bu çalışmada, gözlem altında olan hastalardan idrar örneği ve gerekli bilgiler alınmıştır. Bu çalışmada, test stribi kullanılarak tasarlanan cihazda idrarın içindeki proteinin oranı tespit edilmiştir. Üzerine idrar örneği damlatılmış test stribinin renk değişimini tespit etmek için TCS34725 renk sensörü ve ARDUINO ESP8266 kullanılmıştır. Bu da idrar örneğinde protein varlığı ve oranı bu renk değişiminden tespit edilmektedir. Bu aynı zamanda, idrardaki albümin içeriğinin de bir göstergesidir. Tasarlanan cihazda önceden belirlenmiş RGB (kırmızı-yeşil-mavi) değerlerine dayanarak hastaların sonuçları LCD ekranda (+, ++, +++, -) simgeler haline dönüştürülmüştür. Hastane Laboratuvarında yapılan bu tahlillere göre protein oranının sonuçları tasarlanan cihaz ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmış ve cihazın doğru sonuç elde ettiği gösterilmiştir. Bu çalışma preeklampsi ve proteinürinin erken teşhisi ve komplikasyonların önlenmesi amacıyla tasarlanmıştır. Anne adayları eklampsi aşamasına varmadan önce anne bebek ölümünün engellenmesi ve özellikle pandemi sürecinde hastane başvurularını azaltılarak farklı bulaşıcı hastalıklardan korunmuş olması ve dolayısıyla bu cihazı kullanarak hastanede Kadın Doğum Servisinde yatış sayısının azaltılması ve hastane maliyetlerini düşürülmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Preeklampsi, proteinüri, ARDUINO ESP8266, TCS34725 renk sensörü

YONCA ZARARLISI GONIOCTENA FORNİCATA (BRÜGGEM)'YA KARŞI ASPERGİLLUS NİGER İZOLATININ BİYOİNSEKTİSİDAL ETKİSİ

Cenk YÜCEL

Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Bitki Zararlıları, Bitki Zararlıları
cenkyucel@gmail.com

Aydemir BARIŞ

Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Bitki Zararlıları, Bitki Zararlıları
aydemirbaris01@gmail.com

Tülin Sarıgül ERTEK

Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Bitki Hastalıkları, Bitki Hastalıkları
t.sarigul1@gmail.com

Özet

Bu çalışmada *Gonioctena fornicata*'ya karşı *Aspergillus niger*'in insektisidal aktivitesi incelenmiştir. *Aspergillus niger* (Deuteromycetes) kozmopolit bir tür olup çok çeşitli habitatlarda kolayca bulunabilirler. Depolanan tahıllar, bitki yaprak ve meyvelerinde, ölü dokularda saprofit olarak büyüebilirler. Yonca yaprakböceği [*Gonioctena fornicata* (Brüggem) (Coleoptera, Chrysomelidae)] yonca başta olmak üzere, Fabaceae familyasına ait bitkilerde zararlı olmaktadır. Bu türün hem ergin hem de larvaları zararlı olup, yoncada önemli oranda ürün kayıplarına yol açmaktadır. Yeni geliştirilen veya geliştirilmiş çevre dostu biyokontrol ajanları, geleneksel zararlı kontrol araçlarına bir alternatif olarak hizmet eder. *Aspergillus* gibi funguslar tarafından üretilen mikotoksinler, ikincil metabolit olarak adlandırılan toksik bileşiklerdir. Bu bileşikler böcekler için toksik özellik taşıırken; tarım ürünlerinde verim kayıpları oluşturan zararlıların mücadelesinde kullanım imkanları bulunmaktadır. Çalışmamızda 24°C sıcaklık, %65 orantılı nem ve 16:8 fotoperiyoda sahip laboratuvar koşullarında yerel olarak elde edilen *Aspergillus niger*'e ait 106, 107 ve 108 spor yoğunluğuna sahip konsantrasyonların Yonca yaprakböceğine etkisi araştırılmıştır. Uygulama sonrası 3, 5, 10 ve 14. gün kontroller yapılarak veriler elde edilmiştir. Denenen izolat uygulamadan kısa bir süre sonra öldürücü etki göstermiş ve zaman ilerdikçe bu etki artmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile etki ölüm oranları belirlenmiştir. Spor yoğunluğuna göre 3. gün ölüm etkisi %42-70 oranında gerçekleşirken, zamanla ölüm etki oranı artarak 14. gün itibarıyla %81-93 oranında gerçekleşmiştir. Spor konsantrasyonlarının 3. gün ile 14. gün arasındaki zamana göre etkileri ise 106, 107 ve 108 konsantrasyonlarında sırasıyla %42- 81, %67-90 ve %70-93 oranlarında gerçekleşmiştir. Sonuç olarak çalışma ile *A.niger* izolatının *G.fornicata* zararlısının mücadelesinde popülasyonu baskılama potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Zararlıının mücadelesinde *Aspergillus niger* umut verici bir biyokontrol ajanı olarak önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Gonioctena fornicata*, *Aspergillus niger*, biyolojik kontrol, insektisidal etki

NA-BENZERİ PT İYONUNUN ENERJİLERİ VE ELEKTRİK DİPOL GEÇİŞLERİ

GÜLAY GÜNDAY KONAN

Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak., Fizik
ggunday@sakarya.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Na- benzeri platin iyonunun enerjileri ve düşük seviyeleri arasındaki elektrik dipol geçişlerinin (E1) ağırlıklı salınıcı şiddetleri, çizgi şiddetleri, geçiş olasılıkları ve dalgaboylarını hesapladık. Hesaplamalar Breit- Pauli rölativistik düzeltmeleri çerçevesinde AUTOSTRUCTURE koduna dayanmaktadır. Aynı zamanda kuvantum elektrodinamik (öz enerji ve vakum polarizasyonu) katkıları ve korelasyon etkilerini de (valans- valans, öz- valans, öz- öz) göz önünde bulundurduk. Na- benzeri platin için bu hesaplamaların bir tartışması literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılarak verilmiştir. Literatürdeki çalışmalarla arasında iyi bir uyum bulduk. Ek olarak, başka hiçbir deneysel veya teorik sonucun bulunmadığı yeni atomik veriler sunulmuştur. Bu sonuçların plazma fiziği ve astrofizik spektrumu için oldukça faydalı olacağını umuyoruz.

Anahtar Kelimeler: Enerjiler, geçiş olasılıkları, dalgaboyları, salınıcı şiddetleri

LÖKOTRIEN RESEPTÖR AGONİST ETKİYE SAHİP TETRAZOL TÜREVİNİN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE BİYOETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Batuhan Yetim

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
batuhnyetim@gmail.com

Doğukan Doyduk

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
dogukandoyduk@gazi.edu.tr

Hamdi Özkan

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
hozkan@gazi.edu.tr

Şevki Adem

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
sevkiadem@karatekin.edu.tr

Özet

Lökotrien reseptör agonistleri, sedef, astım ve kardiyovasküler hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Astım, akciğerdeki bronşların zarar görmesi sonucunda nefes darlığı ile kendini belli eden bir hastalıktır. Bronşların zarar görmesi, göğüste batma, hırıltılı solunum, öksürük gibi rahatsızlıkları da beraberinde getirir. Bu hastalığın ortaya çıkmasındaki en büyük etkenlerden bir tanesi ise fosfolipit yapısında ve araşidonik asit türevi olan lökotrien maddesinin fazla salgılanmasıdır [1-3]. Yapılan bir çalışmada, lökotrien maddesine tepki gösterebilecek ve astım hastalığı tedavisinde kontrol alıcı ilaç sınıfında yer alan yeni reseptör agonistleri sentezlenmiştir [4]. Diğer bir çalışmada ise bir seri yeni LTBA4H agonistleri sentezlenmiş ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde kullanılabileceği tespit edilmiştir [5]. Yaptığımız bu çalışmada ise içerisinde tetrazol halkasını bulunduran hedef bileşiğin lökotrien reseptör agonisti olabileceği düşünülmektedir. Yapılan Docking çalışmasında, sentezlenen hedef molekül ve referans moleküller karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda hedef molekülün referans moleküller ile benzer özellik gösterdiği tespit edilmiştir. ADME çalışmaları sonucunda ise hedef molekülün kan beyin bariyerini aşabildiği, ince bağırsaktan emilebildiği ve PGP+ için substrat olabileceği sonucuna varılmıştır. Bir bileşiğin ilaç etken maddesi olarak kullanılabileceğinin tespitinde önemli bir kriter olan Lipsinki ve arkadaşlarının yayınladığı 5 kurala da uymaktadır. Bu bilgiler ışığında, lökotrien reseptör agonisti olabilecek yeni ve özgün bir tetrazol türevi sentezlenmiştir. Hedef molekülün yapısı spektroskopik yöntemler ile (1H-NMR, 13C-NMR, FT-IR) aydınlatılmıştır. Sentezlenen hedef bileşik için yapılan ADME ve Docking çalışmaları sonucunda hedef molekülün lökotrien reseptör agonisti ve ilaç etken maddesi olarak kullanılabileceği uygun bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Astım, Kardiyovasküler, Tetrazol, Lökotrien, ADME, Docking

TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN TOMARES RAMBUR, 1840 TÜRLERİ’NİN MORFOLOJİSİNE KATKILAR

Fatma Yıldız

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, BİYOLOJİ
fatmayldz87@hotmail.com

SELMA SEVEN ÇALIŞKAN

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, BİYOLOJİ
selma@gazi.edu.tr

Özet

Bu araştırmanın amacı, taksonomik açıdan sorunlu olan ve son yıllarda üzerinde detaylı moleküler ve morfolojik çalışmalar yapılan Tomares cinsinin Türkiye’de yayılış gösteren türlerine ait örnekleri inceleyerek sistematigine katkı sağlamaktır. Tomares cinsi Lycaenidae familyası içerisinde Theclinae altfamilyasında Tomarini tribusunda yer alır. Rambur tarafından 1840 yılında Papilio ballus Fabricius, 1787 tip türüne dayalı olarak kurulmuştur. Taksonomik incelemelere göre Palaearktik yayılışlı bir cins olan Tomares Avrupa’dan Kuzey Afrika ve Orta Asya’ya kadar 8 ila 10 tür içerir. Bu kelebekler, diğer Theclinae Swainson 1831 üyelerinden farklı olarak ön kanatlarında 11 damara, körelmiş tonal loblu kuyuksuz arka kanatlara sahiptirler. Üstyüzünde kırmızı-turuncu lekelerle sahip koyu kahverengi kanatlar ile karakterize edilirler. Bazı türlerde turuncu lekeler küçülmüş veya kaybolmuştur. Cinsin çeşitliliğinin merkezi olan Anadolu’da kaydedilen 6 türden bazıları simpatrik olarak yayılırlar. Belirgin morfolojik tanısal özelliklerle birbirinden kolayca ayırt edilebilen türlerin yanında T.nogelii Herrich-Schäfer, 1851, T.nesimachus Oberthür, 1894, T.dobrogensis Caradja, 1895 ve T.romanovi Christoph, 1882 taksonlarının statüsü tartışmalı olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada Gazi Üniversitesi Zooloji Müzesinde bulunan T.nogelii Herrich-Schäfer, 1851, T.dobrogensis Caradja, 1895 ve T.romanovi Christoph, 1882 türlerinin morfolojisi detaylı olarak çalışılmış benzerlik ve farklılıkları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tomares, Lycaenidae, morfoloji, sistematik, Türkiye

ELEMENTLERİN MEKANİK DEĞERLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DERİN ÖĞRENME METODU İLE KESTİRİMİ

Esra İkiz

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği
m.esraikiz@gmail.com

Yıldız Şahin

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr

Özet

Günümüz sanayisi ve gelişen teknoloji göz önüne alındığında ihtiyaçlar her geçen gün değişmekte ve bu değişim firmaları hep daha iyisini bulma arayışına yönlendirmektedir. Şirketler rekabet üstünlüğü elde edebilmek amacıyla kimi zaman tasarımda değişim ve iyileşmeye giderken kimi zaman da alternatif malzeme kullanımını tercih etmektedir. Alternatif malzeme arayışı, mekanik değerleri iyileştirilmiş, modern üretim yöntemlerine uygun, kolay erişilebilir ve pahalı olacak şekilde yapılmaktadır. Birçok malzeme, istenilen özellikleri sağlamakta yetersiz kalmakta, bu durumda da firmalar alıştırmaya veya proses değişiklikleri ile istenilen malzeme özelliklerine ulaşmayı hedeflemektedirler. Konvansiyonel alıştırmaya yöntemleri hem maliyet hem de zaman açısından firmalarda ciddi kayıplara yol açmaktadır. Bu çalışmada, malzeme kompozisyonunda yer alan elementlerin, mekanik değerler üzerindeki etkisinden yola çıkılmış ve içerikte yapılan oransal değişikliklerin malzeme özelliğine olan etkisi farklı metotlar ile tahmin edilmiştir. Tahminleme, çekme mukavemeti, elastikiyet katsayısı, uzama, akma mukavemeti ve sertlik değerleri üzerinde yapılmış olup 3 farklı metot ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan yöntemlerden ilki olan rassal orman ile %78, ikinci yöntem olan destek vektör regresyon ile %82, üçüncü ve sonuncu yöntem olan yapay sinir ağı ile ortalama %91 oranında doğruluk elde edilmiştir. Çalışma neticesinde en başarılı sonuç yapay sinir ağı metodu ile elde edilmiş ve konvansiyonel yöntemlere göre %90 daha kısa sürede ve %60 daha az maliyetle istenilen sonuca ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Derin Öğrenme, Makine Öğrenmesi, Malzeme Bilimi, Mekanik Özellik, Kimyasal Kompozisyon

HAYNES 230 NİKEL BAZLI SÜPER ALAŞIM MALZEMENİN KESME PARAMETRELERİNİN SICAK İŞLEME SÜRECİNDE KESME ENERJİSİ ÜZERİNE ETKİSİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

HAKAN KAZAN

Amasya Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği
hakan.kazan@amasya.edu.tr

Özet

Nikel esaslı alaşımlar, yüksek korozyon direncinin yanı sıra bu malzemelerin muazzam kimyasal ve mekanik özellikleri nedeniyle otomotiv, havacılık ve denizcilik endüstrilerinde tercih edilir hale geldi. Öte yandan, nikel bazlı alaşımlar, yüksek ısı üretimine ve hızlı iş sertleşmesine yol açan östenitik matris içeriğinden dolayı işleme süreçlerinde sorun yaşarlar. Haynes 230, üstün mekanik özelliklerinden dolayı havacılık ve gaz türbini uygulamalarında yaygın olarak kullanılan nikel bazlı bir süper alaşımdır. Literatürde bu malzemenin deformasyon özellikleri ve mikro yapısı araştırılsa da Haynes 230'un sıcak tormalama işlemindeki davranışı bilinmemektedir. Bu çalışma, Haynes 230 nikel esaslı süper alaşımının üç farklı ısıtma sıcaklığı, kesme derinliği ve kesme hızı parametreleri boyunca sıcak tormalama işlemi sırasında enerji tüketimini belirlemeyi amaçlamaktadır. Proses parametrelerinin sıcak tormalama işlemi üzerindeki etkisini analiz etmek için Sonlu Elemanlar Analizi yöntemi ThirdWave Advantedge® yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, kesme enerjisi tüketiminin ön ısıtma sıcaklıklarının artmasıyla önemli ölçüde azaldığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak İşleme, Nikel Esaslı Süper Alaşım, Sonlu Elemanlar, Kesme Enerjisi

SOL-JEL YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN $ZnCo_2O_4$ NANOPARÇACIK KATKISININ JELATİN İNCE FİLMLEİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ülviye Yeşim Demirölmez

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
yesimdemiroolmezz@gmail.com

Neslihan Turan

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
nngokdemir@gmail.com

Haluk Koralay

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
hkoralay@gmail.com

Lütfi Arda

Bahçeşehir Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
lutfi.arda@eng.bau.edu.tr

Nihat Tuğluoğlu

Giresun Üniversitesi, Mühendislik fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
tugluo@gmail.com

Şükrü Çavdar

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
sukru.cavdar@gmail.com

Özet

$ZnCo_2O_4$ nanoparçacıkları sol jel yöntemi kullanılarak üretildi. $ZnCo_2O_4$ yapısı X Işını kırınım cihazı ve taramalı elektron mikroskobu ile yapısal karakterizasyonu yapıldı. Katkısız ve $ZnCo_2O_4$ ağırlıkça %1 ve %5 oranında katkı jelatine yapılarak, n tipi Si kristal üzerinde döndürmeli kaplama yöntemi kullanarak Al/Jelatin- $ZnCo_2O_4$ /n-Si/Al Schottky diyotları üretildi. Al/Jelatin- $ZnCo_2O_4$ /n-Si/Al Schottky diyotları oda sıcaklığında, 1 kHz-1,5 MHz frekans aralığında, 0-2 V arası 0,2 V aralıklarla kapasite (C-f) ve kondüktans (G-f) ölçümleri alındı. Ayrıca diyotlar oda sıcaklığında, -5V/+5V aralığında, 30 kHz-1 MHz frekans arası 20 kHz-200 kHz aralıklarla kapasite (C-V) ve kondüktans (G-V) ölçümleri alındı. Bu değerler kullanılarak seri direnç (R_s) değerleri hesaplandı ve düzeltilmiş kapasite, düzeltilmiş kondüktans değerleri voltaja ve frekansa bağlı olarak belirlendi. Elde edilen sonuçlara göre katkı oranı arttıkça kapasite ve kondüktans değerlerinin arttığı bulundu. R_s değerlerinin frekansa bağlı olarak artan frekans ile azaldığı görüldü.

Anahtar Kelimeler: $ZnCo_2O_4$, jelatin, nanoparçacık, Sol-jel, kapasitans

SILAR YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN KADMIYUM KATKILI ZNO İNCE FİLMLERİN EMPEDANS SPEKTROSKOPİSİNİN İNCELENMESİ

Buket Turan

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
buket.gumuss@gmail.com

Neslihan Turan

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
nngokdemir@gmail.com

Haluk Koralay

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
hkoralay@gmail.com

Nihat Tuğluoğlu

Giresun Üniversitesi, Mühendislik fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
tuğluo@gmail.com

Şükrü Çavdar

Gazi Üniversitesi, Fen fakültesi, Fizik
sukru.cavdar@gmail.com

Özet

ZnO solüsyonuna kütlece %5 ve %10 oranında Cd katkı yapılarak, cam üzerinde SILAR yöntemi ile katkısız ve katkılı ince filmler üretildi. Üretilen ince filmlerin X-ışını kırınım cihazı ve taramalı elektron mikroskobu ile yapısal karakterizasyonu yapıldı. İnce filmlerin oda sıcaklığında, 1 kHz-1,5 MHz frekans aralığında, 0-5 V arası 1 V aralıklarla kapasite (C-f) ve kondüktans (G-f) ölçümleri alındı. Bu değerler kullanılarak empedans (Z), empedansın reel (Z'), imajiner kısımları (Z'') ve seri direnç (Rs) değerleri hesaplandı. Elde edilen sonuçlarda, katkı oranı arttıkça kapasitans ve iletkenlik değerlerinin arttığı; Z, Z' ve Z'' değerlerinin ise katkı oranı arttıkça artarken, artan frekans ile azaldığı bulundu. Rs değerlerinin hem katkı oranına hem de artan frekansa bağlı olarak azaldığı görüldü.

Anahtar Kelimeler: Yarıiletken, ZnO, Kadmiyum, SILAR, Empedans

İŞ İSKELELERİNDE GÜVENLİ ALAN VE DÜŞME KORUMASI

ÇAĞATAY GEREHAN

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı Ve Güvenliği
cagataygerehan@gmail.com

Özet

Yüksekte çalışma ülkemizde, seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma olarak kabul edilir. Yapılan araştırmalara göre yaralanma ve ölümlerle sonuçlanan kazaların çoğu yüksekte düşme sonucu gerçekleşmektedir. Ülkemizde inşaat sektöründe çok önemli yeri olan iskele, bu konuda başı çekmektedir. İskele gibi toplu koruma önlemlerinde yaşanan kazaların en temel nedeni planlama eksikliğidir. Çalışmaları gerçekleştirirken doğru hiyerarşileri bilmek ve uygulamak kazaları önlemedeki en büyük anahtardır. Bu nedenle iskelelerin kurulumu, sökümü ve kullanımı doğal olarak dikkat edilmesi gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada iskelelerin kurulum aşamasında hangi önlemlerin alınacağı ulusal yönetmelikler, standartlar ve uluslararası teknik kılavuzlara uygun olarak hazırlanmıştır. (Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, TS-EN 12810-1, NASC TG20:13)

Anahtar Kelimeler: İskele, güvenli alan, yüksekte çalışma, düşme koruması

X-RAY CRYSTALLOGRAPHIC AND COMPUTATIONAL STUDIES OF (E)-N'-(4-FLUOROBENZYLIDENE)-1-(2-METHOXYPHENYL)-4,5-DIHYDRO-1H-PYRAZOLE-4-CARBOHYDRAZIDE

Safaa Ayoob Noori NOORI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, fen edebiyat, fizik
sefaakkoyunlu@gmail.com

Şehriman ATALAY

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, fen edebiyat, fizik
atalays@omu.edu.tr

Aliye GEDİZ ERTÜRK

Ordu Üniversitesi, fen edebiyat, kimya
aliyeerturk@gmail.com

Hakan BÜLBÜL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, fen edebiyat, fizik
hbulbul@omu.edu.tr

Özet

Single crystal of the molecular structure, (E)-N'-(4-fluorobenzylidene)-1-(2-methoxyphenyl)-4,5-dihydro-1H-pyrazole-4-carbohydrazide, synthesized and crystallizes in monoclinic form, space group P 21/c with $a = 13.7922(12) \text{ \AA}$, $b = 13.4540(9) \text{ \AA}$, $c = 9.8008(9) \text{ \AA}$, $\beta = 103.586(7)^\circ$, $V = 1767.8(3) \text{ \AA}^3$. In addition to XRD analysis, theoretical calculation methods, and Hirshfeld surface analysis were used for the further investigation of the crystal structure. The crystal structure is held together by intramolecular and intermolecular C-H \cdots O hydrogen bonds. Other interactions can be identified by Hirshfeld surface analysis. In theoretical calculations, the structure is optimized by making calculations on the 631G+(d) basis set by using the gaussian 03 program and using DFT and HF methods.

Anahtar Kelimeler: XRD, theoretical calculation, Hirshfeld surface analysis

BOYA DUYARLI GÜNEŞ PİLLERİ İÇİN YENİ ANTRASEN TÜREVİ BİLEŞİK: SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU, DSSC PARAMETRELERİ VE YOĞUNLUK FONKSİYONEL TEORİSİ ÇALIŞMALARI

Nurdan AKDOĞAN

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
nurdanakdogan96@gmail.com

Ali DİŞLİ

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
adisli@gazi.edu.tr

Yusuf ERDOĞDU

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik
yerdogdu@gazi.edu.tr

Özet

Küresel ısınmaya ve çevre kirliliğine neden olan fosil yakıtların kullanımındaki artış, yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı daha da artırmaktadır. Son yirmi yılda, güneş enerjisinin kullanımı için birçok yeni teknoloji geliştirilmiştir. Grätzel ve arkadaşları tarafından boya duyarlı güneş pillerini (DSSC) keşfetmişlerdir. DSSC'ler düşük ışımaya koşullarında çalışabilme, esnek taban malzemelerine uygulanabilme, sürekli üretim koşullarına uyarlanabilme, yapısal olarak sağlamlıkları ve daha hafif yapıda olmaları gibi çeşitli avantajlara sahiptirler. Organik boya DSSC'de ana bileşenlerden biridir. Foto duyarlı organik boya molekülü, güneşten gelen fotonu soğurduğunda molekülün taban seviyesinde bulunan elektron, molekülün uyarılmış enerji seviyesine geçer. Uyarılmış durumdaki boya elektronu DSSC'nin yapısında bulunan yarı iletkeninin iletkenlik bandına aktarılır. Bir DSSC'de elektron iletimi standart bir mekanizma ile gerçekleşir. Dolayısıyla, organik boya DSSC'nin bel kemiğidir denilebilir. Bu çalışmada boya duyarlı organik bileşik olarak bir antrasen türevi kullanılacaktır. Optimizasyon işlemleri sonucunda elde edilen UV-Vis spektrumu ile EHOMO ve ELUMO değerleri, TiO₂'nin iletkenlik ve valans band değerleri ile uyumlu bulunmuştur. Dolayısıyla, bu bileşik, DSSC'de organik bir boya olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Bu çalışma için, 4-((antrasen-9-ylmetilen)amino)benzonitril bileşiği sentezlenerek ve yapısı spektroskopik yöntemlerle (ATR-FTIR, ¹H ve ¹³C APT NMR) aydınlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: DSSC, Antrasen, Organik boya, TiO₂, İletkenlik bandı

SONLU ELEMANLAR VE HAD ANALİZ YÖNTEMİ İLE PETROL TAŞIMA HATLARI İÇİN STANDART GATE VANA OPTİMİZASYONU

SONER ENEKÇİ

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

Kadir Yılmaz

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği
kayel@kocaeli.edu.tr

Özet

Özet: Endüstriyel tesislerde farklı özellikteki akışkanlar aynı hat kullanılarak tanklara aktarılır. Mevcut uygulamalarda seçilen sürgülü tip vanalar metaller arası temas ile sızdırmazlık prensibine göre tasarlandığından, tanklarda bekleyen farklı sıvılar zamanla oluşan sürtünme kaçakları nedeniyle karışma riski taşımaktadır. Bir diğer istenmeyen durum ise sürgülü vana kapanma hızının ayarlanamamasıdır ve boru hattındaki akışın aniden durması veya aniden başlaması ile oluşan anlık basınç değişikliği olarak ifade edilir. Anlık koşullarda bu durumları ortadan kaldırmak için büyük basınç düşüşlerine neden olmamaları ve hatta esnek olmaları gerekmektedir. Bu çalışmada, tam açık veya belirli bir pozisyonda kullanılmak üzere tasarlanmış çift contalı sürgülü tip dolum vanası, daha önce bahsedilen özellikleri nedeniyle yağ dolum tesisleri için önerilen bir çözüm olmuştur. Bu tasarım ile üretim öncesi hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizleri yapılmış, basınç ve dayanım çalışmaları yapılmıştır. Analizin ardından en uygun tasarıma sahip vana üretilmiş ve testler gerçekleştirilmiştir. Önerilen sürgülü vananın gerçek sızdırmazlığı, deney ve analiz sonuçları karşılaştırılarak test edilmiştir. Sürgülü vana, 12 bar olan en kritik basınçta kritik eşiğe ulaştığından, bu basıncın üzerinde çalışması sızdırmazlık elemanlarını zorlamıştır. Buradaki yeni tasarımdaki avantajlar, kritik basınç değerlerine kadar direnç göstermiş ve dezavantaj olarak sadece düşük basınçlarda farklılıklar gözlenmemiştir. Ayrıca deneysel ve analiz çalışmaları sonucunda elde edilen verilere göre hat üzerinde oluşacak maksimum basınç değerinde herhangi bir kaçak olmayacağı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürgülü vana, Sonlu Elemanlar Yöntemi , HAD, Tasarım, Sızıntı, Petrol

ADALAR İLÇESİNDE ORMAN YANGINLARINDAN ETKİLENECEK BİNALARIN TESPİTİ VE AKILLI ŞEHİR PLANLAMASININ ÖNEMİ

İkram ÇELİK

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği
ikramcelik@ogm.gov.tr

Necmi Cemal ÖZDEMİR

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Özet

Orman Yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları yönünden bütün ülkeleri ilgilendiren doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Son yıllarda iklim değişikliğinin orman yangınlarını arttırma yönünde etkili olabileceğine dair birçok araştırma ortaya konulmuştur (Bo vd.,2020; Resco de Dios vd., 2021). Hatta geçmişte yangın riski yüksek olmayan ekosistemlerin gelecekte risk altında olabileceğine dair bulgular söz konusudur (Garbolino, Sanseverino-Godfrin & Hinojos-Mendoza, 2017). Orman yangını riski taşıyan yerleşim yerlerindeki yangın tehlikesini azaltma çalışmalarının önemli bir bileşeni, hem konutla hem de konutlar etrafındaki vejetasyon ile ilgili önlemler alınmasıdır. Orman yangınlarını etkileyen temel parametreler yanıcı madde özelliği, topoğrafya ve hava koşulları olsa da yangın başlangıcı yani tutuşma çok büyük oranda insan etkisiyle gerçekleşmektedir. Kaba bir ifadeyle, orman içi ve yakınında insan yoğunluğu ve dolaşımının artmasının yangın oluşumunu arttıracığı söylenebilir (Modugno vd., 2016). Bu da yerleşimlerle ormanların arasındaki mesafe ve etkileşimle ilgilidir. Akıllı Şehir: Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca “Paydaşlar arası işbirliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler” olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde Temmuz-Ağustos 2021 aylarında çıkan büyük orman yangınları ve bu yangınlardan etkilenen yerleşim yerleri bize orman yangınlarının sadece orman ekosistemine değil yerleşim yerlerine de zarar verdiğini acı bir şekilde göstermiştir. Bu nedenle şehirler hızlı bir şekilde orman yangınlarına karşı koruyucu ve önleyici tedbir almanın yanında olası bir yangında erken ve etkili müdahale altyapısının kurulmasını kaçınılmaz kılmıştır. Bu aşamada şehirlerde Afet ve Acil Durum Yönetimi planlamasını akıllı şehir bakış açısıyla zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada olası bir orman yangınında İstanbul İli Adalar İlçesinde bulunan orman sınırında bulunan yerleşim alanlardaki konutlardan ne kadarının zarar göreceğini ve bu konutlarla birlikte Adalar İlçesinde Akıllı Şehir yaklaşımı ile alınacak önlemler konusunda tespitler ve öneriler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehir, Afet ve Acil Durum, Orman Yangınları, Yangın Yönetim

ALÜMİNYUM OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN GALLERIA MELLONELLA'NIN HEMOSİTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ezgi ÇOĞAL

Kocaeli Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
ezgiii.fb1907@gmail.com

Tuğba Nur ELLİBEŞ GÖKKAYA

Kocaeli Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
tugbanurellibes@gmail.com

ZÜLBIYE DEMİRTÜRK

Kocaeli Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
zulbiye.ylmzz@gmail.com

Fevzi UÇKAN

Kocaeli Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
uckanf@gmail.com

Özet

Ağır metaller organizmalara su, besin ve solunum yoluyla alınabilir, ancak aşırı miktarda alınması sonucu canlı vücudunda birikebilir. Bu birikim birçok organizma üzerinde toksik etkiler meydana getirebilir. Alüminyum, günlük hayatta yaygın olarak kullanılan ve toksik olduğu belirlenen bir ağır metaldir. İnşaat, otomotiv, elektrik ve uçak endüstrilerinin yanı sıra gıda ambalajlarında ve mutfak araç gereçlerinde yapısal malzeme olarak kullanılmaktadır. Alüminyum oksit ise, alüminyumun oksijen ile tepkimesinden meydana gelmektedir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle birçok alanda sıkça tercih edilmektedir. Alüminyum oksit nanopartikülleri, canlılarda farklı sistemlerde hasara neden olabilmektedir. Böcekler ağır metal kirliliği, birikimi ve bu durumun sebep olduğu fizyolojik etkiler ile ilgili çalışmalarda biyoindikatör canlılar olarak kullanılmaktadır. Edinilmiş bağışıklık sisteminden yoksun olan böcekler, doğal bağışıklıkları sayesinde enfeksiyon ajanlarına hızlı ve etkili yanıt verirler. Bu bağışıklık sistemleri humoral ve hücrel yanıt olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella*, üretimi kolay ve hızlı, yaşam döngüsü kısa, ekonomik ve etik uygunluğa sahip bir böcek türüdür. Bu nedenle in vivo çalışmalarda önemli bir model organizma haline gelmiştir. Hemositler böcek bağışıklığında önemli rol oynayan, hücrel yanıt sisteminde yer alan fagositlerdir. Çalışmamızda alüminyum oksit nanopartiküllerinin konak *Galleria mellonella*'nın hemositlerine etkileri incelendi. *G. mellonella* larvaları 50, 100, 500 ve 1000 ppm alüminyum oksit nanopartikül içeren diyet ile beslendi. Alüminyum oksit nanopartikülünün bütün deney gruplarında total hemosit sayısında azalmaya neden olduğu belirlendi. Hemosit tiplerinden granülosit, prohemosit, sferülosit ve önositoid sayısının tüm dozlarda azaldığı, plazmatosit ise sayısının arttığı tespit edildi. Bu sonuçlar alüminyum oksit nanopartiküllerinin model organizma *G. mellonella*'nın hücrel bağışıklık sistemi üzerinde baskılayıcı etkileri olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum oksit nanopartikülü, *Galleria mellonella*, Hemosit

POLİSTİREN NANOPARTİKÜLLERİNİN GALLERIA MELLONELLA’NIN HEMOSİTLERİNE ETKİLERİ

Tuğba Nur ELLİBEŞ GÖKKAYA

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

EZGİ ÇOĞAL

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
ezgiii.fb1907@gmail.com

ZÜLBİYE DEMİRTÜRK

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
zulbiye.ylmzz@gmail.com

FEVZİ UÇKAN

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

Özet

Her yıl birkaç milyon ton üretilen polistiren (PS) koruyucu paketlenme malzemelerinden, tek kullanımlık mutfak gereçlerine, ısı yalıtım malzemelerinden laboratuvar malzemelerine kadar birçok alanda kullanılan plastiklerden birisidir. Çevreye atılan plastikler doğal yollarla zamanla bozunarak nano boyutlara ayrılmaktadır. Bu nedenle plastik türevli nanopartiküllerin (NP) canlı organizmalara nasıl girdiği ve onları nasıl etkilediği konusu son derece önemlidir. Büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella* biyolojik kontrol çalışmaları, fizyolojik ve bakteriyel araştırmalar, konak-parazitoid ilişkileri ve insan patojenlerini incelemek için uygun bir model organizmadır. Böcekler omurgalıların doğuştan gelen immün tepkisine benzeyen hücresel ve humoral bağışıklık sistemine sahiptir. Böcek kan hücreleri olan hemositler, hücresel düzeyde gerçekleşen böcek bağışıklık sisteminde önemli bir role sahiptirler. Hücresel bağışıklık tepkisine aracılık eden hemositler, memeli fagositleriyle benzerlikler göstermektedir. Hücresel bağışıklık başta fagositoz olmak üzere nodül oluşturma ve kapsül meydana getirmek gibi daha kapsamlı mekanizmalar içeren bir savunma sistemidir. Çalışmamızda Kimya Bölümü Polimer ve Malzeme Araştırma Laboratuvarında üretilen yaklaşık 300-350 nm boyutlarındaki polistiren nanopartikülleri (PS NP) kullanıldı. *G. mellonella* larvalarının besin içeriklerine 50, 100, 500 ve 1000 ppm dozlarında PS NP’ler eklendi. Larvaların total hemosit sayılarına ve hemosit tiplerine etkileri araştırıldı. Yapılan çalışmalarda kontrol grubuna göre artan dozlara paralel olarak total hemosit sayısında azalmalar tespit edildi. Aynı zamanda immün tepkileri oluşturan prohemosit, granülosit, önositoid ve sferülosit sayısının tüm dozlarda azaldığı, plazmatosit sayısının ise arttığı tespit edildi. Elde edilen veriler plastik türevli nano-PS’lerin larvalarda immün tepkiyi azalttığını ve bağışıklık sisteminde baskılayıcı rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Polistiren nanopartikülü, *Galleria mellonella*, hemosit

SU BAZLI KAPLAMALARDA FARKLI TİPTE VE FARKLI ORANLARDA İSLATICI KULLANIMININ KAPLAMA PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Hakan Uras

Marmara Üniversitesi, Arge, Arge
hakan.uras@akzonobel.com

Cihan Kızar

Marshall Boya ve Vernik San. A.Ş., Arge, Arge
cihan.kizar@akzonobel.com

Özet

Boyada kullanılan katkı maddeleri ıslatıcılar, reoloji düzenleyiciler, köpük gidericiler, film oluşturucular ve pH ayarlayıcılar olarak sıralanabilir. Islatıcılar yüzey gerilimini düşüren pigmentlerin homojen dağılımını sağlayan yüzey aktif maddelerdir. Islatıcı tipi ve miktarı boya için çok önemlidir. Islatma işlemi, pigment parçalarının yüzeylerinden hava ve nemi uzaklaştırarak, pigment parçacıklarını dağıtarak ve pigment parçacıklarının tekrardan bir araya gelip topaklanmalarını engeller. Islatmanın iyi yapılmadığı durumlarda pigment çökmesi, pigment ayrışması, pigment yüzmeleri, parlaklık düzensizlikleri, yüksek viskozite, kötü akışkanlık ve kötü renk gücü gibi problemlerle karşılaşılır. Bu çalışmada su bazlı iç cephe boya reçetesinde beş farklı türde ıslatıcı, iki farklı oranda kullanılarak boyanın performans özellikleri incelenmiştir. Yapılan çalışma ile su bazlı kaplama ürünüde en uygun ıslatıcı türü ve oranı belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için farklı türde ıslatıcı içeren boyalar öncelikle etüvde 1 ay yaşlanma testine tabi tutulmuş ve sonrasında viskozite ölçümü gerçekleştirilmiştir. Yaşlanma testi sonucunda stromer viskozimetresi ile viskozite değeri ölçülebilen boya türlerine parlaklık, renk, örtücülük gibi fiziksel testler ve ovalama testi yapılmıştır. Polikarboksilik asit bazlı ıslatıcının en yüksek ovalanma direnci değeri verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Su Bazlı Kaplama, ıslatıcı, yaş ovalama direnci.

ELASTAN İPLİK ÜRETİMİ İÇİN POLİÜRETAN POLİMER SENTEZİ VE İPLİK HALİNE GETİRİLMESİ

FUAT TAŞKESER

Aydın Öorme San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Ar-Ge Merkezi
fuat.taskeser@aydinorme.com.tr

Özet

Elastan, tekstil endüstrisinde ipliğe ve dolayısıyla kumaşa kattığı konfor, esneklik, insan vücuduna tam uyum, rahatlık ve fonksiyonellik sayesinde önemli bir yere sahiptir. Elastanlı tekstil ürünlerinin klasik kullanım alanları arasında bay ve bayan çorapları, serbest zaman giysileri, iç giyim ürünleri, spor giyim, abiye kıyafetler, korse, mayo ve tıbbi tekstiller bulunmaktadır. Bu çalışmada giysilerde konforun olmazsa olmazı esnek iplik üretimi araştırılmıştır. Esnek ipliklerin günümüze kadar üretimi maalesef yerli olarak gerçekleştirilememiştir. İthalatla ya da yabancı şirketlerin ülkemizde üretimi şeklinde ihtiyaç giderilmeye çalışılmaktadır. Tekstil alanında son derece aktif olan ülkemizde katma değeri düşüren bu durum dikkatimizi çekmiştir. Bu anlamda poliüretan esaslı esnek ipliklerin prototip anlamda yapılabilirliği konusunda çalışma yapılmıştır. Poliüretan polimerinin elde edilmesi için izosiyanatlar, polioller ve zincir uzatıcılar arasında farklı kombinasyonların polimerizasyonu kullanılmıştır. Oluşturulan poliüretan maddesinin piyasada kullanılan elastan hammaddesiyle karşılaştırmaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Poliüretan, elastomer, elastik iplik

E. FOETİDA SELOMİK SIVISININ H₂O₂-TEMELLİ HÜCRESEL HASAR ÜZERİNE OLAN KORUYUCU ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Yasemin Kilciler

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
yaseminalyanak@hotmail.com

Zeynep Betts

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
zeynep.betts@kocaeli.edu.tr

Özet

E. foetida selomik sıvısı (ECF) güçlü antioksidan özelliğinin yanı sıra antibakteriyel ve antitümör gibi çok sayıda biyolojik etki göstermektedir. Fizyolojik koşullarda antioksidan savunma sistemi hücre içi reaktif oksijen türlerinin (ROS) kontrolünü sağlamaktadır. Antioksidan savunma sisteminin yetersiz kaldığı durumlarda nükleik asitler ve organeller hasar görmektedir. Vücutta H₂O₂ gibi ROS'ların artışı oksidatif strese neden olmakta ve aterosklerotik patolojilerde ilk gözlemlenen, endotel hücre disfonksiyonuna sebep olmaktadır. Ayrıca potansiyel bir kanser ve kardiyovasküler hastalık belirteci olmaktadır. Literatürde ECF'nin H₂O₂ temelli hasar üzerine etkisini inceleyen bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle mevcut çalışmada H₂O₂ temelli oksidatif stres üzerine ECF'nin koruyucu etkisinin ilk kez araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla HUVEC hücrelerinde ECF ve H₂O₂'nin sitotoksik etkisi WST-1 canlılık analizi, Annexin V ELISA ve Akridin Oranj (AO) boyaması ile apoptotik etki ve ROS analizi ile hücrelerdeki ROS miktarı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda HUVEC hücrelerinde 24 saat boyunca farklı konsantrasyonlarda ECF (1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 ve 80 µg/ mL) ve H₂O₂ (50, 100 ve 200 µM) muamelesinin canlılığı doza bağlı olarak azalttığı belirlenmiştir. ECF (1, 10 ve 20 µg/mL) muamelesini takiben H₂O₂ (100 µM) hasarı oluşturulan HUVEC hücrelerinde ise canlılık oranlarının arttığı (sırasıyla %54.6, %77.1, %82.6, %88.3 ve %96.2) belirlenmiştir. Annexin V ELISA ve ROS analizi sonuçlarında artan ECF dozları ile sırasıyla Annexin V proteininin arttığı, apoptotik hücre morfolojisinin ve ROS miktarının azaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak HUVEC hücrelerinde ECF'nin artan dozuna bağlı olarak H₂O₂-temelli hasar üzerine koruyucu etkisi ilk defa tespit edilmiştir. Ancak elde edilen verilerin moleküler düzeyde araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: E. foetida, Koruyucu Etki, Oksidatif stres

ZARARLI KİMYASALLAR KULLANILMADAN OZON İLE EFEKTLENDİRME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

İREM PALABIYIK

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği
irem.palabiyik@wiserwash.com.tr

GOKBEN ERYILMAZ

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik
gokben.eryilmaz@wiserwash.com.tr

ÖZGÜR BULUT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi, Kimya
ozgur.bulut@wiserwash.com.tr

Özet

Son zamanlarda, yeni ağartma yöntemleri geliştirilmekte ve geleneksel ağartma işlemleri için çevre dostu bir alternatif olarak sunulmaktadır. Sodyum hipoklorit, potasyum persülfat, potasyum permanganat, hidrojen peroksit, sodyum perborat, sodyum perkarbonat ve benzoil peroksit gibi geleneksel ağartma kimyasalları insan sağlığına ve çevreye zararlıdır. Bu çalışmada çevre dostu ve sürdürülebilir yeni denim ağartma süreçleri geliştirilmiştir. Tekstil yıkama ve efekt verme işlemi, herhangi bir zararlı kimyasal madde kullanılmadan sadece farklı tekniklerle ozon kullanılarak sağlanmaktadır. Hem teknik hem de görsel açıdan ozon teknolojisi ile geleneksel yöntemle kıyasla başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu yeni yöntemle işlem süresi ve su tüketimi yaklaşık %53 oranında azaltılmıştır. Denim kumaş, esas olarak pamuk liflerinden yapılmış bir tür dokuma kumaştır ve ayrıca poliester, elastan, keten, viskon gibi liflerden de üretilir. Son yıllarda çeşitli konstrüksiyonlarla dokunabilen çok çeşitli desenlere sahip olan denim, çözgüsü genellikle çivit boyası ile boyanmış bir kumaş türüdür. Ozon, üç oksijen atomundan oluşan ve atmosferik oksijenden daha yüksek bir enerjiye sahip bir bileşiktir. Ozon oksidatif bir maddedir ve redoks potansiyeli hidrojen peroksitinkinden daha yüksektir. Ozon gazının bu oksidasyon özelliği sayesinde denim kumaşın indigo molekülleri hızla bozunur. Geleneksel denim ağartmada verilen etkiler ozon gazı ile herhangi bir zararlı kimyasal madde olmadan verilebilir. Geleneksel denim yıkama için fazla su tüketimi olsa da, ozon ağartma sisteminin çok daha az suya ihtiyacı vardır ve ozon ağartma ile atık suyun yeniden kullanılması mümkündür.

Anahtar Kelimeler: denim ağartma, ozon, efekt verme

KESİM BÖLGESİNİN ARAŞTIRILMASI AMACIYLA M13 BAKTERİYOFAJ P2 PROTEİNİN REKOMBİNANT ÜRETİMİ

Esmâ Aybakan

Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Medikal Biyoteknoloji Anabilim Dalı
esmaaybakan@hotmail.com

Erkan Mozioglu

Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Medikal Biyoteknoloji Anabilim Dalı
erkan.mozioglu@acibadem.edu.tr

Tanıl Kocagöz

Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
tanilkocagoz@gmail.com

Özet

M13 Bakteriyofajına ait Protein 2 (P2), virüsün çoğalması için DNA'nın tek zincirini kesmede görev alır. P2, bu amaçla fl replikasyon orijini içerisindeki özgün bir bölgeyi tanıır. P2, bu bölge üzerinde iki ilmek yapısı oluşturarak zinciri keser. Buna rağmen, kesim için gerekli en kısa tanıma dizisi yeterince bilinmemektedir. Bu çalışmada enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla P2, rekombinant DNA teknolojisiyle üretilmiştir. Faj genomunda bulunan gen 2 (g2), P2 proteinini dizgelemektedir. Ligasyon bağımsız klonlama yöntemine göre (LIC) ve 5' ucunda önerilen klonlama etiketlerini taşıyan g2'ye özgün primer çifti tasarlanmıştır. G2 gölgesi tasarlanan özgün LIC primer çifti kullanılarak Polimeraz Zincir Tepkimesi (PZT) ile çoğaltılmıştır. pET His6 GFP TEV LIC klonlama vektörü SspI restriksiyon enzimi ile kesilmiştir. Çoğaltılan PZT ürünü ve doğrusal vektör DNA'sı 60°C'de bir araya getirildikten sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur. Rekombinant DNA, BL21 Escherichia coli bakteri hücrelerine transforme edilmiştir. Rekombinant hücrelerde protein anlatımı IPTG ile indüklenerek optimal anlatım koşulları belirlenmiştir. Üre kullanılarak denatüre koşul altında His işaretli P2 proteini hücrelerden izole edilmiştir. Protein kompleksi nikel afinite kolon kromatografisi ve pasif jel elüsyonu yöntemleriyle saflaştırılmış; ardından 4°C'de diyaliz ile üre uzaklaştırılmıştır. Proteinler, SDS-Poliakrilamid Jel Elektrofrezisi ve "Western Blotting" yöntemleri ile doğrulanmıştır. Proteinin aktivitesi, kalıp olarak fl orijin içeren bir plazmitin, P2 ile kesimi sonucu ortaya çıkan 3' ucunun gerçek zamanlı PZT'de DNA Polimeraz I tarafından primer gibi kullanılmasıyla gösterilmiştir. P2 substratı olmak üzere P2'ye ait tanıma bölgesinin parçalarını içeren oligomerler tasarlanmıştır. Oligomerler, çalışmanın ileri deneyleriyle birlikte test edilerek kesim için gerekli en kısa gen bölgesi saptanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Aktivite Analizi, Kesim Proteini 2, LIC, M13 Bakteriyofaj, Rekombinant Protein Üretimi

PLASTİK ENJEKSİYON PROSES PARAMETRELERİNİN KROM KAPLANMIŞ AKRİLONİTRİL BÜTADİEN STİREN OTOMOTİV PARÇALARINDAKİ METAL-POLİMER ARASINDAKİ YAPIŞMA KABİLİYETİNE ETKİLERİ

Yunus Emre POLAT

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği Bölümü
polatyunusemrepolat@gmail.com

Mustafa ÖKSÜZ

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği Bölümü
mustafa.oksuz@yalova.edu.tr

İpek ÇAĞLAYAN SARMAN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
ipek.caglayan@albastik.com.tr

Özet

Günümüzde, otomotiv sektöründe daha yüksek kaliteli, ekonomik ve çevre dostu ürün kullanımı yönünde çalışmalar sürdürülmektedir. Özellikle, radyatör ızgaraları, ayna çerçeveleri, aydınlatma muhafazaları ve amblemler gibi dekoratif parçaların üretiminde metallere göre kolay işlenmesi, hafif ve düşük maliyetli olması gibi avantajları sayesinde plastik malzemeler kullanılmaktadır. Plastiklere estetik görünüm kazandırılması ve korozyon direncinin artırılması amacıyla metal kaplamalar uygulanmaktadır. Metal kaplama plastik malzemelere yüksek mukavemet, metalik yansıtma ve dekoratif özellik kazandırmaktadır. Otomotiv sektöründe dekoratif plastik parçaların üretiminde genellikle krom kaplama tercih edilmektedir. Krom kaplanmış plastik parçaların üretiminde yaygın olarak mühendislik plastikleri sınıfında yer alan akrilonitril-bütadien-stiren (ABS) kullanılmaktadır. Bu çalışmada, enjeksiyonla kalıplanmış ABS parçalarının üzerine elektro-kaplama yöntemi ile krom kaplama işlemi uygulanacaktır. Üretilen numunelerdeki metal-polimer adezyonuna proses parametrelerinin etkisi test yöntemleri ile değerlendirilecektir. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağıtıcı Spektroskopi (EDS) ile numunelerin yüzey morfolojileri, profilometre ile yüzey pürüzlülüğü ve Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Işıma (FTIR) ile yapısal karakterizasyon incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: ABS, Metal Kaplama, Krom, Adezyon, FTIR

Teşekkürler

Bu çalışma Alba Plastik San. ve Tic. A.Ş. ve Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2021/YL/0024 numaralı proje ile desteklenmiştir.

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE DOĞAL BOYARMADDELER

Sevde BEYLİK

Sakarya Üniversitesi, Kimya, Ar-Ge Merkezi
sevde.beylik@aydinorme.com.tr

Ayşe USLUOĞLU

Aydın Örme San. ve Tic. A.Ş., Kimya, Ar-Ge MERkezi
ayse.usluoglu@aydinorme.com.tr

Özet

Doğal boyalar 19. yüzyılda sentetik boyaların gelişmesiyle önemini büyük oranda kaybetmiştir. Sentetik boyaların kullanmanın çeşitli avantajları onları vazgeçilmez kılmıştır. Ancak çevre bilincinin artması ve organik, doğal ürünler için artan talep, doğal boyaları ve boya kaynaklarını tekrar popüler yapmıştır. Bu çalışmamızda, Pamuk/Nylon/Elastan içerikli dantel kumaşa atık materyallerden elde edilen doğal boyarmaddeler ile boyama işlemi yapılmıştır. Doğal boyarmadde olarak Leafy Green, Mallow, Kareel, Nimbus, Bio Indigo, Rennet, Yeliona, Bee, Rubia renkleri kullanılmıştır. Kumaşlara ön işlem, boyama, ard işlem prosesleri uygulandı. Boyama yapılan kumaşların Macbeth Color Eye 7000 A spektrofotometresinde renk ölçümleri yapıldı. Boyalı kumaşlara ISO standartlarına göre yıkama, sürtme, ter, su haslık testleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal boyarmadde, Pamuk, Sürdürülebilirlik

OTOMOTİV YAN SANAYİSİNDE ISO 50001 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN UYGULANMASI ÖRNEĞİ

Ecem ACAR

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
ecemacar9@gmail.com.tr

Selman ÇAĞMAN

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
selman.cagman@kocaeli.edu.tr

İpek ÇAĞLAYAN SARMAN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
ipekcaglayan@hotmail.com

Özet

Endüstriyel ve teknolojik olarak sektörel ve akademik baz da gelişmelerin hızla yaşandığı günümüzde, artan nüfus ihtiyacı, firmalar arası rekabet koşulları, her geçen gün enerji tüketiminin ve enerji ihtiyacının giderek artmasına sebep olmaktadır. Bu kapsamda enerji tüketiminin birim değerlerde en çok tüketildiği alanlardan otomotiv sektörü ön plana çıkmaktadır. Otomotiv sektörü ana sanayi kapsam olarak birçok faaliyet alanına direkt etki eden, teknolojik ve inovatif gelişmeleri getiren, 20. Yüzyıl ekonomisine katkı sağlayan sanayi kollarının başında gelmektedir. Bu sektör bünyesinde otomotiv yan sanayi, plastik, kauçuk, döküm, sac ve petrokimya gibi çeşitli alanları barındırmaktadır. Tüm bu süreçler artan enerji tüketiminin düzenli sistemlerle yönetilmesi ve ihtiyacın düşük tutulmasına yönelik birçok çalışma alanına gerek duyulmaktadır. Enerji uzmanları, enerjiye erişimin artan maliyetlerinin azaltılması, enerjide tasarrufa ve mevcut enerjinin verimli kullanılmasının sağlanmasının yanında çevreye olan duyarlılığı arttırmak amacıyla ‘‘ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi’’ adı altında standartlar getirerek kuruluşlar için yasal zorunluluk ve yükümlülük haline getirmişlerdir. Çalışmada, otomotiv ana sanayisine plastik ve kromlu parçalar sağlayan Alba Plastik San. ve Tic. A.Ş. bünyesinde, ISO 50001 enerji yönetim sistemi kapsamında, şirketin beklentilerinin belirlenmesi, uzun vadede enerji tüketimi konusunda izlenecek yol haritası üzerinde durulmuş, üst yönetim desteğiyle sürece istinaden toplantılar yapılmaya başlanmıştır. Yetki ve sorumluluk matrisleri gözden geçirilmiş, sürece kimin liderlik edeceği organizasyon şeması ile gösterilmiş ve toplantı notu aksiyon listesiyle yayınlanmıştır. Süreç lideriyle yapılan planlama neticesinde Alba Plastik ve bünyesinde yer alan krom kaplama tesislerinde bulunan proseslerde kullanılan enerji tipi ve tüketim noktaları belirlenmiştir. Her iki tesis için enerji tüketiminin gerçekleştiği noktalar; pompalar, kompresörler, sıcak su kazanları, sürücü sistemleri ve robot sistemleri olarak excel tablosunda sıralanmıştır. Detaylı fizibiliteyle mevcutta enerji tüketiminin fazla olduğu düşünülen sistemden başlanacaktır. Sistemde enerji verimini düşüren noktalar belirlenerek iyileştirmeler önerilecektir. Yapılan öneriler sonucu sistemden elde edilecek verim ile standardın uygulaması tamamlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: ISO 50001, Otomotiv Yan Sanayi, Enerji Yönetim Sistemi

N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-HEKZADİİMİN (DHAPH) YENİ SCHIFF BAZI LİGANDI VE N,N'-BİS(2,6-DİHİDROKSİASETOFENON)-HEKZADİİMİN NİKEL(II) (Nİ-DHAPH) KOMPLEKSİNİN SENTEZ VE SPEKTROSKOPİK ÇALIŞMALARI

Esra KALEM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Kimya
kaymenmavi@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-6277-3880

Erbil AĞAR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Kimya
erbagar@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4328-1669

Özet

Schiff bazlarının ve metal komplekslerinin kullanım alanı oldukça geniştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bazı bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitelerinin olduğu tespit edilmiştir. Schiff bazı komplekslerinin anti kanser aktivitesi göstermesi özelliğinden dolayı tıp dünyasındaki önemi giderek artmaktadır ve kanserle mücadelede reaktif olarak kullanılması araştırılmaktadır. Aromatik aminlerin Schiff bazı kompleksleri özellikle kemoterapi alanında, bazı kimyasal reaksiyonlarda çeşitli substratlara oksijen taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bunların kompleksleri tarım sahasında, polimer teknolojisinde polimerler için anti-statik madde olarak ve yapılarında ki bazı grupların özelliklerinden dolayı da boya endüstrisinde kullanılmaktadır. Schiff bazlarının yapılarında oksokrom gruplar bulunduğu takdirde bunlardan elde edilen kompleksler renkli maddeler olduklarından boya endüstrisinde özellikle tekstil boyacılığında pigment boyar maddesi olarak kullanılmaktadır. Literatürde çok fazla sayıda schiff bazı ligand ve metal kompleksleri sentezlenmiştir. Bu konunun seçilmesiyle kimya literatüründe bulunmayan schiff bazı moleküllerinin sentezi amaçlanmıştır. Bu çalışmada 2,6-dihidroksiasetofenon'un 1,6-diaminohekzan ile tepkimesi sonucu N,N'-bis(2,6-dihidroksiasetofenon)-hekzadiimin (DHAPH) orjinal schiff bazı ligandı ve Ni(Ac)2.4H2O ile tepkimesi sonucu N,N'-bis(2,6-dihidroksiasetofenon)-1,6-hekzadiimin nikel(II) (Ni-DHAPH) metal kompleksi sentezlenmiştir. Sentezlenen ligand ve kompleksin yapıları spektroskopik yöntemlerle aydınlatılmıştır. Elde edilen ligand ve kompleksin antibakteriyel özelliklerinin çalışılması planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Schiff bazı, metal kompleksleri, karakterizasyon

Abstract

Schiff bases and metal complexes are widely used. In recent studies, it has been determined that they have antimicrobial activities against some bacteria. Due to the anti-cancer activity of Schiff base complexes, its importance in the medical world is increasing, and its use as a reagent in the fight against cancer is being investigated. Schiff base complexes of aromatic amines are used as oxygen carriers to various substrates in some chemical reactions, especially in the field of chemotherapy. In addition, their complexes are used in agriculture, as an anti-static agent for polymers in polymer technology, and in the paint industry due to the properties of some groups in their structures. If there are auxochrome groups in the structures of Schiff bases, they are used as pigment dyestuffs in the dye industry, especially in textile dyeing, since the complexes obtained from them are colored substances. A large number of Schiff base ligand and metal complexes have been synthesized in the literature. With the selection of this subject, the synthesis of Schiff base molecules, which are not found in the chemistry literature, is aimed. In this study, N,N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)-hexadiimine (DHAPH) reacted with the original schiff base ligand and Ni(Ac)2.4H2O as a result of the reaction of 2,6-dihydroxyacetophenone with 1,6-diaminohexane. The metal complex, N'-bis(2,6-dihydroxyacetophenone)-1,6-hekzadiimine nickel(II) (Ni-DHAPH) was synthesized. The structures of the synthesized ligand and complex were elucidated by spectroscopic methods. It is planned to study the antibacterial properties of the obtained ligand and complex.

KIZAK TİPİ İNiŞ TAKIMLARINDA MALZEME DEĞİŞİMİNİN YORULMA PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Kıvanç TURAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
mkivancturan@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1605-9678

Hilal HOŞÖZ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
031720512@ogr.uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8616-8896

Fatih KARPAT

Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
karpata@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8474-7328

Özet

Helikopterler havacılık endüstrisinin önemli araçlarından biridir. Gerek sivil gerekse askeri alanda oldukça sık kullanılan bu hava aracının önemli parçalarından biri iniş takımıdır. Helikopter iniş takımları iki ana türe ayrılmaktadır; bunlar kızak ve tekerlek tipidir. Bu çalışmada kızak tipi iniş takımının yorulma performansı incelenmiştir. İlk olarak sade bir iniş takımı tasarlanmış olup bu tasarım Ansys Workbench yazılımına aktarılmıştır. Literatür temel alınarak yükleme miktarı belirlenmiş olup mesh yakınsaması yapılarak ideal eleman boyutu tespit edilmiştir. Malzeme olarak çelik, titanyum, alüminyum alaşımları tercih edilmiş olup bu malzemelere göre yorulma analizi gerçekleştirilmiştir. Yorulma analizi için ortalama gerilme teorisi olarak Gerber kullanılmış olup yükleme tipi olarak sıfır tabanlı yükleme tercih edilmiştir. Analizler sonucunda titanyum alaşımından yapılan tasarımın yorulma ömrü ve ağırlık bakımından daha üstün olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Helikopter, Yorulma Analizi, İniş Takımı.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MATERIAL CHANGE ON FATIGUE PERFORMANCE IN SKID TYPE LANDING GEAR

Abstract

Helicopters are one of the important vehicles of the aviation industry. The landing gear is one of the important parts of this aircraft, which is frequently used in both civil and military fields. The helicopter landing gear is divided into two main types; they are skid and wheel type. In this study, the fatigue performance of skid type landing gear was investigated. First, a simple landing gear was designed and this design was transferred to Ansys Workbench software. Based on the literature, the amount of loading was determined and the ideal element size was determined by mesh convergence. Steel, titanium, aluminum alloys were preferred as materials and fatigue analysis was carried out according to these materials. Gerber was used as the mean stress theory for fatigue analysis and zero-based loading was preferred as the loading type. As a result of the analyses, it was seen that the design made of titanium alloy is more superior in terms of fatigue life and weight.

Keywords: Helicopter, Fatigue Analysis, Landing Gear.

GERİ DÖNÜŞEBİLİR ATIKLARIN KONTROLÜ VE SIFIR ATIK PROJESİ UYGULAMALARI: NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Fatma KUNT

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
drfatmakunt@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2128-261X

Mehmet Yıldırım GÜNDÜZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
mhmtgndz32@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6221-6515

Özet

Dünya üzerinde yaşayan milyarlarca insan her gün bilinçsizce tüketim yapmaktadır. Oluşan atıklar ise yine sorumsuzca davranılarak doğaya bırakılmaktadır. Doğal kaynakların hızla tükenmesinden dolayı insanlık yeni arayışlara girmiştir. Bunların içerisinde en önemlisi olan atık yönetimi ve geri dönüşüm milattan öncesine kadar dayanmaktadır. Satın alınan her ürün kişilerin kullanımına bir ambalaj içerisinde sunulmaktadır. Bu nedenle geri dönüşümü yapılarak iyi değerlendirilen atıklar ülke ekonomisine kazanç sağlamaktadır. Sıfır Atık Projesi ile başlatılan geri dönüştürülebilir atıklar başta olmak üzere tüm atıkların değerlendirilmesi konusu ülkemizde 2017 yılında başlatılmış olup 2019 yılında yönetmelik ile kesinleştirilmiştir. Bu çalışmada, çevre bilinci ve doğal kaynakların korunması yönünde üniversitemizin mevcut durumu değerlendirilerek hangi çalışmaların yapıldığı ve yapılması gerektiği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sıfır Atık Birimi kurulmasından başlayarak atıkların ayrı sınıflarda toplanmasına kadar gerçekleştirilen tüm faaliyetler aşama aşama belirtilmiştir. Ayrıca toplamda öğrenci, akademisyen ve idari personelin katıldığı 306 kişiye uygulanan bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket sonuçlarına göre katılımcıların atık yönetimi konusunda bilinçli olduğu görülmüştür. Daha sonra toplanılan atık miktarları üzerinden ekonomiye ve çevreye olan katkılar hesaplanarak ülke ekonomisine ne derecede katkıda bulunulabileceği sayısal değerlerle vurgulanmıştır. Sonuç olarak, üniversitelerde atık yönetimi konusunda mevcut bilinç seviyesi ölçülerek nasıl daha iyi hale getirilebileceği konuları hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm, Sıfır Atık, Çevre Bilinci

CONTROL OF RECYCLABLE WASTES AND ZERO WASTE PRACTICES: THE EXAMPLE OF NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY

Abstract

Billions of people around the world consume unconsciously every day. The resulting wastes are again left to nature by being irresponsible. Due to the rapid depletion of natural resources, humanity has entered new searches. The most important of these, waste management and recycling, dates back to B.C. Each purchased product is made available to us in a package. Well-evaluated wastes benefit the country's economy. The issue of evaluation of all wastes, especially recyclable wastes initiated with the Zero Waste Project, was initiated in our country in 2017 and was finalized in 2019 with a regulation. In this study, the current situation of our university in terms of environmental awareness and protection of natural resources has been evaluated and it has been tried to reveal what studies have been done and what needs to be done. All activities carried out from the establishment of the Zero Waste Unit to the collection of wastes in separate classes are indicated in stages. In addition, a survey study was conducted on 306 people, in which students, academicians and administrative staff participated. According to the results of the survey, it was seen that the participants were conscious about waste management. Then, the contribution to the economy and the environment is calculated over the amount of collected waste, and the extent to which the country's economy can be contributed is emphasized with numerical values. As a result, the current level of awareness on waste management in universities was determined and information was given on how to improve it.

Keywords: Waste management, Recycling, Zero Waste, Environmental awareness

FULL PAPERS

MONOLİTİK MİMARİ İLE GELİŞTİRİLMİŞ BİR YAPININ MİKROSERVİS MİMARİSİNE UYARLANMASININ ÖNEMİ

Seçkin PÜLLÜ

Keove, Backend Developer, İstanbul
seckinpullu@hotmail.com

Serdar BİROĞUL

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Düzce
serdarbirogul@duzce.edu.tr

Özet

Mikroservis mimarisi, Servis Odaklı Mimari (SOA) yaklaşımından türeyen, sistemi amaç odaklı küçük otonom servislere bölmeyi hedef alan bir yaklaşımdır. Monolitik mimari ise fonksiyonel özelliklerine göre katmanlara ayrılmış birçok modül yapısına ve tek bir kod tabanına sahip bir tarzdır. Mikroservis mimarisinin monolitik mimariye göre birtakım avantajları vardır. Bundan dolayı bazı şirketler monolitik mimari ile inşa edilmiş olan sistemlerini mikroservis yapısına dönüştürmek istemektedir. Ancak bu süreçte bütün şirketler başarı sağlayamamıştır. Bu çalışmada monolitik mimarinin ve mikroservis mimarisinin avantaj ve dezavantajları, mikroservis mimarisinin hangi durumlarda tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bir şirketin monolitik mimari ile geliştirmiş olduğu servis yapısını mikroservis mimarisine adapte ederken kullandığı teknolojiler, teknik ayrıntılar ve izlediği süreç incelenmiştir. Monolitik mimariden, mikroservis mimarisine geçişteki zorluklara değinilmiş ve bundan sonraki süreçler için tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Mikroservis, Monolitik, Dönüştürme

IMPORTANCE OF THE REFACTORING A SYSTEM DEVELOPED MONOLITHIC ARCHITECTURE TO MICROSERVICES

Abstract

Microservice architecture is an approach that derives from the Service Oriented Architecture (SOA) approach, aiming to divide it into small, purpose-driven autonomous services. Monolithic architecture has many module structures divided into layers according to their functional properties and a single code base. Microservice architecture has some advantages than monolithic architecture. For this reason, some companies want to convert their systems built with monolithic architecture into a microservice structure. However, not all companies have been successful in this process. In this study, the advantages and disadvantages of monolithic architecture and microservice architecture, and in which situations microservice architecture should be preferred are emphasized. The technologies, technical details and the process followed by a company while adapting the structure that it has developed with a monolithic architecture to the microservice architecture are examined. The difficulties in the transition from monolithic architecture to microservice architecture were mentioned and recommendations were made for the next processes.

Keywords: Microservices, Monolithic, Refactoring

1.Giriş

Mikroservis mimarisi, her biri kendi sürecinde çalışan ve genellikle bir HTTP kaynak Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface – API) olan hafif mekanizmalarla iletişim kuran küçük bir servis paketi olarak tek bir uygulamanın geliştirilmesine yönelik bir yaklaşımdır. [1] Mikroservislerde temel olarak hedeflenen servislerin birbirlerinden bağımsız olması ve her birinin tekil bir amaca hizmet etmesidir. Mikroservisler geliştirilirken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta işlevsel ayrımlarıdır. Her bir servis tahsis edildiği alanındaki işi yapmalı ve otonom yapıda olmalıdır. Mikroservis mimarisinin avantajlarından bazıları şu şekildedir [2]:

- Bağımsız bileşen yapısı
- Anlaşılabilirlik

- Ölçeklenebilirlik
- Teknoloji çeşitliliği
- Yüksek çeviklik seviyesi
- Yeniden kullanılabilirlik

Mikroservis mimarisinin bazı dezavantajları ise şu şekildedir [2]:

- Ekstra karmaşıklık
- Sistem dağıtımı (Deployment her servis için ayrı bir süreç gerektirir)
- Yönetim ve izlenebilirlik zorluğu
- Test etme zorluğu

Monolitikservis mimari ise çoklu modül yapısına sahip bir tek kod tabanına sahip yapılardır. Bu modüller işlevsel özelliklerine göre katmanlara ayrılmıştır. Bütün uygulamayı derleyen bir tek derleme sistemine ve deploy edilebilir bir dosyaya sahiptir. Monolitikservis mimarinin avantajlarından bazıları şu şekildedir [2]:

- Kolay hata ayıklama ve test imkânı
- Basit deployment
- Geliştirme basitliği

Monolitik mimarinin bazı dezavantajları ise şu şekildedir [2]:

- Karmaşıklık
- Değişiklik yapma zorluğu
- Düşük ölçeklenebilirlik
- Yeniliklere adapte olamamak

2.Mikroservis ve Monolitikservis Kullanımı

Mikroservis mimarisinin öncülerinden olan Netflix, Amazon, The Guardian gibi dev şirketler sağladığı başarı ile mikroservis yaklaşımının günümüzde ki popülerliğini arttırmışlardır. Bunun sonucunda birçok proje mikroservis mimarisine göre tasarlanmaya başlanmış veya mevcut projeler mikroservis tarzına göre yeniden düzenlenmeye çalışılmıştır. Ancak mikroservis yaklaşımının uygulanabilmesi için proje ekibi yeterli donanıma ve kişi sayısına sahip olmalıdır. Aksi takdirde bu hamle çok riskli olacaktır. Ayrıca mikroservisle gerçekleştirilmiş uygulamada mikroservis sayısı ne kadar fazla ise mevcut uygulamanın debug edilmesinde güçlü donanıma sahip bilgisayarların olması gerekmektedir. Eğer bir yazılım geliştirme ekibinde mikroservis yaklaşımı konusunda deneyimli bir DevOps ve Container uzmanı varsa, domain modelleme uzmanlığına sahip birisi varsa, büyük bir uygulama geliştirmeyi hedefleniyorsa, yeteri kadar mühendislik yetkinliği varsa ve bölünmüş servislerin her birinin sorumluluğunu alacak takımlar mevcutsa mikroservis mimarisini tercih edilebilir [3].

Yetersiz sayıda kişiye sahip küçük bir ekibi olan startup firmalarının mikroservis mimarisinin karmaşıklığı ile uğraşmasına gerek olmayabilir. Monolitik mimari bütün iş ihtiyacını sağlıyorsa mikroservis mimarisini takip etmesi yeterli olabilir. Ayrıca geliştirilen uygulama basit bir uygulama olacaksa veya uygulamayı geliştiren ekibin mikroservis mimariyle ilgili teknik bir uzmanlığı yoksa veya bir projenin en kısa zamanda piyasaya çıkması hedefleniyorsa monolitik mimari daha iyi bir tercih olacaktır. [3]. Birçok firma yeni bir projeye monolitik mimari ile başlamaktadır. Projelerin ilk safhasında, monolitik bir yapı kurmak ve işlerin daha hızlı ilerlemesini sağlamak çok daha basittir. Ancak firmalar bir süre sonra, eski kod yapıları, yeni teknolojilere adapte olamamak, kod karmaşıklığının ya da büyüklüğünün getirdiği yavaşlık, anlaşılabilirliğin azalması, yeni özellik eklenmesinin zorluğu gibi problemlerle karşılaşabilmektedir. Sistemin büyümesiyle, kod karmaşık hale gelirken, mimari daha da karmaşık hale gelir ve bunu sürdürme zorluğunun yanında, daha fazla geliştirici ve zaman ihtiyacı doğurur. Bunun yanında servis, yeni ihtiyaçlara ve özelliklere cevap verememeye başlar. Böyle bir projede bu tip problemlerden kurtulmak amacıyla mikroservis mimarisine geçilebilir. Ancak hâlihazırdaki monolitik mimari ihtiyaçları karşılayabiliyorsa böyle bir değişime gerçekten ihtiyaç olup olmadığını sorgulanmalıdır. [4]

3.Örnek Bir Şirketin Servis Yapısı Ve Mikroservise Geçme Süreci

Uygulama örneği yapılan şirketin kısaca amacı perakende mağazalarda müşteri analizi yapmak olan bir şirkettir. Temelinde IoT, görüntü işleme ve makine öğrenmesi olan bu sistemde, mağazalardaki kameralar kullanılarak belirli aralıklarla veri alınır. Bu veri belirli yöntemler ile işlenerek bir sonuç üretilir. Bu sonuçlar mobil uygulama ve web ortamında çeşitli şekillerde müşteriye sunulur. Şirketin mikroservis yaklaşımına geçmek istemesindeki en büyük neden, kameralardan servise gelen isteklerin sıklığı ve bu servislerle ilgili herhangi bir sorunla karşılaşıldığı takdirde güncellemek için bütün sistemin kapatılmak zorunda olmasıdır. Ölçeklenebilirliğin düşük ve projenin çok büyük olması şirkette bölünmüş servis yapısı ihtiyacı oluşturmuştur.

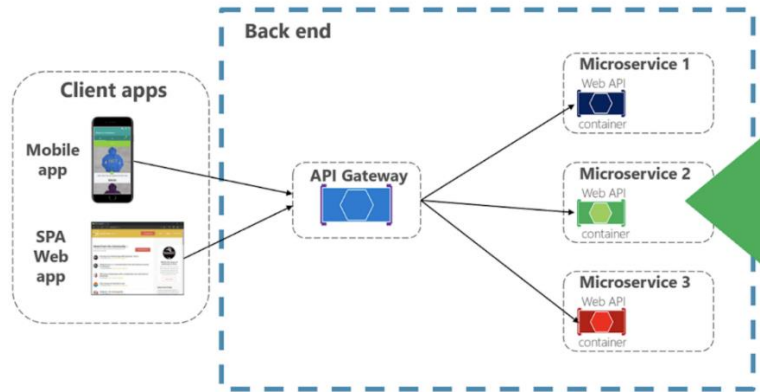
Bu süreçte tercih edilen teknolojilerin mevcut ASP.NET framework ile yazılmış monolitik servisi mikroservise göre yeniden düzenlerken kolaylık sağlayacak şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Bunlar;

- ASP.NET CORE: 14.03.2020' yeni sürümü çıkan ve platform bağımsız olan .net core api gateway kütüphanesi
- Ocelot: .NET Core'un güçlü api gateway kütüphanesi açık kaynaklı kütüphanesi
- Node.js: Frameworkleri ve hızlı geliştirme imkanı kısa sürede adanmış servisler
- Express.js: Node.js tabanlı web uygulamaları geliştirmek için tasarlanmış esnek sunucu çatısı
- Mongoose.js: MongoDB için geliştirilmiş Node.js ODM frameworkü
- Sequelize.js: İlişkisel veri tabanları için promise tabanlı Node.js ORM frameworkü
- SignalR: ASP.NET için gerçek zamanlı bildirim kütüphanesi
- MongoDB: Doküman tabanlı NoSQL veri tabanı
- SQL Server
- Docker: Konteynerleştirme yazılım

4.Uygulama

4.1.API Ağ Geçidi

API ağ geçidi istemcilerden gelen tüm API çağrılarını alan ve bunları ilgili mikroservislere senkronize biçimde yönlendirebilen yapılardır [5].



Şekil 1. Bir Mikroservis Yapısı

4.2.Ocelot ile bir API Ağ Geçidi Geliştirilmesi

Ocelot sisteme entegre edilmeden önce yeni bir .Net Core uygulaması yaratılmıştır. Komut satırı ile uygulamanın kurulacağı klasöre giderek “dotnet new webapi” komutu çalıştırılmıştır. Ocelot sadece .Net Core 3.1 sürümünde çalışmakta olduğundan bu sürüm kullanılmıştır. Sistemin klasörleri oluşturulmuştur. İlgili klasöre yeni bir .Net Core uygulaması oluşturulmuş, ardından da bu uygulamaya Ocelot paketleri dahil edilmiştir. Yapılandırma süreci uygulanırken aşağıdaki adımlar izlenmiştir [6]:

- Uygulamanın en dış dizinine ocelot.json adında yapılandırma ayarlarını içerecek bir JSON dosyası oluşturulmuştur.
- Startup.cs dosyasına Ocelot middlewareları eklenmiştir.
- Program.cs dosyasına ocelot.json dosyası eklenmiştir.
- Websocket middleware eklenmiştir.

- Karşılaşılması muhtemel senaryolara hazır olmak maksadıyla identity server ve JWTBearer modülleri eklenmiştir. (Birine karar kılındığında ve auth servisi ona göre inşa edildiğinde diğeri mutlaka kaldırılmalıdır.)
- “dotnet new webapi” komutuyla oluşturulan hazır şablona ait controller silinmiştir ve ocelot.json dosyasına ağ geçidinin base url bölümü eklenmiştir.

4.3.CameraCoordinate Mikroservisinin Yazılması

Hızlı geliştirme olanağı, bu servisin MongoDB’ye bağlı olacağı ve esneklik göz önünde bulundurularak servisin node.js ile yazılmasına karar verilmiştir. Amacı monolit servisteki controlleri taklit eden bir servis olan yapının karşılaması beklenen istek aşağıda gösterilmiştir.

```

1  [
2    "cameraid": 145,
3    "data": [
4      {
5        "cidguid": "a-b-c-d",
6        "co": [
7          {
8            "x": 553,
9            "y": 1282,
10           "at": 341
11          },
12          {
13            "x": 187,
14            "y": 294,
15            "at": 634
16          }
17        ]
18      }
19    ]
20 ]
    
```

Şekil 2. CameraCoordinate Servisine Gelen İstek

Aşağıdaki aşamalar izlenerek sürece devam edilmiştir.

- Boş bir node.js uygulaması kurulmuştur.
- Uygulamaya express, mongoose ve diğer gereken frameworkler, middleware’lar yüklenmiştir.
- MongoDB connection string .env dosyasına eklenmiştir.
- Uygulamanın model dosyası oluşturulmuştur.
- Gelen isteği karşılayacak şekilde bir controller tasarlanmıştır.
- Controller ilgili route’a yönlendirilmiştir.

Servis bu aşamalardan sonra test edilmiş ve başarılı sonuç vermiştir.

4.4.RectangleCoordinate Mikroservisinin Yazılması:

CameraCoordinate servisi olan benzerliği ve ileriki safhada bu iki mikroservis için ortak middleware tasarlama olanağı göz önünde bulundurulduğunda bu servisin de node.js ile geliştirmesinde karar kılınmıştır. CameraCoordinate ile aynı amaca sahip bu servisin karşılaması beklenen istek şu şekildedir:

```

1  [
2    {
3      "rectid": 1500,
4      "at": 123124213,
5      "cidguid": "d-e-f"
6    },
7    {
8      "rectid": 1500,
9      "at": 123124213,
10     "cidguid": "a-b-c"
11   }
12 ]
    
```

Şekil 3. RectangleCoordinate Servisine Gelen İstek

Servisin geliştirme sürecinde izlenen aşamalar aşağıda verilmiştir.

- Boş bir node.js uygulaması kurulmuştur.
- Uygulamaya express, sequelize ve gerekli olan diğer modüller yüklenmiştir.

- .env dosyasına Sql Server Kullanıcı doğrulaması ve yapılandırma ayarları için gerekli olan bölümler eklenmiştir.
- Sequelize Db yapılandırma ayarları yapılmıştır.
- Uygulama ve Db bağlantısı test edilmiştir.
- Uygulamanın model dosyası oluşturulmuştur.
- Gelen isteği karşılayacak şekilde bir controller tasarlanmıştır.
- Controller ilgili route'a yönlendirilmiştir.

RectangleCoordinate servisi de bu süreçten sonra test edilmiş ve başarılı sonuç vermiştir.

4.5.NotificationHub Mikroservisinin Yazılması

Gerçek zamanlı bildirim göndermek için tasarlanmış olan NotificationHub monolitik sistemde SignalR yardımıyla geliştirilmiş bir servistir. SignalR'ın ASP.NET Core ortamında daha kararlı çalışması ve servisin fazla tetiklenmesi nedeniyle bu servisinde monolitik yapıdan çıkarılıp mikroservise dönüştürülmesine karar verilmiştir. Servis bir istemci kendisine bağlandığı anda bağlanan istemciden userId bilgisini alarak her kullanıcı için gruplar oluşturmakta ve bu sayede bildirim tek bir istemciye göndermek yerine o anda X kullanıcısının bağlı olduğu tüm istemcilere oluşturduğu grup üzerinden bildirim yayınlamaktadır. Bu sırada istemciler gruba dahil olduklarından bu bildirim tüm istemcilere iletilmiş olur. Servisin geliştirme sürecinde izlenen aşamalar aşağıda verilmiştir.

- Boş bir .NET Core webapi uygulaması açılmıştır.
- Sisteme SignalR dahil edilmiştir.
- NotificationHub tasarlanmıştır.
- Notification Controller tasarlanmıştır.
- Startup.cs dosyasında gerekli middleware eklemeleri ve konfigürasyonlar yapılmıştır.
- Sistemi test etmek için demo bir Hub istemcisi yazılmış ve test edilmiştir.

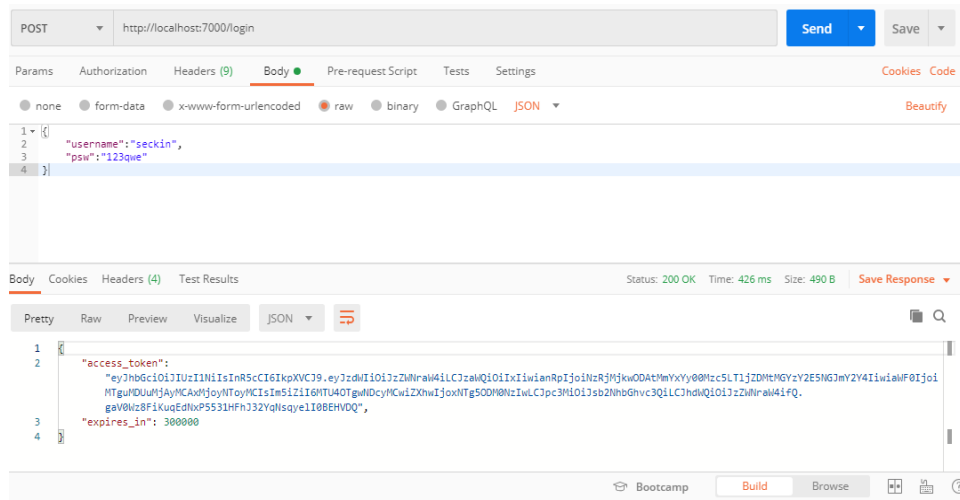
NotificationHub servisi test işleminden sonra başarılı sonuç vermiştir.

4.6.Authentication Mikroservisinin Yazılması

Mevcut monolitik mimaride kullanıcı doğrulaması işlemi OAuth2 modülü ile sağlanmaktadır. Ancak OAuth2 ile üretilen tokeni API ağ geçidinden diğer servislere iletmek çok zor olmaktadır. Sistemde node.js ile geliştirilen servislerinde olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu servisin parçalanarak JWT (Jason web Token) kullanan bir mikroservis olarak tasarlanmasında karar kılınmıştır. JWT elde tokeni oluşturan provider key bulunduğu sürece platform göz önünde bulundurulmaksızın doğrulanabilmekte ve okunabilmektedir. Servis inşa edilirken izlenen süreç aşağıda verilmiştir.

- Boş bir .NET Core webapi uygulaması açılmıştır.
- Uygulamaya EntityFrameworkCore modülü ve gerekli JWT modülleri eklenmiştir. (EntityFramework .NET 'in ORM frameworküdür)
- Operasyon katmanı eklenmiştir. Bu katmanda veri tabanı ile ilgili operasyonel işlemler gerçekleştirilmiştir.
- Extentions.cs adında tüm namespace'de kullanılacak eklentileri içerecek olan bir dosya yaratılmıştır.
- Token yaratıcı metod eklentiler dosyasına yazılmıştır.
- Model katmanı eklenmiştir. Bu katmanda veri tabanı modelleri, modeller ve DbContext dosyası mevcuttur. EntityFramework bu modelleri kullanarak DbContext aracılığıyla servisin veri tabanı ile haberleşmesini sağlamıştır.
- UserController dosyası Controllers katmanı içerisine oluşturulmuş ve controller gelen isteklere göre operasyon katmanındaki ilgili metodları çağırarak gerekli yanıtı üretmiştir.
- Startup.cs dosyasında gerekli middleware konfigürasyonları yapılmıştır.

Servis başarılı şekilde yeniden çalıştırılmış, API ağ geçidinde gerekli modüller hazır olduğundan servis hemen ocelot.json ReRoutes kısmına entegre edilmiştir. Postman aracılığıyla test edilmiş ve başarılı bir şekilde token üretildiği görülmüştür.



Şekil 4. Authentication Mikroservisine Yapılan Demo İstek

4.7.Coordinate Servislerinin API Ağ Geçidine Bağlanması

Ocelot'un JSON formatındaki yapılandırma dosyası ReRoutes adı verilen bir özelliğe sahiptir. Array formatında olan ReRoutes özelliği, içinde routelerin özelliklerini barındıran nesnelere oluşmaktadır. Bu nesnelere mikroservisin çalıştığı portu, istek planını (http, ws gibi),http metodlarını, authentication seçeneklerini ve ağ geçidinde o servise yönlendirme sağlayacak adresi gibi özellikler içerir. Yerelde 3000 portu üzerinde çalışan coordinate servisleri, API ağ geçidine aşağıdaki gibi entegre edilmiştir.



Şekil 5. Coordinate Servislerinin API Gateway Yapılandırması

Burada “DownstreamPathTemplate” servisin 3000 portu üzerindeki adresini belirtmektedir. “UpstreamPathTemplate” ise bu senaryoda 7000 portu üzerinde çalışan ağ geçidi üzerinden erişilecek adresine karşılık gelmektedir. Upstreamde yazılacak olan adres geliştiricinin kendi belirlediği adrestir ve downstream ve upstream aynı olmak zorunda değildir.

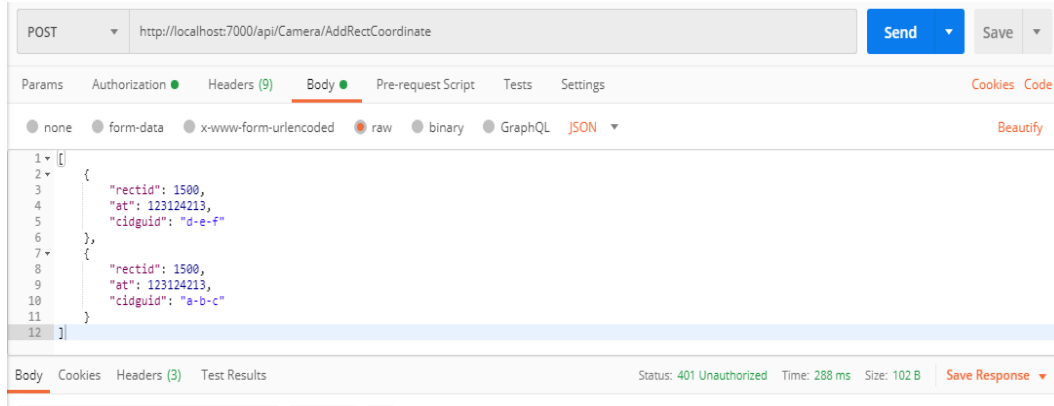
4.8.Baerer Authentication Ve Kullanıcının Kimlik Bilgilerini Diğer Servislere İletmek

.NET framework ile geliştirilmiş olan monolit yapıda servisleri korumak için “[Authorize]” özelliğini kullanmak yeterlidir. Bu özelliği ağ geçidi üzerinde uygulamak için “AuthenticationProviderKey” özelliği kullanılmıştır. Bu özellik Startup.cs dosyasında ConfigureServices altına eklenen Authentication middleware’ine eklenmiş olan JwtBaerer değerini kullanır. Bu değer kullanıcı servisinde yaratılan tokenin yaratıldığı key ile aynı değere sahip olmak zorundadır. Edinilen bilgiler ışığında API ağ geçidinin token validasyonu sağlayabilmesi için izlenen süreç aşağıdaki gibidir.

- appsettings.json dosyasına Audience bölümü açılarak bazı token bilgileri girilmiştir.
- Microsoft.IdentityModel.Tokens paketi sisteme dahil edilmiştir.
- Startup.cs dosyası içinde ConfigureServices kısmında token validasyon parametreleri oluşturulmuştur.

- Services.AddAuthenticaton metodu altındaki DefaultAuthenticateScheme özelliğine provider key atanmıştır. AddAuthenticaton altındaki JwtBaerer metoduna oluşturulan token validasyon parametreleri atanmıştır.
- ocelot.json dosyasında ReRoutes bölümünde koruma altına alınmak istenen routelara AuthenticationOptions bölümü eklenmiştir. Bu bölüm altındaki AuthenticationProviderKey özelliğine provider key'e karşılık gelen string ifade atanarak işlem tamamlanmıştır.

Bu işlemden sonra beklenen ağ geçidine bir servise erişim isteğinde bulunulduğunda eğer headers içindeki authorization değerinde geçerli bir token yoksa ağ geçidinin istemiciyi 401'e yönlendirmesidir. Uygulanan işlemlerden sonra uygulama Postman adlı program kullanılarak test edilmiş ve sağ alttaki Status alanında beklenen sonucu karşıladığı görülmüştür.



Şekil 6. Postman Uygulaması ile Baerer'siz İstek

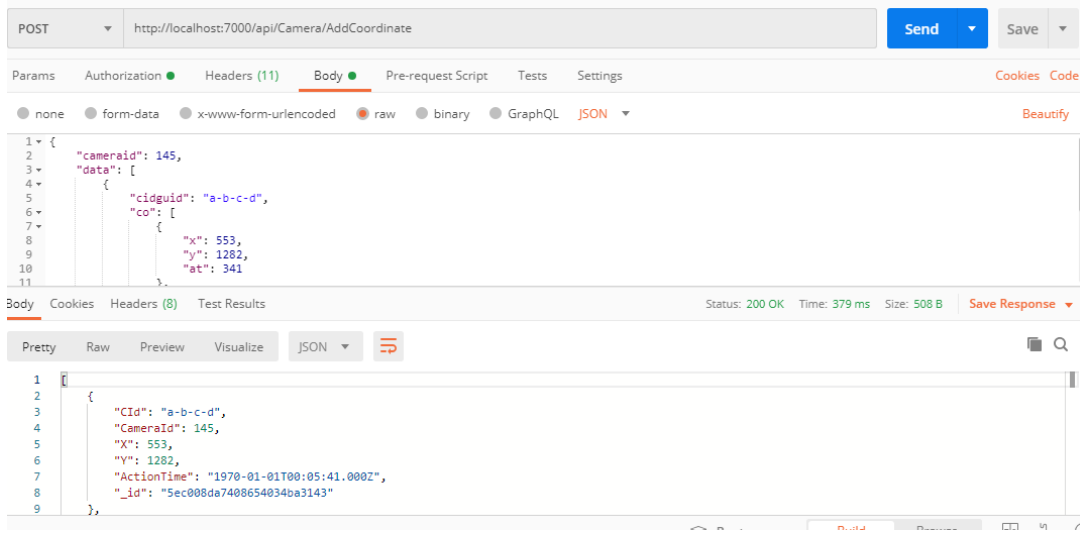
4.9. Coordinate Servisleri İçin Authentacation Middleware Yazılması

.NET framework'den üretilen ve .NET Core'dan geçerek Node.js ortamına gelen token'in okunabilmesi ve kullanıcının kimlik bilgilerinin alınabilmesi için controller'dan önce çalışması gereken bir middleware yazılması gerekliydi. Bunun için her iki servisinde kullanacağı bir middleware tasarlanmıştır. Request, response ve next parametrelerine sahip bu middleware, gelen isteğin headers içinde bulunan authorization değerini alması ve provider key değerini kullanarak tokeni decode etmesi sağlanmıştır. Ayrıca isteğin kullanıcı verisi kısmına decode edilen veriyi atanması sağlanmıştır. Bu işlemlerden sonra controllerı çağırılmıştır. Tasarlanan metot aşağıda gibi kodlanmıştır.

```
const jwt = require('jsonwebtoken');
const dotenv = require("dotenv");
dotenv.config();
module.exports = (req, res, next) => {
  try {
    const token = req.headers.authorization.split(" ")[1];
    const decoded = jwt.verify(token, process.env.SECRET_KEY);
    req.userData = decoded;
    console.log(decoded)
    next();
  } catch (error) {
    return res.status(401).json({
      message: 'Auth failed'
    });
  }
};
```

Şekil 7. Coordinate Servislerinin checkAuth Adlı Middleware'i

Middleware kodlandıktan sonra test edilmiştir. İlk aşamada beklenen API ağ geçidi üzerinden token ile yapılan bir isteğin node.js üzerinden okunabilmesidir. 3000 portunda çalışan servise Postman yardımıyla ağ geçidi üzerinden token ile istek yapılarak aşağıdaki gibi test edilmiştir.



Şekil 8. AddCameraCoordinate Servisine Token ile İstek

Token validasyonu başarılı olan istek aşağıdaki gibi beklenen durumu karşılamıştır.

```
[nodemon] starting `node app.js`
[nodemon] to restart at any time, enter `rs`
[nodemon] watching dir(s): *.*
[nodemon] watching extensions: js,mjs,json
(node:16436) DeprecationWarning: current Server Discovery and Monitoring engine is
future version. To use the new Server Discover and Monitoring engine, pass option {
ngoClient constructor.
Server Works On 3000
{
  sub: 'seckin',
  sid: '1',
  jti: 'f09055cc-2e9b-4188-be85-c30e7c7f5d3b',
  iat: '16.05.2020 15:34:07',
  nbf: 1589643247,
  exp: 1589673247,
  iss: 'localhost',
  aud: 'seckin'
}
```

Şekil 9. CoordinateServices Konsolu

4.10. NotificationHub Servisinin API Ağ Geçidine Bağlanması

NotificationHub gerçek zamanlı bir mikroservis olduğundan ağ geçidine entegre edilmesi diğer servislerden farklıdır. Entegre işleminde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir.

- Microsoft.AspNetCore.SignalR.Client 1.0.2 paketi sisteme indirilmiştir. Özellikle 1.0.2 sürümünün tercih edilme sebebi test edilmiş kararlı sürüm olmasıdır.
- Startup.cs dosyasına websocket middleware'ı eklenmiştir.
- API ağ geçidinin konfigürasyon dosyası olan ocelot.json dosyasının ReRoutes bölümüne ilgili route eklenmiştir.
- Eklenen route “DownStreamScheme” bölümüne diğerlerinden farklı olarak “ws” değeri alması sağlanmıştır. Bunun nedeni istemcinin ağ geçidi üzerinden bu servise ulaşırken http istekleri göndermeyecek ve websocket bağlantısı yapacak olmasıdır.

İzlenen sürecin ardından sistem test edilmiş ve çalışmadığı görülmüştür. Sistem herhangi bir hata vermemekte ancak ağ geçidine bağlı görünmemekte ve istemci hub bağlantısı sağlanamamıştır. Bunun nedeninin istemci tarafından kaynaklandığı anlaşılmıştır. İstemci signalR istemci paketiyle servise bağlanmaktadır, ancak Ocelot üzerinden signalR ile değil websocket ile bağlantı sağlanmıştır. Bu hatanın önüne geçmek için transport konfigürasyonu yapılmıştır. Edinilen bilgiler ışığında gerekli işlemler yapılarak hata düzeltilmiş ve başarılı sonuç alınmıştır.

5. Sonuç

Mikroservis mimarisi her ne kadar avantajlı olsa da monolitik mimari ile inşa edilmiş bir yapıyı mikroservis yaklaşımına göre yeniden yaratmak oldukça zahmetli ve maliyetli bir süreç olabilmektedir. Bir şirket mikroservis mimarisi ile bir uygulama geliştirmek için mutlaka yeterli bir ekibe sahip olmalıdır. Aksi takdirde belirli bir gruba düşen iş yükü oldukça artacak ve bu nedenle verim azalacaktır. Bu örnek uygulamada elde edilen bilgiler ışığında, bir şirketin mikroservis yaklaşımına geçebilmesi için ekipte mutlaka konteynerleme hakkında tecrübe ve bilgi sahibi olan, daha önce mikroservis yapısı ile çalışmış, API ağ geçidi hakkında bilgi sahibi olan ve efektif bir şekilde inşa edebilen bir ekip üyesinin veya ekip üyelerinin bulunması önerilir. Çalışmada sözü edilen şirketin uyarlama stratejisi göz önünde bulundurulduğunda, radikal bir değişiklik yerine proje bazlı düşünülüp mikroservis yaklaşımı projeye göre yorumlanmıştır. Monolitik mimari ile inşa edilen yapı tamamen bozmadan gerekli servisler ölçeklenebilirliği yükseltmek adına büyük yapıdan çıkartılarak otonom mikroservisler haline getirilmiş ve paketlenmiştir. Bu sayede olası bir başarısızlıkta eski yapıya dönme imkânı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak mimari yaklaşımlar projede amaç değil araç olmalıdır. Bir yaklaşım artı ve eksileri göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Projede zamanla bir yeniliğe ihtiyaç duyulduğunda mevcut ekip, kaynaklar ve zaman göz önünde bulundurulmalı gerekirse bir mimari yapı yeniden yorumlanmalıdır.

Kaynaklar

- [1] M. Fowler ve J. Lewis, «MartinFowler,» [Çevrimiçi]. Available: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>.
- [2] G. Ayrancıoğlu, «Medium,» [Çevrimiçi]. Available: <https://medium.com/@gokhana/monolitik-mimari-ve-microservice-mimarisi-aras%C4%B1ndaki-farklar-bd89ac5b094a>.
- [3] R. Gnatyk, «N-ix,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.n-ix.com/microservices-vs-monolith-which-architecture-best-choice-your-business/>.
- [4] G. Ayrancıoğlu, «Medium,» [Çevrimiçi]. Available: <https://medium.com/@gokhana/microservice-mimarisi-hangi-uygulamalar-i%C7%97%C3%A7in-uygundur-da8e80668eb4>.
- [5] «Nginx,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.nginx.com/learn/api-gateway/>.
- [6] T. Pallister, «Read The Docs,» [Çevrimiçi]. Available: <https://ocelot.readthedocs.io/>.

SILVER NITRATE ANTIMICROBIALS ON HIGHLY ELASTANE NYLON/SPANDEX PRESSURE GARMENTS FOR HYPERTROPHIC BURN SCAR REHABILITATION

Nilüfer Yıldız Varan

Pamukkale University, Department of Textile Engineering, 20160, Denizli, Turkey
nvaran@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1100-4413

Abstract

Pressure garments are used in the treatment of trauma related swelling on hands and other joints or limbs when deemed necessary by the hands or musculoskeletal therapists. They are also prescribed by the burns therapists in the management of scars resulting from burn injuries, or plastic surgery. Garments are custom-made to treat whatever area of the body requires compression such as gloves, socks, leg tubes, arm sleeves, shorts, leggings, vests, the style is chosen to cover the extent that needs to be treated. In this study, pressure garments designed in povernet warp, flat warp and weft knit structures and all samples were treated using silver nitrate procedure. Then the samples were characterized with antimicrobial activity, pressure measurements and SEM (scanning electron microscopy) analyses. All samples showed a very good antimicrobial activity even after 50 washes. The silver nitrate treated samples showed a small but statistically significant increase in final pressures using wireless sensors. SEM images have shown that the silver nitrate was bound onto nylon/spandex samples successfully. The newly designed pressure garments treated with silver nitrate would show a very good antimicrobial activity and would prevent odor, decrease infection by preventing and/or blocking microbial growth according to the antimicrobial mechanism and support reducing of scarring by providing a hygienic environment around the scar.

Keywords: Silver, wireless sensors, antimicrobial, pressure, burn.

1. INTRODUCTION

Pressure garment technique is a rehabilitation technique to prevent and/or reduce the formation of scar and contractures after third and fourth degree burn injuries. It has been found that applying pressure to this regenerating skin one can accelerate the healing process, prevent the thickening, buckling and nodular formation and decrease the inflammatory response and the amount of blood reaching the scar tissue. While the exact role of the pressure garment in the healing process has yet to be clarified, it is believed that by applying pressures in the range of 5-50 mmHg on the newly vascularized underlying tissue gives optimal results (Leung and Margaret, 1980; Kealey et al., 1990). Hygiene is required for the use of these garments in order to increase the effectiveness and functions (Cosgrove, 2006).

In this study, the effects of the exerted pressures and the antimicrobial activity of silver nitrate on newly designed highly elastane pressure garments in three different knit structures are presented.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, pressure garments were designed using 70/30 nylon 6.6/spandex in povernet and warp knitted structures and 75/25 nylon 6.6/spandex in weft knitted structures. The povernet warp knitted fabric supplied from BSN Medical Inc.(Jobst), the flat warp knitted fabric supplied from Raineywear Essentials, Inc. and the weft knitted grey elastane fabric supplied from Medi Manufacturing Inc. The silver nitrate was obtained from Dow Chemical Co. All fabrics were conditioned for 24 hours at 20°C, 65% relative humidity in the physical testing lab.

For scouring, Dupont Procedure was followed. Firstly, 4000ml stock solution was prepared with 0.5g/l sequestering agent (Questial), 2g/l soda ash and 2g/l non-ionic detergent (Triton-X 100).

The samples were prepared in (10cmx10cm) dimensions and washed at 80°C for 1h using Ahiba Nuance lab machine and rinsed at 38°C for 1,5h using Texcolor machine. The samples were dried at 50°C for 30 min using Yamato mechanical convection oven DKN 810.

Pad-dry-cure method was used to apply silver nitrate antimicrobial solution using a laboratory type padding machine. The fabrics were squeezed to a wet pickup of 67 % for powernet warp knitted fabrics, 46,5 % for flat warp knitted fabrics and 63% for weft knitted fabrics. The padding temperature was 20°C, the pressure was 1 bar and the machine speed was 1,5 m/min. A laboratory dryer was used for the drying and curing at 70°C for 10 min. The antimicrobial solutions were fixed at pH9 levels. The samples were treated with 0.6% silver nitrate antimicrobial chemical agent.

After antimicrobial treatments, the pressures exerted from the calf and ankle were measured using wireless pressure sensors. All measurements were recorded using calibrated pressure sensors that were connected to a data acquisition and management software program by wireless transmitters in Figure 1.

Scanning electron microscopy (SEM) analysis were performed on three different sample sets to see the silver nitrate solution appeared on the fabric and fiber surfaces. Images were acquired from a JEOL JSM 5900-LV scanning electron microscope using an accelerating voltage of 15 kV.



Figure 1. Wireless Pressure Measurement from the Calf (a), Software Program with Wireless Pressure Sensors (b)

3. RESULTS AND DISCUSSION

AATCC Test Method 100-2004 “Assessment of Antibacterial Finishes on Textiles” was followed to determine antimicrobial activity using *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (1.60×10^5 CFU/ml) microorganism was used as a test inoculum. The AATCC Test Method 61 (2A): 2010 “Colorfastness to Laundering: Accelerated” was followed to evaluate the washing durability.

The results are presented in Table 1. All treated samples showed a very good antimicrobial activity. The results were preserved also after 5 washes. A small but statistically significant decrease was observed for all samples after 10 and 50 washes and the samples still showed a very good antimicrobial activity against gram positive bacteria *S. aureus*.

Table 1. Percentage Reduction of Bacteria (R) for Fabric Samples

Fabric samples	Control	Treated	5 washes	10 washes	50 washes
Powernet warp knitted	00.00	>99.99	>99.99	99.97	96.93
Flat warp knitted	00.00	99.98	99.98	99.93	96.80
Weft knitted	00.00	99.96	99.96	99.90	96.75

It’s been found that silver nitrate antimicrobial agent procedure has a statistically significant effect on the final pressures ($p < 0.05$). The results are presented in Figure 2.

Final pressures exerted on the limb were calculated by taking the mean pressures of calf and ankle. Before the treatment, the pressures were taken between 5.0 mmHg – 5.7 mmHg for all samples. The pressures were measured between 5.6 mmHg-6.3 mmHg for the treated samples. The results were obtained in the required medical range. The treated samples showed a small but statistically significant increase for all samples.

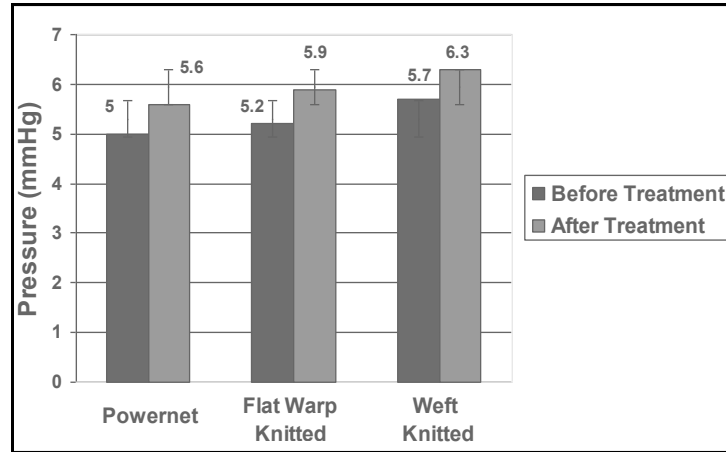


Figure 2. Mean Scores of Final Pressures (mmHg) (Error bars: ± standard deviation)

Final pressures were taken from control and treated samples. Regression analysis of the results showed that there was a correlation between control and treated samples with silver nitrate as the polynomial formula, $y = 0.2777x^3 + 2.9208x^2 + 8.6386x$, $r^2 = 0.9822$ as shown in Figure 3. It is observable from the figure that pressures for control and treated samples are strongly correlated and silver nitrate antimicrobial agent has a significant effect on final pressures.

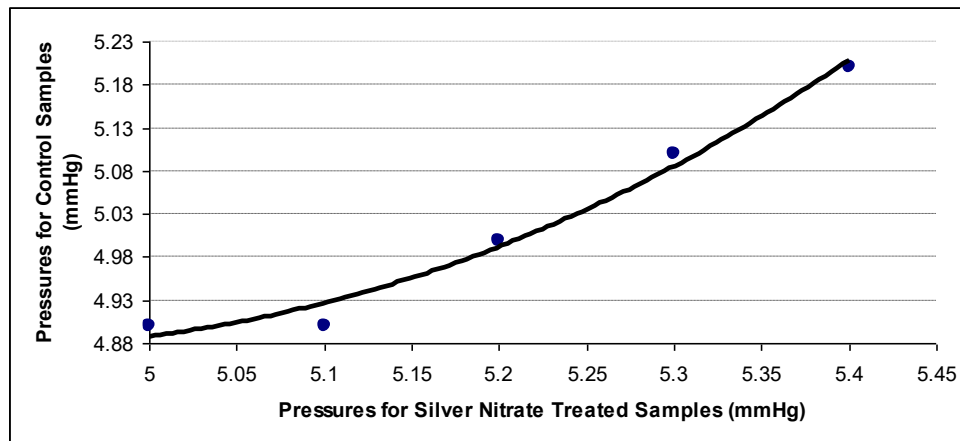


Figure 3. Pressures for Silver Nitrate Treated Samples from Control Samples

The SEM results are presented in Figure 4. The silver nitrate appeared on the surface of the fabrics and in the fibers for all samples. Fibers aligned and bright structure and the bonding of the fibers through the length of the fibers and the bonding from one point strongly confirm the antimicrobial treatments were successful for each sample.

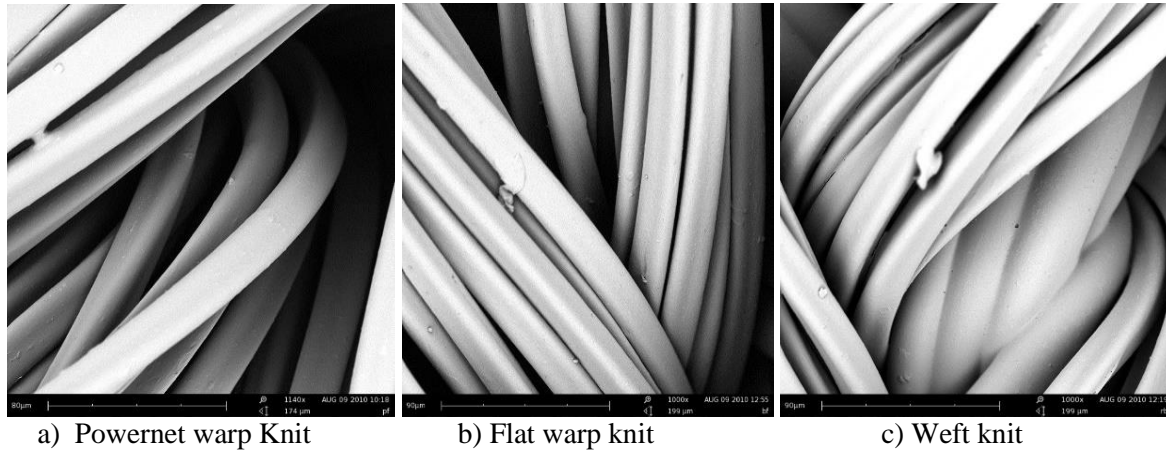


Figure 4. SEM Images for the Samples (a:Magnification X1140, b,c:X1100)

4. CONCLUSION

Silver nitrate procedure was applied for the design of three different types of nylon/spandex warp knitted fabrics. All samples showed a very good antimicrobial activity even after 50 washes against gram positive bacteria *S. aureus*. All samples showed a statistically significant increase in exerted pressures after silver nitrate procedure using wireless pressure sensors and all final pressures were measured in the medical range. SEM results have shown that the silver nitrate were bound onto nylon/spandex fibers successfully. Finally, silver nitrate treated samples yield good results to prevent odor, decrease infection by preventing and/or blocking microbial growth according to the antimicrobial mechanism and support reducing of scarring by providing a hygienic environment around the scar.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support of this research was provided by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK).

REFERENCES

- Leung PC, Margaret Ng 1980. Pressure treatment for hypertrophic scars resulting from burns. *Burns*, 6(4), 244-250.
- Kealey GP, Jensen KL, Laubenthal KN, Lewis RW 1990. Prospective randomized comparison of two types of pressure therapy garments. *The Journal of Burn Care & Rehabilitation*, 11(4), 334-336.
- Cosgrove SE 2006. The relationship between antimicrobial resistance and patient outcomes: mortality, length of hospital stay, and health care costs. *Clinical Infectious Diseases*, 42(Supplement_2), S82-S89.
- AATCC Test Method 100 2004. Assessment of antibacterial finishes on textiles. Philadelphia, PA, USA.
- AATCC Test Method 61 (2A) 2010. Colorfastness to laundering: accelerated. Philadelphia, PA, USA.

OTOMOTİV LAMİNE CAMLARINDA ÇEVRESEL GERİLİMİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Egemen ÇELİK

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Otomotiv Mühendisliği
egemencelik_1907@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-8688-0007

Can HAŞİMOĞLU

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine Mühendisliği
canhasim@subu.edu.tr

Özet

Otomobil ön camları lamine camlardan yapılmaktadır. Lamine camlar, iki camın bükülüp PVB ile birleştirilmesiyle oluşmaktadır. Bükme işlemi 610°C ile 645°C arasında sıcaklık ve krom lamadan yapılmış kalıp ile yapılmaktadır. Bu sıcaklıklara kadar ısıtılıp ardından soğutulan camlarda kalıp ile temas eden bölgelerde basınç ve gerilimin oluşumu söz konusudur. Oluşan basınç değeri 6 Mpa'dan büyük olması gerekmektedir. Gerilim ise 7 Mpa 'dan az olması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada; dört farklı sıcaklık, aynı sıcaklıklarda program değişikliği ve üç farklı kalıp cam mesafesi seçilmiştir. Seçilen bu sıcaklık, değiştirilen program ve kalıp mesafesinde cam bükülüp iki ölçüm noktasında oluşan basınç ve gerilim değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama işlemi polariskop cihazı ile gecikme açısı bulunup gerekli denklemler ile yapılmıştır. Deney yapılan camların hangi sıcaklıkta değiştirilen program ve kalıp mesafesinde nasıl sonuçlara ulaştığı tablolar ve grafikler halinde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cam kenar gerilimi, Lamine cam basınç ve gerilimi, Ön cam basınç ve gerilimi, Lamine camın fotoelastisitesi

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL STRESS IN AUTOMOTIVE LAMINATED GLASSES

Abstract

Automobile windshields are made of laminated glass. Laminated glasses are formed by bending two glasses and combining them with PVB. The bending process is carried out with a temperature between 610 °C and 645 °C and a mold made of chrome plate. Glasses that are heated to these temperatures and then cooled, compression and tension are formed in the areas that come into contact with the mold. The resulting compression value must be greater than 6 MPa. The tension should be less than 7 MPa. In this study, four different temperatures, program changes at the same temperatures and three different mold glass distances were selected. At this selected temperature, changed program and mold distance, the glass was bent and the compression and tension values at two measurement points were calculated. Calculation was done with polariscope device by finding the lag angle and using the necessary formulas. The results at which temperature, changed programe and mold distance the glasses were tested reached were examined in the form of tables and graphics.

Keywords: Glass edge stress, laminated glass compression and tension, windshield compression and tension, Photoelasticity of laminated glass

1. GİRİŞ

Cam ani soğutulmuş alkali ve toprak alkali metal oksitleriyle diğer metal oksitlerin çözülmesinden oluşan akışkan bir malzeme olup ana maddesi (SiO₂) silisyumdur.[1] Diğer önemli hammaddeler soda (NaCO₃) ve kireç taşı (CaCO₃) olarak sıralanabilir.[2] Camın yapay olarak elde edilmesinin başlangıç tarihi kesin olarak belli değildir. Cam yapımının başlangıcı çeşitli söylentilere dayanmakta ve bu söylentilerin başlangıcı da Fenikelilere kadar ulaşmaktadır.[3] Camın keşfi tarih öncesi çağlara dayanıyor olsa da, kendisiyle ilgili teknolojik gelişmeler ancak gerçek anlamda 20. yüzyılla hayat bulmaya başlamıştır.[4] İlk üretilen otomobillerde camlar bulunmamaktadır. Camların bulunmaması sürücülere, sürüş esnasında havada uçan böcekler veya yabancı nesnelere dolaylı zorluklar

çıkartmaktaydı. İlk çözüm olarak gözlük takmak denenmiştir. Bu denemenin yeterli fayda sağlamadığı görülmüştür ancak bu denemeden yola çıkılarak araçlarda cam kullanma fikri doğmuştur.

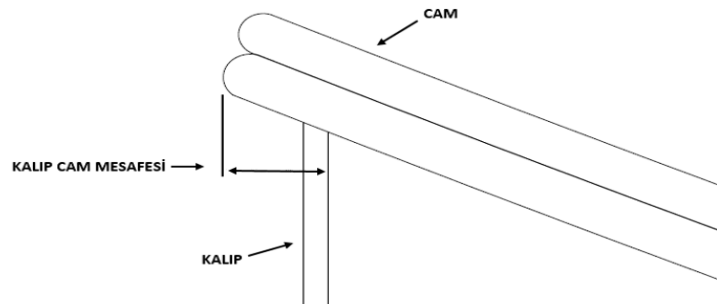
Ön camlar, plaka camdan yapılarak ilk olarak 1904 yılında üretilmiştir. Üretildikten sonra ilk on yıl boyunca isteğe bağlı olarak kullanılmıştır. Oldsmobile, ön camları standart özellikler olarak ekleyerek 1915'te otomotiv tarihine geçmiştir. 1910'ların sonlarında ön camlar yaygınlaştı ama mükemmel olmaktan uzaktı. Çarpışma durumlarında ön camlar sık sık paramparça oldular ve kimi zamanda sürücülerin ölümleri ile sonuçlandı.[5]

Lamine cam bir sonraki önemli gelişmeydi. Fransız mucit Edouard Benedictus, 1903'te bileşik selüloz nitratin, düştüğünde beherin paramparça olmasını engellediğini fark etti. İki adet cam levha arasına bir selüloz tabakası yerleştirerek kırılması çok daha zor bir cam oluşturdu. İngiliz mucit John Crewe Wood, 1905'te benzer bir cam yarattı daha sonra Triplex adı altında satıldı. Ford Motor Company, 1927'de arabalarında Triplex kullanmaya başladı. Amerikalı mucit Carleton Ellis, ultraviyole ışınlarını engelleyebilecek ve ön camların renginin bozulmasını önleyebilecek yapay bir reçine üretti. 1938'de bu reçineyi polivinil bütiral olarak patentledi.[5]

PVB'nin bulunmasıyla lamine cam hemen yaygınlaşmadı. Genellikle ön camları, temperli camlardan yapmak üretim ve maliyet açısından daha uygun olduğu için temperli cam tercih edilmiştir. Temperlenmiş cam: özel bir ısı işlem uygulanmış camdır. Cam, yumuşama sıcaklığına ısıtıldıktan sonra hızlıca oda sıcaklığına soğutulur. İç kısımlar hala sıcak iken yüzeyler hızlı soğuma sonucu büzülme gösterirler. İç kısım soğumaya başladığında yüzeyler çoktan katılmıştır. İşlem sonunda cam yüzeyinde basma gerilmeleri oluşur.[6] Bu sayede camın mukavemeti artmaktadır. Araçlarda ön camların temperli kullanılması birçok soruna yol açmıştır. Sürüş esnasında yoldan gelen bir taş ile temperli cam patlayıp sürücünün hakimiyet kaybetmesine yol açmaktaydı. Bu nedenlerden dolayı zaman içerisinde ön camlar lamine cama döndü.

Günümüze kadar gelen PVB şu an her otomobilin ön camında kullanılmaktadır. Kısaca anlatılmak istenirse ön camlar, iki adet camın kesilip camın kenarlarına siyah baskı yapılması ve ardından istenilen bombe değerinde iki camın birlikte bükülmesi ile ilk işlemleri tamamlanır. Bükülen camların arasına PVB konularak birleştirilir. Burada PVB'nin görevi; iki camın birleşip şeffaf bir şekilde kalmasını, kırılma esnasında camın dağılmamasını, UV(ultraviyole) ışınlarını minimize etmeye ve ses yalıtımını sağlamaya yardımcı olur.

Günümüzde otomobil üreticileri ön camlarda araçların aerodinamik yapısına göre farklı bombe derinliklerinde cam talep etmektedirler. Bu bombelerin sağlanabilmesi için camların yüksek ısılar altında kalma süreleri de değişmektedir. Camlar, iç ve dış cam birlikte aynı kalıp üzerinde bükülmektedir. Kalıplar ısıya dayanıklı 304 kalite krom lamalardan imal edilmektedir. Cam, kalıp üzerine yerleştirildiğinde camın uç noktası ile kalıp arasında bir mesafe olmak zorundadır. Bu mesafeye kalıp cam mesafesi denir.



Şekil 1. Kalıp mesafesi

Kalıp mesafesi değişikliği camdaki basınç ve gerilim değişimine sebebiyet vermektedir. Büküm sırasında cam kademeli ısıtılarak yaklaşık 610 °C ile 645 °C arasında maksimum sıcaklığa ulaşarak bükme işlemi yapılır. Maksimum sıcaklığa ulaşan camın bükme işlemi tamamlandıktan sonra soğutma işlemine geçilir. Soğutma işleminde ilk olarak camın yüzeyine tansiyon fanları ile hava verilir. Burada

camın bulunduğu ortam 500°C' ye kadar düşürülür. Ardından kademeli olarak kalıpların yan taraflarından soğutma işlemi devam eder ve sonrasında doğal soğumaya bırakılır.

Cam, bükümü sırasında üzerine aldığı ısı ile şekil değişikliğine uğrayacaktır. Değişen şekil sonrasında camın yapısında gerilme kuvveti ve basma kuvveti oluşacaktır. Isı ile şekil değişikliğine uğrayan cam, soğutma işlemi sırasında homojen olarak soğuması istenmektedir. Bunun temel amacı camın her tarafında oluşan basınç ve gerilimin eşit olmasının istenmesidir. Soğutma işlemi sırasında camın yüzeyinden iç kısmına doğru soğuma gerçekleşir. Bu soğutma işleminde önce soğuyan kısım yani camın yüzeyinde basınç oluşur. Geç soğuyan kısım yani camın orta kısımlarında ise gerilim oluşmaktadır. Camın kalıp ile temas ettiği kısımda kalıp sıcak olduğu için soğuması geç olmaktadır. Bu nedenle bu bölgede gerilim yüksek olabilmektedir. Gerilimin sebebi termal genişlemedir. Kalıp ile temas etmeyen bölgeler soğuma işlemini tamamlamaya çalışırken yani camın yapısına basınç yüklenirken kalıp ile temas edilen bölgede halen bir gerilme işlemi oluşmaya çalıştığından dolayı o bölgede gerilim yüksek görülmektedir. Gerilimin yüksek olması o bölgede oluşan stres fazlalığından dolayı çatlamalara yol açabilmektedir. Bu nedenle gerilim mümkün olduğunca düşük seviyede olup, basıncın fazla olması gerekmektedir.

Otomotiv üreticileri, kenar çatlamalarının önlenmesi için yapılan çalışmalar doğrultusunda lamine camdaki oluşan basınç değerinin 6 Mpa değerine eşit veya büyük olmasını, gerilim değerinin ise 7 Mpa değerine eşit veya küçük olmasını istemektedir. Bu değerler emniyetli sınır kabul edilmiştir. Bu değerlerden uzaklaşıldığında otomobillerin sürüş esnasındaki sarsılmalarından, şiddetli rüzgar veya fırtınalarda cama gelecek yüklerden, havaların soğuk veya sıcaklık etkileri ile kenar çatlamalarının daha kolay oluşabilme riskleri artmaktadır.

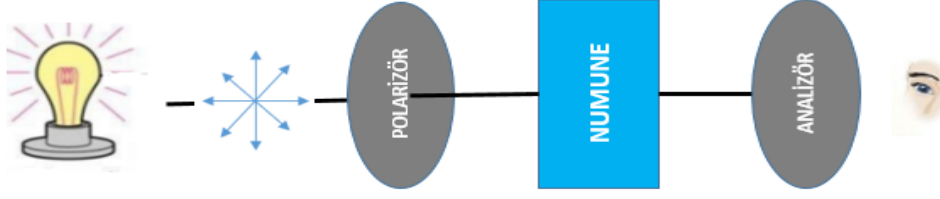
Bu çalışmada; farklı kalıp cam mesafesi, büküm programı değişikliği ve farklı sıcaklıklarda aynı soğutma düzeninde camda oluşan stres analiz edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

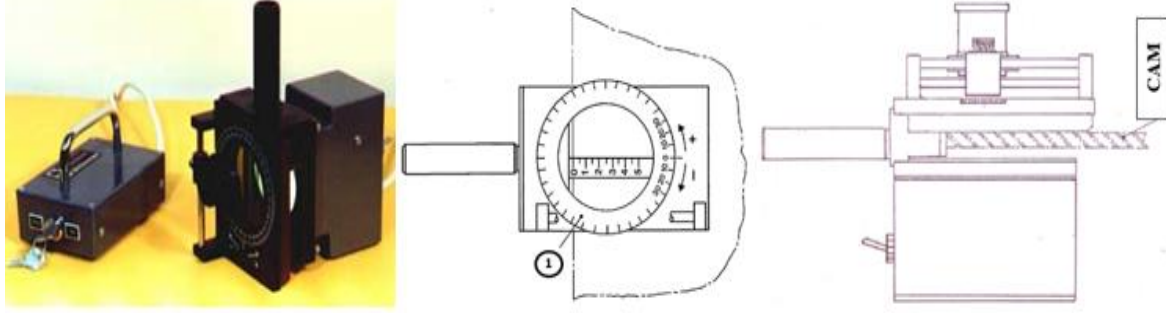
Bazı kristal olmayan saydam malzemeler, özellikle bazı polimerler, normal koşullar altında optik olarak izotropiktir ancak gerildiğinde iki kat kırılma yani çift kırılma haline gelir. Bu etki normalde yükler muhafaza edilirken devam eder fakat neredeyse anında veya yükün kaldırılmasından bir süre sonra kaybolur. Bu geçici veya yapay çift kırılma fenomeni ilk olarak 1816'da Brewster tarafından fark edildi ve fotoelastisitenin fiziksel özelliği buna dayanmaktadır.[7]

Bu ölçümde de fotoelastisite yöntemi kullanılmaktadır. Işığın kırılması prensibine dayanan bir yöntemdir. Işık kaynağına yakın olan polaroide polarizör, diğerine ise analizör adı verilir. Polarizör kaynaktan çıkan ışığı, optik etkiyi ölçmek için gerekli olan düzlem polarizelenmiş hale çevrilir.[8] Polarizelenmiş bölgeye deney yapılacak materyal konulur. Materyalden geçen düz polarize ışık, modelin herhangi bir noktasında ana gerilmeler yönünde titreşen ve materyal içinde farklı hızlarda seyahat eden iki bileşene ayrılır. Modelden çıkışta ise bu bileşenlerden biri diğerini belli bir mesafe geriden izler ve buna "bağlı gecikme" denilir. Bağlı gecikme direkt olarak ana gerilmeler arasındaki fark ve model kalınlığı ile orantılıdır. Bu oranın sabitesi ise "gerilme optik sabitesi" diye isimlendirilir ve kullanılan materyale göre değişir. Böyle bir materyal polariskop içine konduğunda modelden çıkan gecikmeli ışık bileşenleri analizörde tekrar birleştirilir.[9]

Fotoelastisite yönteminde malzemedeki gerilmeleri inceleyebilmek için kullanılan optik düzeneğe polariskop adı verilmektedir.[10] Ölçümler polariskop test cihazı ile yapılmaktadır. Optik gecikme ölçümleri analizörün dönüşü ile derece cinsinden elde edilebilir. Polariskop cihazının basit çalışma prensibi Şekil 2. de gösterilmiştir.

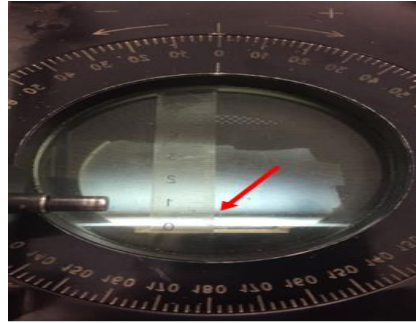


Şekil 2. Polariskop çalışma prensibi



Şekil 3. Polariskop cihazı [11]

Şekil 3. de Polariskop cihazı üzerinde 1 numara ile gösterilen analizör derecesini göstermektedir. Cam merceğin altındaki boş alanın içerisine konularak en sonuna kadar dayanır. Analizör sıfır konumunda iken mercekten bakılarak camdaki siyah hat gözlenir. Bu siyah hat ilk saçaktır ve referans noktası olarak kabul edilir. Şekil 4. de kırmızı ok ile gösterilmiştir.



Şekil 4. Referans noktası

Polariskop cihazında kullanılan ışığın dalga boyu 546 nm dir. Basit fotoelastik denge, denklem 1.1 de gösterilmiştir.

$$P - Q = n \times \frac{f}{t} \quad [12] \quad (1.1)$$

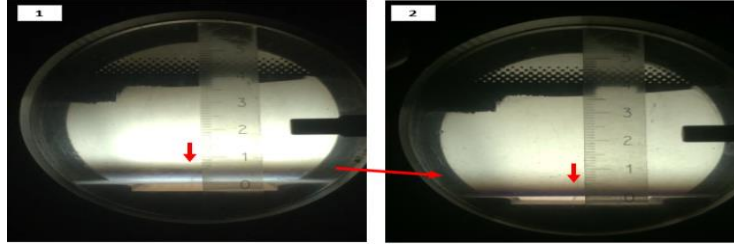
Basınç değerini hesaplamak için analizör sıfır noktasından “-“negatif tarafa doğru çevrilerek siyah hattın eksenini camın kenarının üzerine geldiğinde analizördeki değer alınır. Bu değer denklem 1.2 de yerine konularak basınç değeri hesaplanır;

$$Q = \frac{-\theta}{180} \times \frac{f}{t} \quad (1.2)$$

θ° =Analizör üzerinden okunan derece

t = Cam kalınlığı

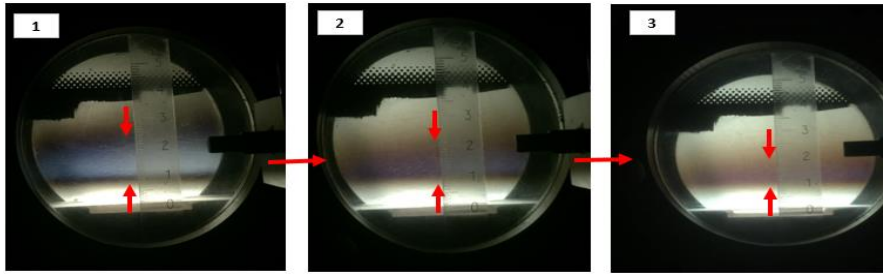
f = Malzeme saçılma değeri(float cam için 200 kNm-1sabit)



Şekil 5. Basınç ölçümü

Gerilim değerini hesaplamak için sıfır noktasındaki siyah hat analizörün “+” pozitif tarafa doğru çevrilerek ikinci siyah hat ile arasındaki aydınlık alanın kaybolup siyah “doğal” alan ile teması sağlanır ve analizördeki değer alınır. Bu değer denklem 1.3 yerine konularak gerilim değeri hesaplanır;

$$P = \frac{\theta}{180} \times \frac{f}{t} \quad (1.3)$$



Şekil 6. Gerilim ölçümü

Cam kalınlığında lamine camlarda bulunan PVB'nin kalınlığı hesaba katılmamaktadır.

2.1. Basınç ve Gerilim Testleri

Kullanılan polariskop cihazı ile basınç ve gerilim testlerinin yapılabilmesi için hazırlanan numunelerde camın kenarlarına gelen siyah baskı silinmek zorundadır. Test numuneleri farklı cam kalıp mesafesinde, farklı sıcaklıkta ve bu sıcaklıklarda program değişikliği yapılarak ölçüm noktasındaki rezistansların yüzdeleri değiştirilerek hazırlanmıştır. Sıcaklıklar 615°C, 625°C, 635°C ve 645°C, ölçüm noktalarındaki rezistans yüzdeleri %10 ve %90, bu sıcaklıklarda cam ile kalıp mesafesi 10 mm, 14 mm ve 20 mm olarak seçilmiştir. Fırın içerisindeki her bir bölümde kalış süresi 38-42 saniye arasındadır. Tansiyon fan hızı 2200 rpm, dakikada 10 kg hava verecek şekilde çalıştırılıp büküm sonrası cam yüzeyine ani soğutma olmaması için hava üflenmiştir ve cam 500 °C'ye soğutulmuştur. Ardından camın yan kenarlarından soğutma yapılarak camın sıcaklığı 360°C'ye düşürüldükten sonra doğal ortama cam çıkartılmıştır. Doğal ortama çıkartılan camın yüzeyine tekrar hava verilerek soğutma işlemi yapıp 250°C'den sonra doğal soğumaya bırakılmıştır. 304 kalite krom lamadan yapılan kalıbın et kalınlığı 3 mm olarak seçilmiştir. Camın üst bölgesinden 2 farklı noktadan ölçüm alınmıştır.



Şekil 6. Gerilim ölçümü

Tablo 2. %10 Ateşlemeli program ile yapılan testin basınç değerleri tablosu

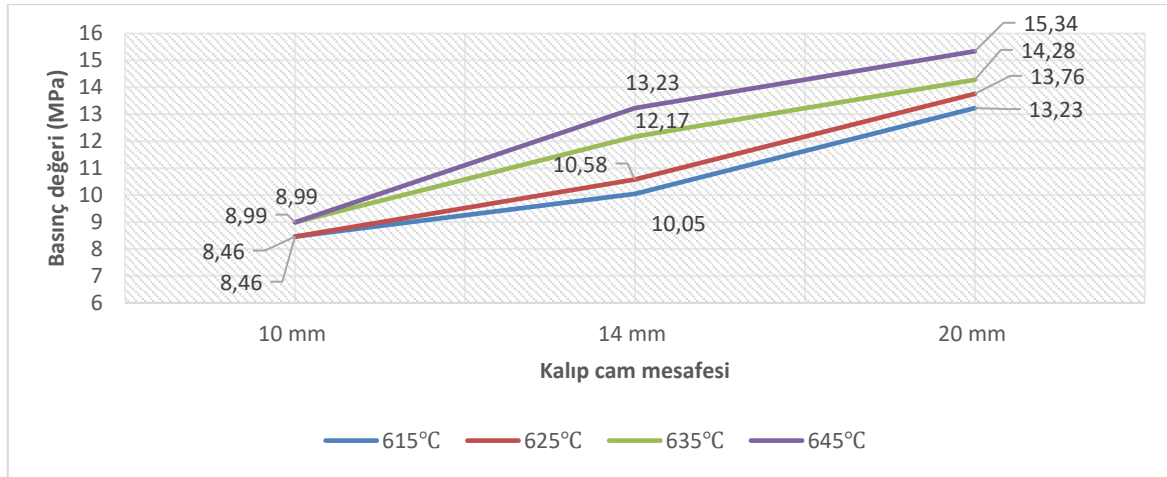
Kalıp Mesafesi	SICAKLIK							
	615°C		625°C		635°C		645°C	
	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta
10 mm	8,46	7,94	8,46	8,46	8,99	8,99	8,99	9,52
14 mm	10,05	10,05	10,58	11,11	12,17	12,17	13,23	12,7
20 mm	13,23	12,7	13,76	13,76	14,28	14,28	15,34	14,81

Tablo 1. %90 Ateşlemeli program ile yapılan testin basınç değerleri tablosu

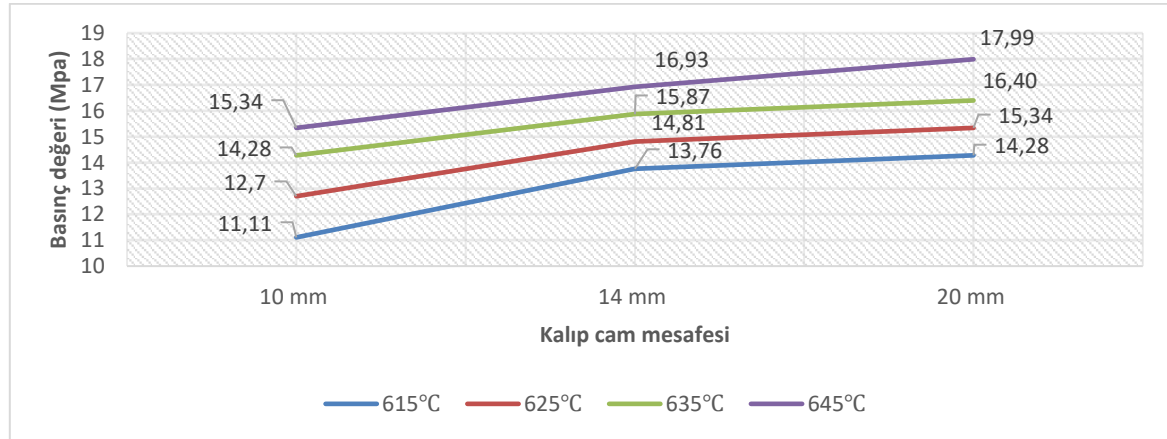
Kalıp Mesafesi	SICAKLIK							
	615°C		625°C		635°C		645°C	
	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta
10 mm	11,11	10,58	12,7	12,7	14,28	14,28	15,34	15,34
14 mm	13,76	13,23	14,81	14,28	15,87	15,34	16,93	16,93
20 mm	14,28	14,81	15,34	15,34	16,40	16,93	17,99	17,99

Tablo 1. %10 ve %90 Ateşlemeli program ile yapılan testin basınç değerleri tablosu

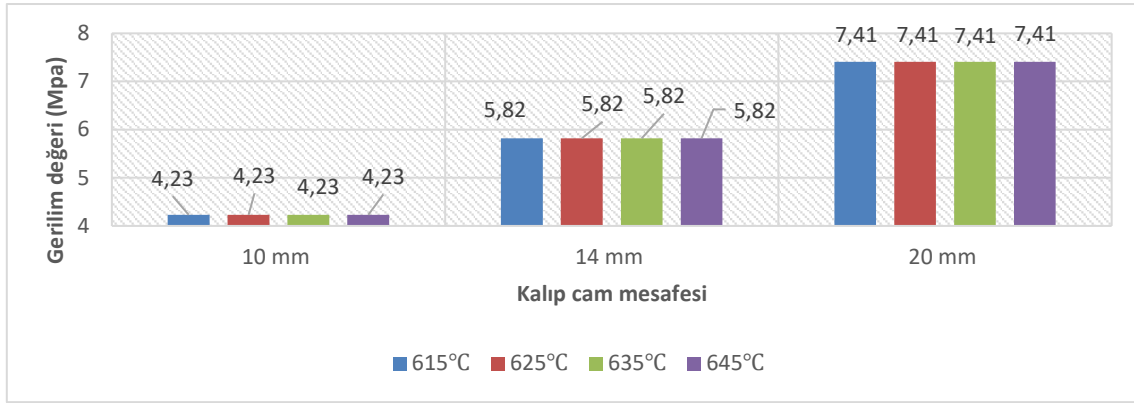
Kalıp Mesafesi	SICAKLIK							
	615°C		625°C		635°C		645°C	
	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta	1.Nokta	2.Nokta
10 mm	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23
14 mm	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82
20 mm	7,41	7,41	7,41	7,41	7,41	7,41	7,41	7,41



Şekil 7. %10 Ateşlemeli program ile yapılan testin basınç grafiği



Şekil 8. %90 Ateşlemeli program ile yapılan testin basınç grafiği



Şekil 9. %10 ve%90 Ateşlemeli program ile yapılan testlerin gerilim grafiği

3. SONUÇ

Çalışma aynı kalıp üzerinden aynı noktalardan ölçüm alınarak yapılmıştır. Kalıbın et kalınlığı 3 mm ve 4 farklı sıcaklık ile 3 farklı kalıp mesafesi ve 2 farklı program seçilmiştir. Basınç için sıcaklığı arttırmanın olumlu sonuçları olduğu görülmüştür. 615°C ile 645°C arasındaki sıcaklık artışında basıncın artışı sağlanmıştır. Bunun temel sebebi cam, tavlama sıcaklığına daha yakın olduğu için yapısındaki değişime daha müsait durumdadır. Program değişikliğinde %10 oranında ateşlenen rezistansın olduğu bölge, %90 oranında ateşlenen rezistansın olduğu bölgeye göre camda oluşan basıncın düşük kaldığı görülmüştür. Bu durumun temel sebebi ise rezistans ateşleme yüzdesinin artırılması o bölgede oluşacak sıcaklığın artmasıdır. Sıcaklık artışından dolayı da basıncın arttığı gözlemlenmiştir. Gerilim için ise büküm sıcaklıkları arasında ki sıcaklık değişiminin ve programda yapılan değişikliğin gerilimin değişimine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

Düşük olan kalıp mesafesinde basınç ve gerilim değerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Gerilim düşürülmek istendiğinde sadece kalıp mesafesi kısaltmanın basınç düşüklüğüne de sonuç vereceği görülmektedir. Grafiklerden de görüldüğü gibi kalıp mesafesinin artırılması ile basınç ve gerilimin artmasını sağlamıştır. Basıncın artması istenirken gerilimin artması istenmemektedir. Büküm sıcaklığı, ateşlenen rezistansların yüzdesel değerleri ve kalıp mesafesi birbirine bağlı şekilde ayarlanması gerekmektedir.

Testlerin sonucu olarak kalıp mesafesi kısa tutulup, büküm sıcaklığı aralığında emniyet sınırları içerisinde kalınabilmektedir. Üretici firmaların bir çoğu kalıp mesafelerini 7-8 mm civarında seçmeyi tercih etmektedirler. Grafiklerden de yorumlandığı gibi kalıp mesafesi düşürüldüğünde basıncın biraz düşeceği ancak bu basıncı büküm sıcaklığının bir miktar artışıyla veya programda cam kenarlarına gelen noktaların daha yüksek yüzdesel değerlerde ateşlenmesiyle sınır değerler içerisinde tutulabileceği görülmektedir. Azaltılan kalıp mesafesi ile gerilimin de düşeceği ve sınır değerlerin içerisinde kalacağı görülmektedir.

4. TARTIŞMA

Her camın kendine ait büküm programı ve kalıpları bulunmaktadır. Bu nedenle yapılan test sonuçları her cam için aynı veriler elde edileceği anlamı taşımamaktadır. Fakat sıcaklığın artışı ile basıncın artışı, kalıp mesafesinin artışı ile de basınç ve gerilimin artışı sonucu her cam için geçerlidir. Bu bulgular ile otomobil lamine camı üreticilerinin basınç ve gerilim için sınır değerlerde kalabileceği ve çevresel yükler altında camın stres nedeniyle çatlamalarının minimum seviyelere düşeceği hedeflenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Can HAŞİMOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda ki gerekli birçok bilgiyi benimle paylaşan ve ölçüm yaptığım cihazın üreticisi olan Sharples Stress Engineers Ltd. kurucusu ve yöneticisi Edward D. Sharpless'e teşekkür ederim.

Laboratuvar olanakları konusunda anlayış ve yardımlarını esirgemeyen Tamcam Oto Cam Sanayi A.Ş. Laboratuvar sorumlusu Özkan KARAKAYA, dökümantasyon ve bilgi paylaşımı sağlayan Kalite Sorumlusu Nihal ÖZEYYAM, Teknik büro Müdürü Murat BİLGİN, Üretim Sorumlusu Yolcu ÇUKUR ve testlerde bana gerekli desteği veren Vardiya amiri Hasan KIRCALI'ya teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın imkanlarının ve koşullarının sağlanıp desteklenmesine olanak sağlayan Tamcam Oto Cam Sanayi A.Ş. Üretim Müdürü Baki KÜRKÇÜ ve Fabrika Müdürü Yavuzhan NAS'a teşekkür ederim.

Her konuda beni destekleyen ve bu çalışma süresince bana gösterdiği ilgi ve güven sayesinde başarıya ulaşmamı sağlayan sevgili eşim Aslı ÇELİK'e sonsuz teşekkür minnetlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- [1] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Cam> Erişim: 01 Ağustos 2021
- [2] Külcü H.K. (2015), İndentasyon Tekniği İle Temperli Ve Tempersiz Soda-Silika Cam Kırılma Tokluğunun Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi
- [3] <http://www.hakkindabilgi.biz/camin-tarihi-gelisimi/> Erişim: 02 Ağustos 2021
- [4] Karasu B. ve Sarıcaoğlu B. (2018), Cam Yüzey Kaplama Teknolojileri, Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Eskişehir
- [5] Eric M. (2014), The History of Auto Glass. Erişim: 20 Mart 2021
<http://appleglasscompany.com/history-auto-glass/>
- [6] Kaçar U. (2008), Otomotiv Camlarının Temperlenmesi ve Şekillendirilmesi, Namık Kemal Üniversitesi
- [7] Ramesh K. (2000). Digital photoelasticity IOP Publishing Ltd. Measurement Science and Technology , Cilt 11 , Sayı 12
- [8] Dilek M. (2010). Levhalardaki Oyuklar Civarında Termal Gerilme Konsantrasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [9] <https://pdfslide.net/documents/fotoelastisite.html> Erişim: 26 Eylül 2021
- [10] Taşkın V. ve Demirhan P.A. (2018). Fotoelastisite Yöntemi ile Gerilme Analizi. Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Edirne.
- [11] <http://www.sharplesstress.com/edgestress.htm> , Erişim: 14 Ekim 2021
- [12] Teshima Y. (1953). Mechanical and Stress-Optical Properties of Photoelastic Materials, Oregon State College

EFFECT OF THE DICUMYL PEROXIDE TYPE ON THE EPDM RUBBER VULCANIZATION

Melek BAŞOĞLU

ÜNVER GROUP, TURKEY; melekbasoglu@unvergroup.com

Bariş ÇİFTÇİ

ÜNVER GROUP, TURKEY; barisciftci@unvergroup.com

Abstract

Peroxide curing system is one of the most used in EPDM rubber compounds. In peroxide curing, the polymer chains are linked by very stable covalent bonds (C-C) and form a rubber network. Good high temperature properties such as heat aging and compression set are very good with peroxide cured rubbers. (1) There are many different peroxides for curing systems of EPDM rubbers. Selection of a suitable peroxide is the most important issue in this subject. During the preparation, processing, and storage of rubber compounds, peroxide must be stable. It should decompose fast at vulcanization temperature. In this article we study dicumyl peroxide type to vulcanize EPDM rubber. 4 different amounts of curing packages were prepared and the most suitable mechanical values were reached in the 1st package.

Keywords: Rubber, vulcanization, dicumyl peroxide, peroxide curing

INTRODUCTION

Vulcanisation was originally applied to the crosslinking reaction achieved by sulphur at high temperatures. Nowadays this term is also applied to refer to other crosslinking processes too, like peroxide cure. (1) Peroxide vulcanisation occur of a radical process started by peroxide decomposition that leads to the crosslinking of rubber. Crosslinking elastomers with peroxides was first studied by Ostromislenski in 1915(2). Later on it attained importance when synthetic saturated elastomers were developed (3) and, certainly, with the commercial introduction of dicumyl peroxide (DCP) in the late 1950s.(4). The fundamental assumption for the selection of suitable peroxide other than its ability to cross-linking of compounds is the fact that it is stable at preparation and processing of and it extend fast at vulcanization temperature. These necessities are fulfilled mainly by peroxides where the peroxide group is fixed to tertiary carbon. Peroxides with peroxide group fixed to primary or secondary carbon are less stable. These peroxides are also with carboxyl group in molecules. For this reason dibenzoylperoxide is favorable only for vulcanization at temperatures lower than 130°C where at temperature around 50°C can give out to decreasing of processing safety of rubber compounds. In the event that dicumylperoxide are these temperatures higher and they are around 170 or 120°C. (5). DCP is one of the most used crosslinking agent in EPDM rubber. Thermal stability is very important for peroxide vulcanization. For peroxides its all about vulcanization temperature and half-life. Half-life data are critical in the selection of the optimal peroxide for specific time/temperature applications. DCP is the best thermal stability in peroxides. So this makes it one of the best alternatives and most used crosslinking agent. (6). The aim of this article, examine the effect of DCP amount on mechanical values of peroxide cured EPDM rubber.

2. MaTERIALS AND METHODOLOGY

The first use of organic peroxides as crosslinking agents for rubber was reported by Ostromislenski in 1915(7) and now it is the only vulcanisation method that can vie with accelerated sulphur cure, with respect to vulcanisation rate. Interest in the industrial use of peroxides as curing agents increased with the introduction of a number of fully saturated elastomers, such as ethylene-propylene rubber (EPM), fluoro elastomers (FKM), etc., which cannot be cured by sulphur vulcanisation. (8) Peroxide cure allows vulcanisation of both unsaturated and saturated polymers, which is not possible with sulphur vulcanisation. Four different recipe was designed to compare effect of the DCP on the EPDM rubber. (Table 1)

Tablo 1: Recipe Trials For Different DCP Amounts

HAMMADDE(PHR)	1	2	3	4
Rubber	100	100	100	100
Carbon Black	120	120	120	120
Plasticier	40	40	40	40
MgO	5	5	5	5
MMBI	1	1	1	1
TMQ	1	1	1	1
Activator	3,5	3,5	3,5	3,5
DCP	2,85	1,4	3,6	4,3

The recipes was produced in lab scale mill according to order in Table 2. First, rubber, oil and carbon black were mixed. Then chemicals were added. The mixture was made ready by adding the last curing agents.

Tablo 2: Order of Lab Mill Process

Production Order
Rubber+Plasticizers+ Carbon Black
MgO+MMBI+TMQ
Activator+DCP

To compare results extansometer, Moving Die Rheometer (MDR) and hardness equipments was used. The results in Table 3 and MDR results in Figure 1. ISO 37, ISO 34-1 methods was used for mechanical tests. The rubber compound samples tested 15 min at 180°C with the MDR.

3.RESULTS AND DISCUSSION

Table 3 shows the mechanical results of trials. Mechanical properties was effected by different amounts of DCP. The amounts of DCP important for the good mechanical properties. Too little or too much DCP usage rates lead to large changes in mechanical properties. Mechanical properties are; tensile strength (TS), elongation at break, modulus properties and tear strength. The figure 3 shows MDR test results. The flow properties of the rubber compounds are tested with the MDR test. Optimum flow properties were observed in 1 and 4 trials with the tests performed.

Tablo 3: Mechanical Test Results For Trials

Characteristics	Test conditions requirements	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 4
Hardness (sha)		69	61	65	66
Tensile strength (n / mm ²)	Iso 37 ≥8	14,0	10,8	11,7	10,9
Elongation (%)	Iso 37 ≥200	457	516	395	391
%30 modulus		1,3	1,0	1,1	1,1
%100 modulus		2,5	1,98	2,3	2,3
Tear strength (n/mm)	Iso 34-1 method c ≥25	50,38	57,56	49	58,50

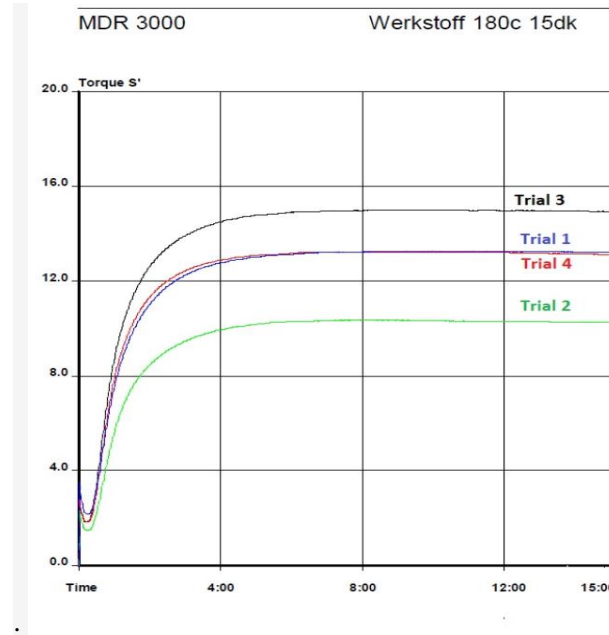


Figure: 1: MDR Test Results

CONCLUSION

4 different amounts of curing packages were prepared for the understand DCP effect on the EPDM peroxide rubber compound. Decreasing of the DCP was effected mechanical properties on the bad way. And increasing of DCP not increase the mechanical properties. In conclusion, the most suitable mechanical values were reached in the 1st package with 2,85 phr optimum amount of DCP.

REFERENCES

1. Maria Montserrat Alvarez Grima, Novel Co-Agents For Improved Properties In Peroxide Cure Of Saturated Elastomers, DPI (2007)
2. M.M. Alvarez-Grima, A.G. Talma, R.N. Datta and J.W.M. Noordermeer, Rubber Chem. Technol. Accepted for publication, (2006).
3. P.J. Flory and J. Rehner, J. Chem. Phys, 521 (1943).
4. L. Mullins and N.R. Tobin, *J. Appl. Polym. Sci*, 2993 (1965).
5. Jan Kruzalac, Richard Sykora, Slovak University of Technology in Bratislava, Vulcanization of Rubber Compounds with Peroxide Curing Systems, Rubber Chemistry and Technology, Nov. 2016
6. Matador Rubber s.r.o 2007, MATADOR, Rubber Chemistry.
7. I.I. Ostromislensky, *J. Russ. Phys. Chem. Soc.*, 1885 (1915).
8. L.D. Loan, *Rubber Chem. Technol.*, 149 (1967).

SIĞ KRIYOJENİK İŞLEMİN X40 CRMOV5 1 TAKIM ÇELİĞİNİN SERTLİK, ÇEKME VE DARBE PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Cengizhan YAMİÇ

Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İmalat Mühendisliği A.B.D.
cengizhan.ymc@hotmail.com

Fuat KARA

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
fuatkara@duzce.edu.tr

Özet

Malzemelerin aşınma direncini arttırma çalışmalarında yıllardır geleneksel ısı işlemler, yüzey geliştirme işlemleri, malzeme ve kimyasal kompozisyonun değiştirilmesi gibi metotlar üzerinde durulmuştur. Ancak ilk denemeleri 1900'li yıllarda yapılan ve aşınma dayanımı üzerinde yüksek oranlarda iyileştirme sağlayan kriyojenik işlem, son yirmi yılda göze çarpmaya başlamıştır. Kriyojenik işlem, takım çelikleri başta olmak üzere dökme demirler, kompozitler ve demir dışı alaşımların yapısında meydana getirdiği değişimlerle aşınma direncinde % 800'lere varan artışlar meydana getirmektedir. Bu çalışmada, tabanca malzemesi olarak kullanılan X40 CrMoV5 1 takım çeliğinin çekme dayanımı, mikro sertliği ve darbe direnci üzerinde sıg kriyojenik işlemin etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, X40 CrMoV5 1 takım çeliğine geleneksel ısı işlem (CHT) ve sonrasında -80 °C'de 24 saat sıg kriyojenik işlem (SCT) uygulanmıştır. Kriyojenik işlem sonrasında her bekletme süresinden bir grup numuneye 200 °C'de 2 saat süreyle temperleme işlemi uygulanmıştır. Sonuç olarak, sıg kriyojenik işlemden sonra numunelerin mikro sertliği, darbe direnci ve çekme dayanımında olumlu iyileşmeler olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıg kriyojenik işlem, X40 CrMoV5 1 çeliği, Darbe direnci, Çekme dayanımı.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SHALLOW CRYOGENIC PROCESS ON HARDNESS, TENSILE AND IMPACT PERFORMANCE OF X40 CRMOV5 1 TOOL STEEL

Abstract

Methods such as traditional heat treatments, surface improvement processes, changing the material and chemical composition have been emphasized for years in the studies to increase the wear resistance of materials. However, the cryogenic process, which was first tested in the 1900s and provides high rates of improvement on wear resistance, has started to stand out in the last two decades. Cryogenic treatment creates an increase of up to 800% in wear resistance with changes in the structure of cast irons, composites and non-ferrous alloys, especially tool steels. In this study, the effect of shallow cryogenic treatment on the tensile strength, micro hardness and impact resistance of X40 CrMoV5 1 tool steel used as gun material was investigated. In this context, conventional heat treatment (CHT) and then shallow cryogenic treatment (SCT) at -80 °C for 24 hours were applied to X40 CrMoV5 1 tool steel. After the cryogenic treatment, a group of samples from each holding period was tempered at 200 °C for 2 hours. As a result, positive improvements were observed in the microhardness, impact resistance and tensile strength of the samples after shallow cryogenic treatment.

Keywords: Shallow cryogenic treatment, X40 CrMoV5 1 steel, Impact resistance, Tensile strength.

1. GİRİŞ

Aşınma direncini arttırmak için yıllardır genel olarak kullanılan ısı işlemler, yüzey geliştirme işlemleri, malzeme ve kimyasal kompozisyonun değiştirilmesi gibi metotlar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Ancak ilk denemeleri 1900'li yıllarında yapılan ve aşınma dayanımı üzerinde yüksek oranlarda iyileştirme sağlayan kriyojenik işlem, son yirmi yılda ön plana çıkmıştır. Kriyojenik işlemin takım çelikleri başta olmak üzere dökme demirler, kompozitler ve demir harici alaşımların yapısında meydana getirdiği değişimlerle aşınma direncinde % 800'lere varan artışlar meydana getirdiği görülmüştür (Patil ve Tated, 2012).

Yapılan literatür araştırmasında kriyojenik işlemin çeliklerin mekanik özelliklerine etkisi olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda genel olarak farklı sıcaklıklarda sığ, derin kriyojenik işlem ve bekletme sürelerindeki değişimlerin etkisi incelenmiştir. Malzeme grubu olarak ise genellikle, takım çelikleri ve yüksek hız çelikleri üzerinde farklı sıcaklıklarda sığ, derin ve bekletme sürelerinin etkilerinin incelendiği görülmüştür. Babu vd. (2005) farklı bekletme sıcaklıklarında (-20 °C, -40 °C, -80 °C ve -190 °C) M1, EN19 ve H13 takım çeliklerine uygulanan kriyojenik işlemin aşınma direncine üzerindeki etkisi incelemiştir. H13, M1, ve EN19 takım çelikleri için sırasıyla aşınma direnci artışları % 335, % 382 ve % 315 olarak elde edilmiştir. Aşınma direncindeki bu artış, geleneksel ısı işleminden sonra takım çeliklerinin mikroyapısında kalan östenitin kriyojenik işlem ile martenzite dönüştürülmesi ile ilişkilendirilmiştir. Östenit-martenzit dönüşümü ile sertliğin ve mekanik özelliklerin artışı aşınma direncinde de artışlara sebep olduğu vurgulanmıştır (Babu vd., 2005). Kriyojenik işlem ile ilgili yapılan literatür çalışmalarının neredeyse tümünde sertlik değeri başta olmak üzere mekanik özelliklerde iyileşmelerin olduğu bildirilmiştir (Koneshlou vd., 2011; Zhirafar vd., 2007).

Bu çalışmada, -80 °C'de X40CrMoV5-1 sıcak iş takım çeliğine uygulanan sığ kriyojenik işlemin sertlik, çekme dayanımı ve darbe enerjisi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

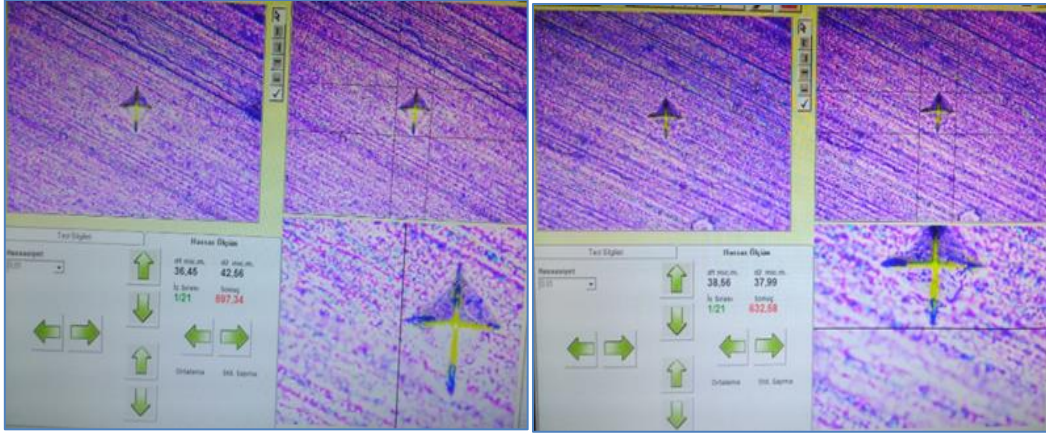
Deney numuneleri geleneksel ısı işlem uygulanmış (CHT) ve sığ kriyojenik işlem uygulanmış (SCT) olarak iki gruba ayrılmıştır. Deneylerde, kimyasal analizi Tablo 1'de verilen, X40CrMoV5-1 sıcak iş takım çeliği kullanılmıştır. Numuneler ısı işlem ile sertleştirilmiştir. IPSEN model vakum fırınında 2 saat süre ile 1030°C sıcaklıkta bekletilerek östenitleştirme işlemi yapılmıştır. Daha sonra numuneler 4 bar basınç altında azot ortamında soğuma işlemi yapılmıştır. Numunelerin kırılma ve gevrek yapısını düzeltmek için 560 °C sıcaklıkta 2 saat temperleme işlemi uygulanmıştır. Bu işlemlerin ardından numuneler 50-55 HRc sertliğe çıkarılmıştır.

Tablo 1. X40CrMoV5-1 Çeliğinin kimyasal bileşimi.

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
%	0,32-0,40	0,10-0,50	0,10-0,50	0,03 max.	0,02 max.	4,60-5,40	0,10-0,60	0,35-0,60

Çekme ve sertlik numunelerinin tornalama işlemi DOOSAN LYNX2100 LB torna tezgahında yapılmıştır. Darbe numunesi OKUMA MX45 dik işleme merkezi CNC Freze tezgahında mengene yardımı ile hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler SCT grubu -80°C'de, 24 saat sığ kriyojenik işleme tabi tutulmuştur. Kriyojenik işlem Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde bulunan kriyojenik işlem cihazında gerçekleştirilmiştir. Kriyojenik işlem, dakikada 2 °C soğutma hızıyla inilen -80 °C 24 saat sıcaklıkta bekletilerek yapılmıştır. Soğutmada kullanılan sıvı azot sisteme dozajlama ve fan yardımıyla gönderilmiştir. Kriyojenik işlem sonrasında her bekletme süresinden 200 °C'de 2 saat süreyle temperleme işlemi uygulanmıştır.

Çekme testleri, INSTRON 3382 100KN çekme cihazı ile 10 mm/dak çekme hızı ile gerçekleştirilmiştir. Çentik darbe testi, TIME L71-UV cihazında U çentik açılıp JB-W300A cihazında 150 J ile test gerçekleştirilmiştir. Numunelerin sertlik ölçümleri NOVOTEST test cihazı ile ortalama değer alınarak ölçülmüştür. 150 g yükün altında 10 saniye uygulaması ile sertlik değerlerine bakılmıştır. Her grupta 3'er adet numune için ölçüm yapılarak bu üç değer ortalama alınmıştır. Şekil 1' de ortalama sertlik değerlerinin ölçümü esnasında çekilen görüntüler verilmiştir.

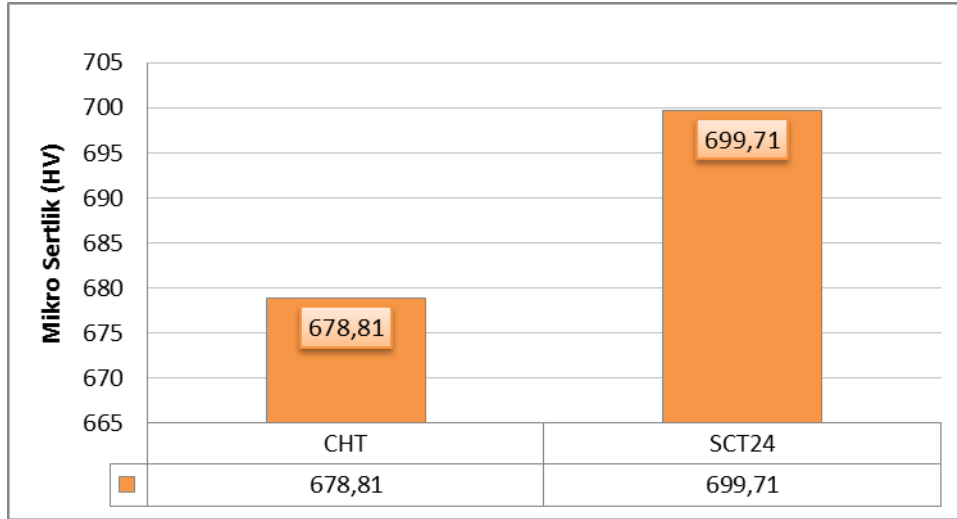


Şekil 1. Sertlik ölçümü görüntüsü.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Mikro Sertliğin Değerlendirilmesi

Şekil 2’de CHT ve SCT numunelerinin ortalama mikro sertlik değerleri gösterilmiştir. Geleneksel ısıtma işlemi uygulanan CHT numunesinin sertliği 678,81 HV iken, 24 saat sığ kriyojenik işlem uygulanan SCT numunesinin mikro sertliği 699,71 HV olarak bulunmuştur. Şekil 1’deki sonuçlara göre, kriyojenik işlemden sonra mikro sertlik değerlerinde yaklaşık % 3 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

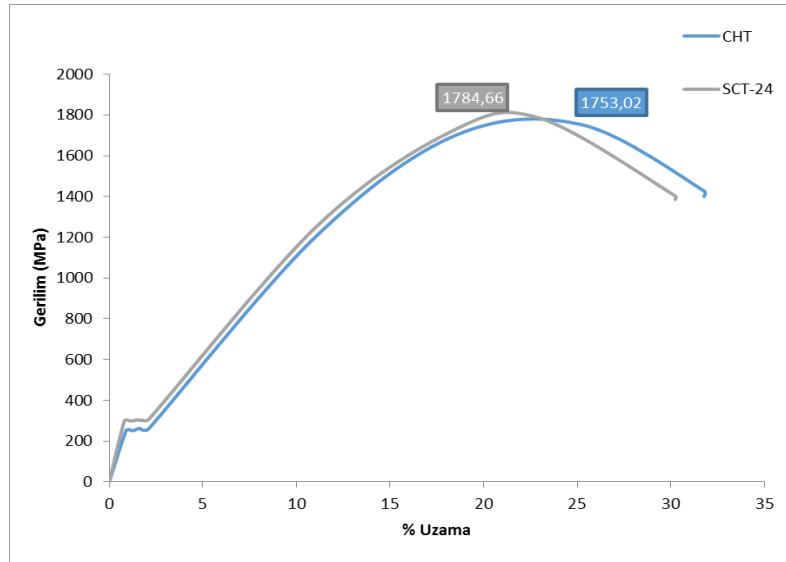


Şekil 2. Numunelerin sertlik değişimleri.

Takım çeliklerinin mikroyapısında bulunan yumuşak östenit fazı ısıtma işleminden sonra sert olan martenzit fazına dönüşmektedir. Bu dönüşüm bu çeliklerinin sertliğin artmasına neden olmaktadır. Fakat geleneksel ısıtma işlemi bu faz dönüşümü için yeterli olmamaktadır ve özellikle takım çeliklerinin mikroyapısında istenmeyen faz olan östenit fazı çeşitli oranlarda kalmaktadır. Kriyojenik işlemin en önemli özelliklerinden biri de geleneksel ısıtma işleminden sonra malzemelerin mikroyapısında kalan östeniti martenzite dönüştürmesidir. Bu sayede ikinci bir faz dönüşümü sağlayarak çeliklerin mekanik özelliklerinde iyileşmeler sağlamaktadır (Benedyk, 2013; Perez and Belzunce, 2015). Birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da, kriyojenik işlemden sonra mikro sertlikteki artış bu ikinci faz dönüşümüne atfedilmiştir (Koneshlou vd., 2011; Özer, 2019; Zhirafar vd., 2007).

3.2. Çekme Performansının Değerlendirilmesi

Şekil 3’de CHT ve SCT numunelerine ait çekme diyagramı verilmiştir. Tablo 2’de ise her numuneye ait akma, çekme ve uzama değerleri verilmiştir. Kriyojenik işlem gören numunede daha az uzama gerçekleşirken, akma ve çekme dayanımının daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Numunelerin çekme diyagramı.

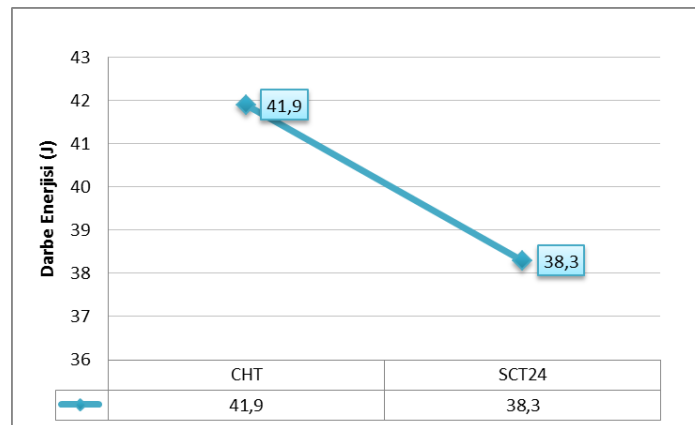
Tablo 2. Numunelerin akma, çekme ve uzama değerleri.

	Akma Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Uzama (%)
CHT	250,46	1753,02	31,78
SCT-24	298,4	1784,66	30,24

Kriyojenik işlemden sonra malzemelerin mekanik özelliklerinin iyileştiği yapılan çalışmalarda defalarca teyit edilmiştir (Akhbarizadeh vd., 2013, Perez and Belzunce, 2015; Koneshlou vd., 2011; Senthikumar vd., 2011; Zhirafar vd., 2007). Sığ kriyojenik işlemden sonra X40 CrMoV5 1 sıcak takım çeliğinin mikro sertliğindeki artış çekme performansını da olumlu etkilemiştir. Takım çeliği numunesinin akma dayanımı 250,46 MPa değerinden 298,4 MPa değerine çıkmıştır. Yine geleneksel ısıtma işlemi ile 1753,02 MPa ölçülen çekme dayanımı sığ kriyojenik işlemden sonra 1784,66 MPa değerine yükselmiştir. Yüzde uzama değeri de akma ve çekme dayanımına ters orantılı olarak 31,78 değerinden 30,24'e düşmüştür. Sonuç olarak sığ kriyojenik işlem X40 CrMoV5 1 sıcak takım çeliğinin çekme mukavemetinde % 2 oranında iyileşme sağlamıştır.

3.3. Darbe Enerjisinin Değerlendirilmesi

Şekil 4'de kriyojenik işlem uygulanmış ve uygulanmamış numunelerin darbe dayanımları verilmiştir. CHT numunesinin darbe enerjisi 41,9 J iken SCT-24 numunesinin darbe enerjisi 38,3 J olarak ölçülmüştür. Kriyojenik işlemden sonra darbe enerjisinde 3,6 Joule'luk bir düşüş elde edilmiştir.



Şekil 4. Numunelerin darbe dayanımı.

Literatürde darbe tokluğu üzerinde martenzit tane boyutunun önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. İnce tane boyutuna sahip martenzit tanelerini üretmenin tokluğu iyileştirdiği söylenmektedir (Liv d., 2015). Burada dikkati çeken önemli hususlardan biri, martenzit tanelerinin büyümesi, su verme işlemi esnasında östenit tane boyutu ile sınırlıdır. Darbe tokluğuna etki eden bir diğer faktör ise mikroyapıda bulunan ikincil karbür partikülleridir. Partiküller etrafında yayılma ve büyüme eğiliminde olan çatlaklar buna sebep olmaktadır. Partiküllerin hacim oranı, boyutu ve morfolojisi darbe tokluğu üzerine kritik rolü vardır (Calliari vd., 2006). Mikroyapıda bulunan mevcut martensit faz, temperleme işlemi ile temperlenmiş martensite dönüştürülür. Temperleme ile östenit fazı martensite dönüştürülerek martensit hacmi artırılır. Temperlenmiş martensit fazı darbe dayanımı iyileştirdiği bilinmektedir. Fakat kalıntı östenitten kaynaklı sert ve kırılğan yeni martensit fazı darbe dayanımını olumsuz etkilemektedir (Senthilkumar vd., 2011).

4. SONUÇ

Bu çalışmada sığ kriyojenik işlemin mekanik özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Deney numunesi olarak 50-52 HRc sertlik değerine sahip X40 CrMoV5 1 sıcak takım çeliği seçilmiştir. Numuneler CHT ve SCT olarak iki gruba ayrılmıştır. CHT grubu numuneler gelenek ısıl işlem prosesi uygulanarak 50-52 HRc sertliğine getirilmiştir. SCT grubu numuneler ise, geleneksel ısıl işlemden sonra -80 °C'de 24 saat süreyle kriyojenik işleme tabi tutulmuştur. Kriyojenik işlemden sonra SCT numunelerine 200 °C'de 2 saat süreyle temperleme işlemi uygulanmıştır. Sığ kriyojenik işlemin etkisini belirlemek için mikro sertlik, çentik darbe ve çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Mekanik testler sonucu elde edilen deneysel sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- CHT numunesinin ortalama mikro sertlik değeri 678,87 HV iken SCT numunesinin sertliği 699,71 HV olarak bulunmuştur. Sığ kriyojenik işlemden sonra mikro sertlik değeri yaklaşık % 3 oranında artmıştır.
- Çekme testi sonuçlarına bakıldığında, CHT numunesinin akma ve çekme dayanımı sırasıyla 250,46 MPa ve 1753,02 MPa olarak ölçülürken SCT numunesi için 298,4 MPa ve 1784,66 MPa olarak bulunmuştur. Sığ kriyojenik işlemin akma ve çekme dayanımını sırasıyla % 13,7 ve % 2 oranlarında arttırdığı görülmüştür. Uzama değerleri de kriyojenik işlemden sonra % 1,54 oranında azalmıştır.
- Çentik darbe deneyi sonuçlarına göre, CHT numunesinin darbe enerjisi 42 J iken SCT numunesinin darbe enerjisi 38,3 J olarak ölçülmüştür. Sığ kriyojenik işlemden sonra darbe enerjisinin yaklaşık % 10 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum kriyojenik işlemden sonra mikro sertlikteki sertlik artışı ile ilişkilendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Deney numuneleri için malzeme temini ve mekanik testler için Laboratuvar imkanı sağlayan Sarsılmaz Silah Sanayi A.Ş' ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akhbarizadeh, A., Javadpour, S., 2013, "Investigating the effect of as-quenched vacancies in the final microstructure of 1.2080 tool steel during the deep cryogenic heat treatment", Mater. Lett., 93 (247-250).
- Babu, P., S., Rajendran, P., Rao K., N., 2005, Cryogenic treatment of M1, En19 and H13 tool steels to improve wear resistance, IE(I) Journal-MM, 86 (64-67).
- Benedyk J.C. (2013). High Performance Alloys Database, Indiana: CINDAS LLC, 5-6.
- Calliari I, Zanesco M, Ramous E. Influence of isothermal aging on secondary phases precipitation and toughness of a duplex stainless steel SAF 2205. J Mater Sci, 41 (7643-7649), (2006).
- Koneshlou M, Asl K.M, Khomamizadeh F. Effect of cryogenic treatment on microstructure, mechanical and wear behaviors of AISI H13 hot work tool steel. Cryogenics, 51 (55-61), (2011).
- Li J-Y, Chen Y-L, Huo J-H. Mechanism of improvement on strength and toughness of H13 die steel by nitrogen. Materials Science and Engineering A, 640 (16-23), (2015).
- Özer, M., AISI H13 Takım Çeliğine Uygulanan Derin Kriyojenik İşlem ve Temperleme Isıl İşleminin Mikroyapı, Sertlik ve Darbe Enerjisine Etkisi, GU J Sci, Part C, 7(3) (688-699), (2019).
- Patil P., I., Tated, R., G., 2012, Comparison of Effects of Cryogenic Treatment on Different Types of Steels: A Review, IJCA Proceedings on International Conference in Computational Intelligence, No: 9.
- Perez M, Belzunce F. J. The effect of deep cryogenic treatments on the mechanical properties of an AISI H13 steel. Materials Science and Engineering A, 624 (32-40), (2015).

- Senthilkumar, D., Rajendran, I., Pellizzari, M. , Siiriainen, J., 2011, “Influence of shallow and deep cryogenic treatment on the residual state of stress of 4140 steel”, J. Mater. Process. Technol., 211 (396–401).
- Zhirafar, S., Rezaeian, A. , Pugh, M., 2007, “Effect of cryogenic treatment on the mechanical properties of 4340 steel”, J. Mater. Process. Technol., 186 (298–303).

LI-FI VE UYGULAMA ALANLARI

Hamdi YILMAZ

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
hamdi.yilmaz@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1119-5486

Özet

Işık hayatımızda çok önemli yere sahip bir faktördür. Hatta insanlarla birlikte birçok canlının da yaşam kaynağıdır. İşte bu kadar önemli bir faktörün kablosuz iletişimde de kullanılabilir olması bu alanda sevindirici bir gelişme olarak söylenebilir. Radyo frekansına dayalı kablosuz teknolojilerdeki yaşanan gelişmeler neticesinde ortaya çıkan bant genişliği yetersizliği, frekans kıtlığı ve ağ trafiği karmaşıklığı gibi sorunlar bilim insanlarını alternatif bir kablosuz iletişim teknolojisi arayışına yöneltmiştir. Li-Fi, Wi-Fi'daki radyo dalgalarının aksine, insan gözünün göremeyeceği kadar yüksek hızlarda kapanıp açılabilen LED'ler aracılığı ile veri iletimi gerçekleştirmektedir. Bu teknoloji Görünür Işık İletişimi (VLC) altyapısını kullanmaktadır. Ayrıca radyo frekans spektrumundan 10.000 kat fazla bant genişliği sunarak bant genişliği sorununa çözüm sunmaktadır. Bu çalışmada Li-Fi çalışma prensibinden, avantaj ve dezavantajlarından ve uygulama alanlarından bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Li-Fi, Light Fidelity, VLC, Visible Light Communication

1. GİRİŞ

Günümüzde mobil telefon, bilgisayar, tablet internet kullanıcılarının katlanarak artması ve buna bağlı olarak radyo frekans spektrumunu kullanan 3G, 4G, 5G ve Wi-Fi gibi teknolojilerin de frekans kullanımından kaynaklanan bant genişliğinin daralması bilim insanlarını alternatif bir iletişim teknolojisi arayışına yöneltmiştir. Bu alternatiflerden birisi de Görünür Işık İletişimi (VLC)'dir. Bu bağlamda Edinburg Üniversitesi'nden Alman fizikçi Prof. Harold Haas tarafından 2011 yılında VLC tabanlı Li-Fi teknolojisi tanıtılmıştır. [1]

Li-Fi, LED'ler aracılığıyla insan gözünün fark edemeyeceği kadar hızlı yoğunlukta değişen, ışık ile yüksek hızlarda veri iletimi sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji radyo spektrumunun görünür ışık aralığını kullanarak radyo dalgaları yerine görünür ışık ile veri iletimi sağlamaktadır.

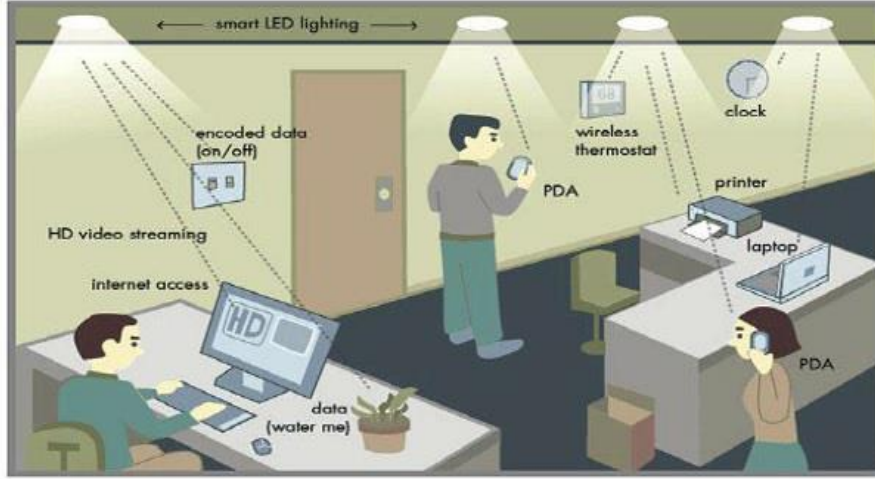
Li-Fi, radyo frekansının kullanılmasının sakıncalı olduğu ve radyo frekanslarının iletiminin zor olduğu, hastanelerde, kimyasal ve tehlikeli madde üretim tesislerinde, uçaklarda ve sualtı araştırmalarında kullanılabilir. Gelecekte daha fazla kullanım alanı bulması muhtemel olan bu teknolojinin geliştirilmesi yönünde çalışmalar devam etmektedir.

2. LI-FI

2.1. Li-Fi Nedir?

Li-Fi, radyo frekans spektrumundan 10.000 kat fazla bant genişliği sunan, insan gözünün fark edemeyeceği kadar hızlı yoğunlukta değişen, radyo dalgaları yerine LED'lerden yayılan ışık ile veri iletimi sağlayan bir kablosuz iletişim teknolojisidir. Bu teknoloji 2011 yılında yapılan bir TED Global Konferansı'nda, Alman, fizik bilim adamı Prof. Harald Haas tarafından bir LED ile 10 Mbps hızında video iletimi gerçekleştirilerek tanıtıldı. Bu tanıtımda, bir akıllı telefonda oynatılan videonun LED aracılığıyla ışık sinyallerine çevrilmesi ve belirli bir uzaklıkta bulunan güneş paneli aracılığıyla bu ışık sinyallerinin yakalanarak tekrar videoya dönüştürülmesi ve bilgisayarda oynatılması gerçekleştirilmiştir.

Li-Fi yüksek hızlarda veri iletmek için VLC altyapısını kullanmaktadır. Diğer bir deyişle ışık tabanlı Wi-Fi olarak da kabul edilebilir. [2]



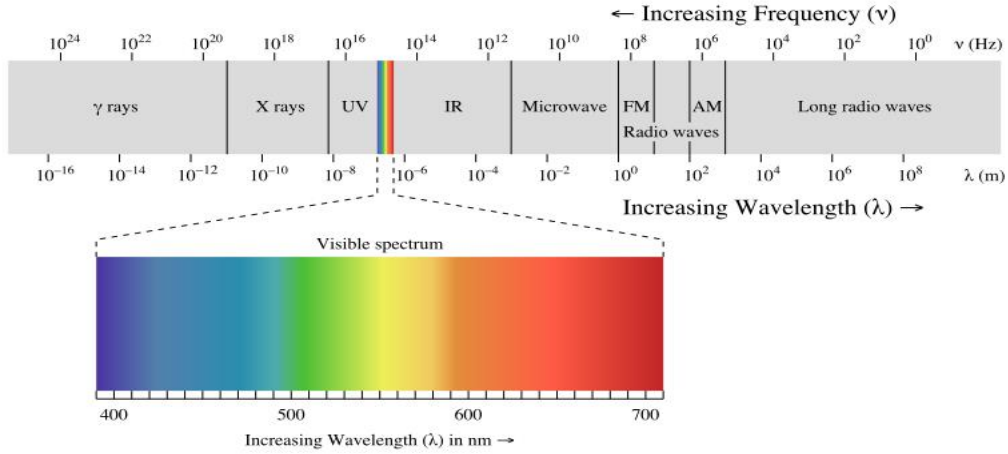
Şekil 1 - Li-Fi [1]

2.2. Görünür Işık İletişimi (VLC)

Kablosuz iletişim teknolojilerinin büyük çoğunluğu radyo frekans bantlarını kullanmaktadır. Kablosuz iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler RF bandında daralmalara, zamanla veri iletiminde yetersiz hale gelmesine ve veri kayıplarına yol açmaktadır. Bu durum bilim insanlarını yeni bir kablosuz iletişim teknolojisi arayışına yönlendirmiştir. Bu arayışlardan bir tanesi de görünür ışık iletişimi (VLC)'dir. [3]

Görünür Işık İletişimi, ilk olarak 2004 yılında Toshihiki Komine tarafından önerilmiştir. O zamandan beri katı hal tasarımı ışık kaynaklarının, özellikle de LED'lerin geliştirilmesiyle kullanımı hızla yaygınlaşmıştır. [4]

VLC, aynı anda hem aydınlatma hem de iletişim için LED(ler) kullanan kısa menzilli kablosuz iletişim teknolojisi olup, 380 nm ile 780 nm dalga boyları arasında görünür ışık kullanmaktadır. Bu dalga boyları 384 THz ile 789 THz frekans aralığına denk gelmektedir.



Şekil 2 - Görünür ışığın elektromanyetik spektrumdaki yeri [6]

Veri iletimi ışık yoğunluğu değiştirilerek yapılmaktadır. Bu yoğunluk değişimine bağlı olarak yapılan genlik değişimi insan gözünün fark edemeyeceği kadar küçüktür. [5]

VLC'nin WLAN veya mobil ağların yerini alması ve radyo frekans iletiminin istenmediği, mümkün olmadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda alternatif olarak kablosuz veri iletimi sağlaması amaçlanmıştır. [7] Bu özelliklerin yanı sıra VLC kullanımını gerektiren sebepler aşağıda listelenmiştir:

- Gama ışınları tehlikeli olduğundan dolayı kullanılmamaktadır.
- X ışınlarının da Gama ışınlarına benzer sağlık sorunlarına sebebiyet vermesinden dolayı kullanımı risklidir.

- Ultraviyole ışık, canlı yaşamının olmadığı yerlerde kullanımı mümkün olmakla birlikte insan vücudu için tehlikelidir.
- Kıızılötesi ışık, göze zarar verebilmesi sebebiyle, yalnızca düşük güçte kullanılması mümkündür. [18]

2.3. Bir Işık Kaynağı Olarak LED

Günümüzde LED lambaların ışık verimliliği yaklaşık 100 lm/W'tır. Bu değer 2025 yılında 200 lm/W olması beklenmektedir. Bu değer akkor ve flüoresan lambalara göre daha yüksektir. LED lambalar, akkor lambalardan yaklaşık 40 kat daha fazla kullanım ömrü sunmaktadır. [6]

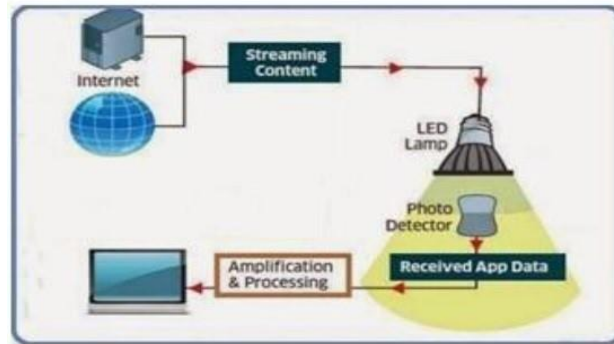
LED'ler Li-Fi için en uygun ışık kaynaklarıdır. Bunun sebebi çok kısa zaman aralıklarında tekrar tekrar açılıp kapatılabilmesidir. Floresan lamba ve akkor lambalara göre daha yüksek verim, tasarım esnekliği, daha uzun ömürlü kullanım, çevre dostu üretim ve gelişmiş spektrum performansı gibi birçok avantajı bulunmaktadır. LED'lerdeki katı hal tasarımı, 100.000 saatten daha uzun ömürlü kullanılmalarına, titreşim, darbe ve sık anahtarlamaya dayanmalarını sağlamaktadır. [2]

LED'lerin boyutuna bağlı olarak veri hızındaki değişimler Li-Fi teknolojisi açısından çok önemlidir. Farklı büyüklükteki LED'ler ile farklı veri hızları elde edilebilmektedir. Bir mikro LED 3,5 Gbps hızında veri iletebilmektedir ve bu yöntemle 10 Gbps'den daha büyük veri hızlarına ulaşmak mümkündür. Mikro LED'ler ışık akımının paralel olarak yayılmasına izin vererek Gbps seviyelerinde veri iletimi sağlayabilirler. [2]

2.4. Li-Fi Mimarisi ve Çalışma Prensipleri

Bir Li-Fi projesi tasarlarken göz önünde bulundurmanız gereken temel faktörler:

- LED
- Işık
- Görüş Hattı (LoS)



Şekil 3 - Li-Fi Yapısı [8]

Şekil 3'te klasik bir Li-Fi yapısı gösterilmekle birlikte bu teknolojinin çalışma mekanizması özetlenmektedir. Gönderici tarafında, internette veya yerel depolama biriminden gelen dijital veri (1 ve 0 halinde) ve veriyi ışık sinyallerine çevirecek olan LED lamba sürücüsü bulunmaktadır. Işık sinyallerine çevrilen veriler LED aracılığıyla gönderilmektedir. LED, verideki 1 ve 0 değerlerine bağlı olarak elektrik voltajındaki değişimlere göre yanıp sönmektedir. Bu yanıp sönmeye işlemi insan gözünün göremeyeceği kadar hızlı gerçekleşmektedir.

Alıcı tarafında ise foto detektör ya da foto sensör, LED'deki ışık değişimlerini (1 ve 0) algılayarak ışık sinyallerini elektrik sinyallerine çevirmektedir. Ardından alıcı cihaz verileri işledikten sonra orijinal formatına geri dönüştürmekte ve görüntüleyici cihaza (PC, PDA, Tablet vs.) yansıtmaktadır. [9]

3. AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Her teknoloji gibi Li-Fi'nin kendine özgü avantaj ve dezavantajları mevcuttur.

3.1. Avantajları

Li-Fi'nin en önemli avantajlarından bazıları:

Kapasite: Görünür ışık spektrumu radyo frekans spektrumundan 10.000 kat daha geniştir. Bu da daha fazla bant genişliği anlamına gelmektedir.

Verimlilik: Li-Fi'de veriler paralel olarak iletelebilmektedir. Bu da verim konusunda avantaj sağlamaktadır.

Kullanılabilirlik: Işık, hemen hemen her yerde bulunabileceğinden kullanım açısından kolaylık sağlamaktadır.

Bant Genişliği: Radyo frekans spektrumundan 10.000 kat daha geniş olmasından dolayı daha fazla bant genişliği sunmaktadır.

Hız: Bant genişliğinin sunduğu avantajdan dolayı Gigabit seviyelerinde hızlara ulaşılmasına imkân vermektedir.

Maliyet: LED kullanımından dolayı maliyet daha düşüktür. [10]

Güvenlik: Işığın duvarlardan geçememesi, ağımıza dışardan başka birilerinin bağlanamamasına ve dolayısıyla sızma girişimine imkân vermemektedir.

Ayrıca bunlara ek olarak görünür ışık spektrumu kullanımı ücretsiz olduğundan dolayı, Li-Fi herhangi bir lisanslamaya ihtiyaç duymamaktadır.

3.2. Dezavantajları

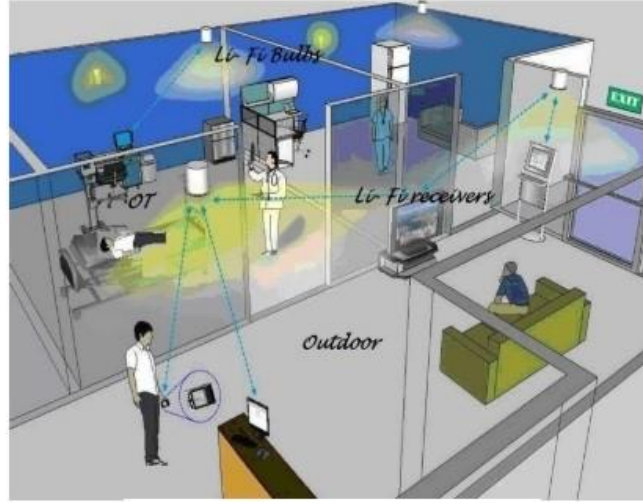
Li-Fi'nin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan temel birkaç dezavantajı aşağıda belirtilmiştir:

- Li-Fi'nin önündeki en büyük dezavantaj ışığın engellerden ya da nesnelerin içinden geçemiyor olmasıdır. Bu nedenle ışık herhangi bir sebeple engellenirse bu durum sinyalin kesilmesine neden olacaktır. Bu da veri kayıplarının ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Bu gibi durumlarla karşılaşmamak için radyo dalgalarının da birlikte kullanımını gerektiren senaryolar düşünülebilir.
- İletim ortamındaki güneş ışığı, diğer harici kaynaklarından gelen ışık ya da ortamdaki parlak malzemeler parazite neden olmaktadır. Bu da verinin eksik ya da hatalı şekilde iletilmesine sebep olmaktadır.
- Hala Wi-Fi gibi radyo frekansları kullanan teknolojilere ihtiyacımız vardır. Çünkü duvarların ve engellerin olduğu, uzak bir mesafedeki hareket eden bir nesneye veri iletimi sağlayan bir LED henüz mevcut değil.
- Li-Fi'nin büyük ölçekte uygulanması yüksek kurulum maliyetini beraberinde getirmektedir. Ancak bu teknolojinin benimsenip kullanımının yaygın hale getirilmesi ile birlikte, elektrik, bakım ücretleri vb. gibi ilave işletme maliyetlerini en aza indirecektir. [11]

4. UYGULAMA ALANLARI

Li-Fi'nin, Wi-Fi gibi radyo frekansı kullanan teknolojilere kıyasla daha fazla uygulama alanı bulması muhtemeldir. Bunun sebebi radyo frekansının çoğu alanda kullanımının sakıncalı olmasından kaynaklanmasıdır.

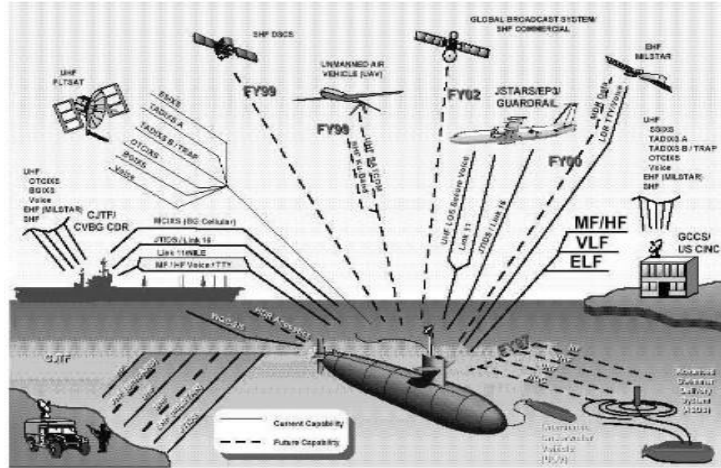
Hastaneler: 1990'ların ortalarına doğru hastaların elektromanyetik alanlardan olumsuz yönde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak da kanser, nörolojik hastalıklar, üreme sistemi bozuklukları gibi hastalıklara sebebiyet vermektedir.[12] Bunun yanı sıra hastanelerde kullanılan MR, Tomografi, Röntgen gibi radyo frekans sinyalleri yayan cihazların bulunduğu alanlarda Wi-Fi ya da mobil ağ kullanımı sınırlandırılmıştır. Bu sebeplerden ötürü hastanelerde radyo dalgalarının yerine Li-Fi teknolojisinin kullanılması gerek insan sağlığı gerekse de iletişimin devamlılığı açısından daha önemlidir.



Şekil 4 - Hastanelerde Li-Fi Kullanımı [12]

Uçaklar: Uçaklarda cep telefonu veya Wi-Fi kullanılması, hassas uçak cihazlarına müdahale edilme korkusu nedeniyle yasaklanmıştır. Bu doğrultuda uçaklardaki yolcu koltuklarının okuma ışıklarına Li-Fi entegre edilerek çok yüksek hızlarla ve herhangi bir parazite sebebiyet vermeden internete erişim imkanı sunmak için kullanılabilir. [9]

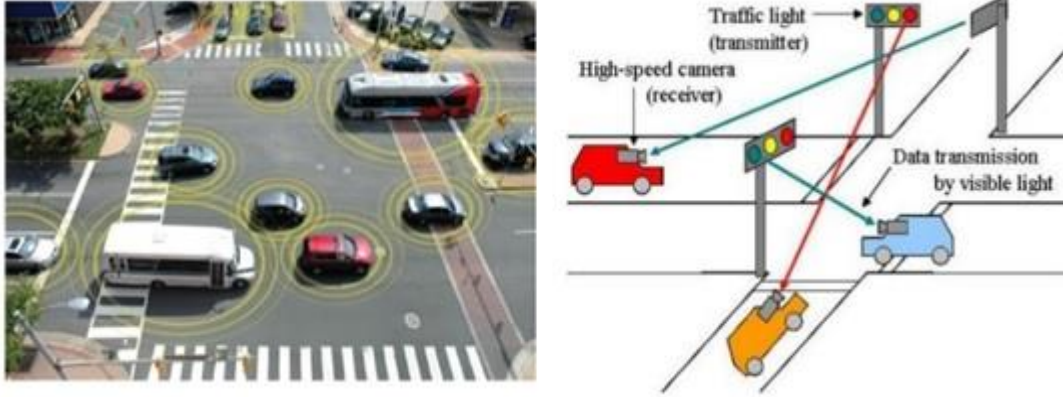
Sualtı Araştırmaları: Sualtı araştırmaları denizaltı gibi araçlar sayesinde, onlara belirli bir uzunluktaki kablo ile bağlı olan ROV'lar ile yapılmaktadır. Bu kablo sayesinde ROV'ların kontrolü sağlanmaktadır. Radyo sinyalleri sualtında ışık kadar yayılım gösterememektedir. Bu yüzden Li-Fi gibi bir teknoloji ROV ile denizaltı arasındaki bu kabloyu ortadan kaldırabilir ve ROV'un daha fazla mesafeye açılarak tarama bölgesini genişletmesine ve daha fazla veri toplayabilmesine yardımcı olabilir. [13]



Şekil 5 - Sualtı Çalışmalarında Li-Fi Kullanımı [13]

Tehlikeli Madde Üretim Tesisleri/Enerji Santralleri: Radyo sinyallerinin tehlikeli madde üretim tesisleri, nükleer santraller, enerji santralleri ve petro kimya tesisleri gibi hassas tesislerde kullanımı yasaklanmıştır. Ancak bu gibi yerlerde ışığın daha güvenli olmasından dolayı Li-Fi sistemi, bu gibi tesislerde kolay iletişim ve veri aktarımı sağlayabilir ve böylelikle tesislerin izlenmesi veya arıza tespitleri uzaktan yapılabilir. [9],[14]

Trafik Yönetimi: Li-Fi ile donatılmış trafik ışıkları ve araç farları sayesinde gerçek zamanlı olarak trafik kontrolü yapılabilir ve araçların birbirleriyle iletişim kurmasına imkân vererek kaza riskleri en aza indirilebilir. [15]



Şekil 6 - Li-Fi ile Trafik Yönetimi [9][13]

Hotspot Noktası: Sokak lambaları aydınlatma işlevinin yanı sıra internet erişimi sağlamak için Li-Fi altyapısı ile donatılabilir. [13] Ayrıca sokak lambaları yolları izlemek ve herhangi bir tıkanıklığı veya acil durumu tespit etmek için kameralarla donatılabilir ve duruma hızlı müdahale için bilgileri Li-Fi aracılığıyla trafik yönetim merkezine iletebilir. [9]

Eğitim: Li-Fi, yüksek bant genişliği sunması sebebiyle internet erişim hızını artıran bir teknolojidir. Bu nedenle eğitim kuruluşları bu teknolojiyi video konferans, dijital eğitim ve çevrimiçi öğrenme ile çok sayıda öğrenciye, öğretmene ve akademisyene ulaşmak amacıyla kullanabilirler. [16]

Nesnelerin İnterneti (IoT): IoT, birden fazla erişim noktasına ihtiyaç duymaktadır. Li-Fi, terminal olarak LED ampuller kullandığından dolayı, IoT bağlantısının gerektirdiği şekilde birden çok erişim noktasını rahatlıkla sağlayabilir. Li-Fi, evlerdeki elektronik cihazların yanı sıra; otobüs durakları, tren istasyonları, sokak lambaları ve turist bilgi kiosklarına entegre edilerek IoT'yi her yerde kullanılabilir hale getirebilir. [17],[19]

Yukarıda sayılan kullanım senaryolarının yanı sıra mağazalar, giyilebilir teknolojiler, müzeler, afet yönetimi, iç mekân konumlandırma gibi birçok alanda da Li-Fi kullanılabilir.

5. Li-Fi vs. Wi-Fi

Wi-Fi daha çok binalarda geniş kablosuz kapsama alanı sunduğu için tercih edilmektedir. Li-Fi ise yüksek yoğunlukta veri kapsama alanı sunduğu ve radyo paraziti sorunlarını gidermek için idealdir. Bu nedenle iki teknoloji birbirini tamamlayıcı olarak kabul edilebilir. [14] Tablo 1'de şuan kullanılmakta olan ve gelecekte kullanılması muhtemel kablosuz teknolojilerin karşılaştırması yer almaktadır.

Tablo 1 - Kablosuz Teknolojilerin Karşılaştırması [14]

Teknoloji	Hız	Veri Yoğunluğu
Wireless (Bugünkü)		
Wi-Fi (802.11n)	150 Mbps	*
Bluetooth	3 Mbps	*
IrDA	4 Mbps	***
Wireless (Gelecekte)		
WiGig	2 Gbps	**
Giga-IR	1 Gbps	***
Li-Fi	>10 Gbps	****

Li-Fi, kapasite, enerji verimliliği, güvenlik ve güvenliğe yönelik faydalar da içermektedir.[1] Tablo 2'de Li-Fi ve Wi-Fi'nin detaylı karşılaştırmasına yer verilmiştir.

Tablo 2 – Li-Fi vs. Wi-Fi [1]

Özellik	Li-Fi	Wi-Fi
Kapasite	Radyo dalgalarından 10000 kat daha geniş spektrum	Radyo dalgaları, elektromanyetik spektrumun yalnızca küçük bir bölümünü oluşturmaktadır.
Verimlilik	LED'ler daha az enerji tüketir ve bu yüzden daha verimlidir.	Baz istasyonları yüksek enerji tüketmektedir. O yüzden enerjinin çoğu bu istasyonları soğutmak için kullanılmaktadır. O yüzden verimlilik daha düşüktür.
Kullanılabilirlik	LED ampüllerin olduğu her yerde kullanılabilir.	Radyo dalgalarının zararlı etkilerinden dolayı sınırlı kullanım sunmaktadır.
Güvenlik	Işığın duvarlardan geçememesinden dolayı daha fazla güvenlidir.	Radyo dalgaları, dışardan bağlanma imkânı sunmasından dolayı daha az güvenlidir.
Geliştirme Yılı	2011	2009
Hız	>10 Gbps	~ 150 Mbps
Mesafe	10 m	250 m
IEEE Standardı	802.15.7	802.11n
Spektrum Aralığı	384 THz - 789 THz	3 Hz – 3000 GHz
İletişim	VLC tabanlı	RF tabanlı
Yönlendirici	LEDler	Access Points
Altyapı Maliyeti	Düşük	Yüksek
Girişim	Yok	Radyo dalgaları ile girişimde bulunabilir.
Güç Tüketimi	Düşük	Yüksek
Çevresel Etki	Düşük	Orta

SONUÇ

Li-Fi'nin kullanımının yaygınlaşması, LED ampül kullanımını da artıracığından dolayı daha güvenli ve daha sağlıklı bir geleceğe imkan vermesi öngörülmektedir. Aynı zamanda radyo frekans bant yetersizliğine de geniş bir çözüm olabileceği gibi kablosuz iletişim maliyetini de en aza indirebilir. Bu teknolojinin yukarıda da anlatıldığı üzere birçok alanda kullanılabileceği gösterilmiştir. Li-Fi'nin yaygınlaşması büyük boyutlu dosyaların transfer sürelerini kısaltabileceği, stream tabanlı sistemler için daha akıcı bir hizmet sunabileceği, daha hızlı ve güvenli bir internet bağlantısı sağlayabileceği kuvvetle muhtemeldir. Tüm bu faydaları sağlayabilmesindeki en önemli etmen görünür ışık spektrumunun radyo frekans spektrumundan 10000 kat daha geniş olmasıdır. Bu da daha fazla bant genişliği anlamına gelmektedir. Işığın iletilmediği ya da yetersiz kaldığı noktalarda Wi-Fi ile birlikte hybrid bir kullanım da uygulanabilir. Li-Fi'nin daha verimli olması yönünde çalışmalar sürdürülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] M. A. Hadi, "Wireless Communication Tends to Smart Technology Li-Fi and its Comparison with Wi-Fi," Am. J. Eng. Res., vol. 5, no. 5, pp. 40–47, 2016
- [2] A. Sarkar, P. S. Agarwal, and D. A. Nath, "Li-Fi Technology: Data Transmission through Visible Light," Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud., vol. 3, no. 6, pp. 1–12, 2015.
- [3] S. Safaraliev, K. Vahaplar, and A. Aybar, "Led'li Aydınlatma Armatürleri ile Görünür Işık Haberleşmesi." [4] Y. He, L. Ding, Y. Gong, and Y. Wang, "Real-time Audio and Video Transmission System Based on Visible Light Communication," Opt. Photonics J., vol. 03, no. 02, pp. 153–157, 2013
- [5] J. JGeorge, M. Hayder Mustafa, N. Mahjoub Osman, N. Hashim Ahmed, and D. Mohammed Hamed, "A Survey on Visible Light Communication," Int. J. Eng. Comput. Sci., vol. 3, no. 2, pp. 3905–3908, 2014
- [6] K. R and B. S, "Wireless Communication using Li-Fi Technology," Int. J. Electron. Commun. Eng., vol. 2, no. 3, pp. 7–14, 2015
- [7] L. Grobe et al., "High-speed visible light communication systems," IEEE Commun. Mag., vol. 51, no. 12, pp. 60–66, Dec. 2013
- [8] H. D. Ahlawat, G. Menon, and G. Chhabra, "Advanced Light Fidelity (Li-Fi) System," Int. Res. J. Eng. Technol., vol. 03, no. 04, pp. 2632–2635, 2016.
- [9] S. Alfattani, "Review of LiFi Technology and Its Future Applications," J. Opt. Commun., vol. 42, no. 1, pp. 121–132, 2021

- [10] K. Khandelwal and S. Kumar, "A Review Paper on Li - Fi Technology," Natl. Conf. Innov. Micro-electronics, Signal Process. Commun. Technol., no. February, pp. 3–6, 2016.
- [11] K. Tanwar and S. Gupta, "Smart Class Using Li-Fi Technology," Int. J. Eng. Sci., vol. 3, no. 7, pp. 16–18, 2014
- [12] N. M. Ankit Navalakha, "Data Services of Li- Fi in Hospital Management," Int. J. Sci. Res., vol. 3, no. 8, pp. 1631–1633, 2014
- [13] J. H. Bhut, D. N. Parmar, and K. V Mehta, "LI-FI Technology – A Visible Light Communication," Int. J. Eng. Dev. Res., vol. 2, no. 1, pp. 25–28, 2014
- [14] D. Khandal and S. Jain, "Li-Fi (Light Fidelity)-The future technology In Wireless communication," Int. J. Inf. Comput. Technol., vol. 4, no. 16, pp. 1687–1694, 2014.
- [15] A. C. St and A. N. St, "Latest advancement in Light Fidelity (Li-Fi) Technology," Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud., vol. 5, no. 12, pp. 47–53, 2017.
- [16] P. Kuppusamy, S. Muthuraj, and S. Gopinath, "Survey and challenges of Li-Fi with comparison of Wi-Fi," Proc. 2016 IEEE Int. Conf. Wirel. Commun. Signal Process. Networking, WiSPNET 2016, pp. 896–899, 2016
- [17] S. N. Pottoo, T. M. Wani, M. A. Dar, and S. A. Mir, "IoT Enabled by Li-Fi Technology," Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol., vol. 4, no. 1, pp. 106–110, 2018.
- [18] R. Kaur, "Light Fidelity (LI-FI)-A Comprehensive Study," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 3, no. 4, pp. 475–481, 2014.
- [19] "Li-Fi and the Internet of Things" <https://lifi.co/lifi-and-iot/> (accessed May 26, 2021).

MIMO SIGNAL DETECTION TECHNIQUES FOR ADVANCED WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS

Hasan DOMURCUK

Department of Defense Technologies Ankara Yıldırım Beyazıt University
hasandomurcuk@gmail.com

Hüseyin CANBOLAT

Ankara Yıldırım Beyazıt University (AYBU), Electrical Eng. Dept., Keçiören, ANKARA
hcanbolat@ybu.edu.tr

Abstract

Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) wireless systems are disposed by two conclusive goals: high data rate and high performance. Wireless communication systems need high data rates and higher bandwidth resources per channel to improve the transmission efficiency and diversity. One of the promising techniques that can provide the desired performance is MIMO technology where multiple antennas are placed at both the transmitting and receiving sides of the communication link. This paper concerned with transmission and detection techniques of MIMO systems, with a special focus on Zero Forcing (ZF) and Minimum Mean Square Error (MMSE) techniques. Zero-forcing (or null-steering) precoding is a method of spatial signal processing by which a multiple antenna transmitter can null the multiuser interference in a multi-user MIMO wireless communication system. A linear precoding technique with reasonable computational complexity that still achieves full spatial multiplexing and multiuser diversity gains, is ZF precoding. The ability of ZF to fully cancel out multiuser interference makes it useful for the high signal-to-noise ratio (SNR) regime. However, it performs far from optimal in the noise limited regime. It can only simultaneously serve to single antenna users equal to the number of transmit antennas at most. MMSE linear detector is able to achieve the near-optimal bit error rate (BER) performance for uplink multi-user massive MIMO systems due to the increase in the number of base station (BS) antennas. However, this detector involves matrix inversion with high complexity, especially when the number of users is large. In this paper, ZF and MMSE techniques are applied to a MIMO system, which are simulated under various configurations and the results are compared. The comparison shows that each technique has advantages and disadvantages, which can be used to determine the technique to be used for a given application.

Keywords: MIMO, Large Scale MIMO, New Generation, Mimo Detection, Channel

1 Introduction

The number of mobile users is dramatically increasing every year. Users crave faster Internet access and instant access to the multimedia services. In addition, the implementation of smart cities has reached stages wherein a dense and heterogeneous set of devices positioned over the urban area generates Exabytes of data to be exchanged [1]. Figure 1 shows an exponential growth in the mobile data traffic in 2015–2021 [2][3]. This calls for higher data rates, larger network capacity, higher spectral efficiency, higher energy efficiency, and better mobility [4].

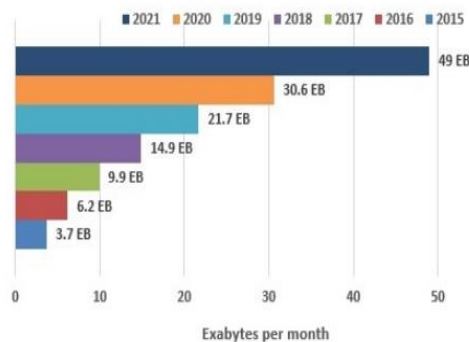


Figure 1 Global mobile data traffic forecast by 2021.

The exponential growth of MIMO systems has permitted for high data rate and a wide variety of applications. Some of the technologies which rely on these systems are IEEE 802.11, Third Generation (3G), Long Term Evolution (LTE) and Fifth Generation (5G) ones. Recent advances in wireless communication systems have contributed to the design of multi-user scenarios with MIMO communication. These communication systems are referred as multi-user MIMOs. Such systems are intended for the development of new generations of wireless mobile radio systems for future cellular radio standards. This paper provides an insight into multi-user MIMO systems and its detection techniques. Some of the main aspects of the MIMO communication are presented first. Then the basic concepts of MIMO communication are introduced. Thereafter, the MIMO system performances are evaluated. Then, the two common detection techniques called ZF and MMSE techniques are compared in details on the multi-user MIMO systems and the reader is provided a conceptual understanding with the multi-user MIMO technology with ZF and MMSE detection techniques and their simulation results.

2 MIMO Communication

2.1 Historical Overview

The MIMO systems [5][6] are studied in the literature in the area of communication as early as 1980's. In 1984, Jack Winters at Bell Laboratories wrote a patent on wireless communications using multiple antennas. Jack Winters presented a study of the fundamental limits on the data rate of multiple antenna systems in a Rayleigh fading environment [7]. In 1993, Arogyaswami Paulraj and Thomas Kailath proposed the concept of spatial multiplexing using MIMO [8]. Several articles which focused on MIMO concept were published in the period from 1986 to 1995 [9]. This was followed by the work of Greg Raleigh and Gerard Joseph Foschini in 1996, which proposed new approaches involving space time coding techniques. These approaches were proved to increase the spectral efficiency of MIMO systems [10]. In 1999, Thomas L. Marzetta and Bertrand M. Hochwald published an article [11] which provides a rigorous study on the MIMO Rayleigh fading link taking into consideration information theory aspects. The first commercial MIMO system was developed in 2001 by Iospan Wireless Inc [12][13]. Since 2006, several companies such as Broadcom and Intel have introduced a novel communication technique based on the MIMO technology for improving the performance of wireless Local Area Network (LAN) systems [14]. The new standard of wireless LAN systems is named IEEE 802.11n [15][16]. Nowadays, MIMO systems are implemented in many advanced technologies such as various standard proposals for the Fourth Generation (4G) of wireless communication systems, LTE and 5G technology [17][18]. MIMO technology was shown to boost the communication system capacity and to enhance the reliability of the communication link since it uses several diversity schemes beyond the spatial diversity [19].

2.2. Fundamentals of MIMO System

MIMO system model is depicted in Figure 2 where a communication system with N_T transmit antennas and N_R receive antennas is presented.

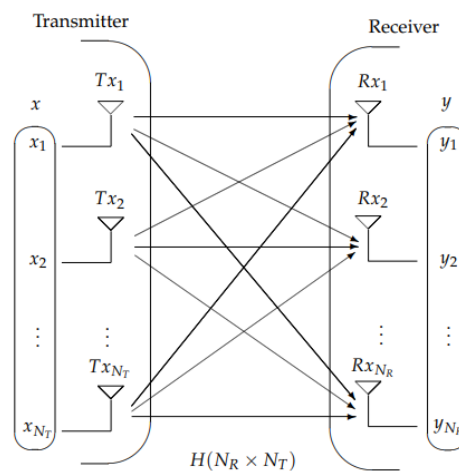


Figure 2 MIMO System Model.

The data is split into multiple data streams at the transmission point and recombined on the receiver side by another MIMO radio configured with the same number of antennas. The receiver is designed to take into account the slight time difference between receptions of each signal, any additional noise or interference, and even lost signals.

3 Detection Techniques for MIMO System

3.1 Zero Forcing

Zero-forcing (ZF) is the low complexity linear detection algorithm used to estimate the transmitted signal when the channel coefficients must be known at the receiver. This algorithm behaves as a linear filter separating different data streams and performs independently decoding on each stream. This detection algorithm relatively shows good results at high SNR and it has a very simple structure. The estimated signal using ZF detection is given as [20],

$$W_{ZF} = (H^H H)^{-1} H^H = H^+ \quad (1)$$

Where H^H the Hermitian of the channel matrix, Hermitian is used because the channel coefficients are complex.

The estimated transmitted symbol vector \hat{X}_{ZF} of the Zero forcing detection can be written as,

$$\hat{X}_{ZF} = W_{ZF} Y \quad (2)$$

Where W_{ZF} is the zero forcing equalization matrix, it is equivalent to Pseudo-inverse of the channel matrix H . The drawback of zero forcing receivers is noise amplification due to this it shows degraded performance of BER.

3.2 MMSE Detection

Minimum Mean Square (MMSE) is the linear estimator that minimizes the mean square error between the transmitted symbol and the estimated symbol at the receiver [9]. MMSE estimator mitigates ISI and also minimizes the noise that's why it is also known as an optimal detector. The equalization matrix for the MMSE detection is given as,

$$W_{MMSE} = \left(H^H H + \frac{P_N}{P_x} I \right)^{-1} H \quad (3)$$

Where,

W_{MMSE} is minimizing the mean square error [21]

$$E(\|W_{MMSE} Y - X\|^2),$$

H^H is the Hermitian of the channel matrix, Hermitian is used because the channel coefficients are complex.

P_n and P_x are the powers of the noise and the transmitted signal respectively.

I is the identity matrix of $n_{Tx} \times n_{Rx}$ (The number of transmitter and receiver antennas) dimension.

The estimated transmitted symbol vector \hat{X}_{ZF} of the Zero forcing detection can be written as,

$$\hat{X}_{MMSE} = \left(H^H H + \frac{P_n}{P_x} I \right)^{-1} H y \quad (4)$$

The above equation can be reduced as,

$$\hat{X}_{MMSE} = \left(H^H H + \frac{1}{SNR} I \right)^{-1} H y \quad (5)$$

Where SNR is the signal to noise ratio,

$$SNR = \frac{\text{Signalpower}(P_s)}{\text{Noisepower}(P_n)}, \text{ however at high SNR the MMSE approaches to ZF detection.}$$

4 Simulation Results And Analysis

In this section the simulated results are discussed which are conducted in MATLAB for the performance evaluation of the Linear MIMO detectors such as ZF and MMSE. The simulation parameters are given in *Table 1* for the MIMO system model. The channel is Rayleigh fading channel and the channel coefficients are complex Gaussian Random variables with zero mean.

Table 1. Simulation Parameters

SIMULATION PARAMETERS	
Parameters	Specifications
Number of Transmitting antennas	2, 4, 6 and 8
Number of Receiving Antennas	2, 4, 6 and 8
Data Symbols	24×104
Data Frame Length	2 to 8
Channel	Rayleigh fading
Noise	Additive White Gaussian Noise (AWGN)
Algorithm	MMSE, ZF
Digital Modulation Techniques	4-QAM, 8-QAM, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM
Signal to Noise Ratio (SNR)	0 to 30

The random bit sequence is generated then that is modulated with Quadrature Amplitude Modulation (QAM). The modulated signal is passed over a Rayleigh fading channel with the addition of Additive White Gaussian Noise (AWGN) noise. Linear MIMO detection is performed at the receiver. QAM symbols are demodulated and are converted into bits. The MIMO system performance is evaluated using BER vs SNR as indicated in figs. 3-6.

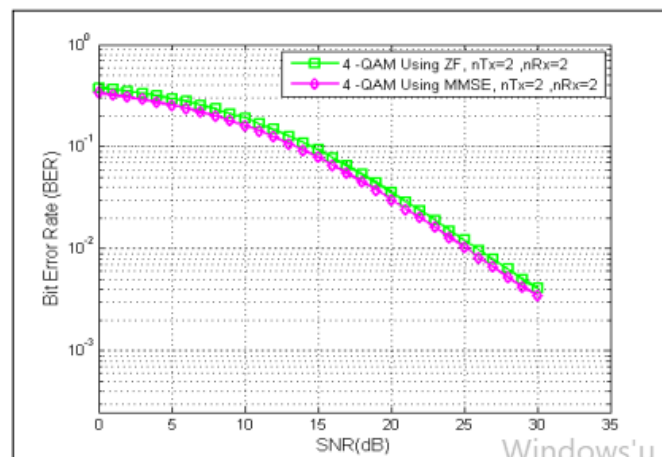


Figure 3 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers, nTx=nRx=2.

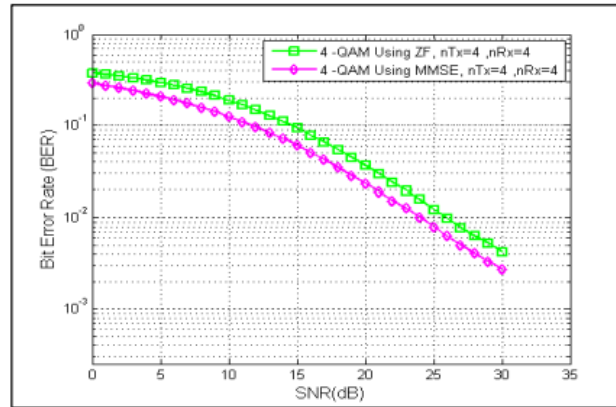


Figure 4 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers, $nTx=nRx=4$.

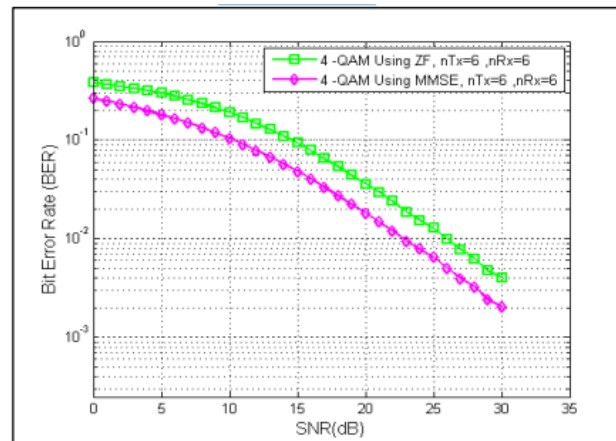


Figure 5 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers, $nTx=nRx=6$.

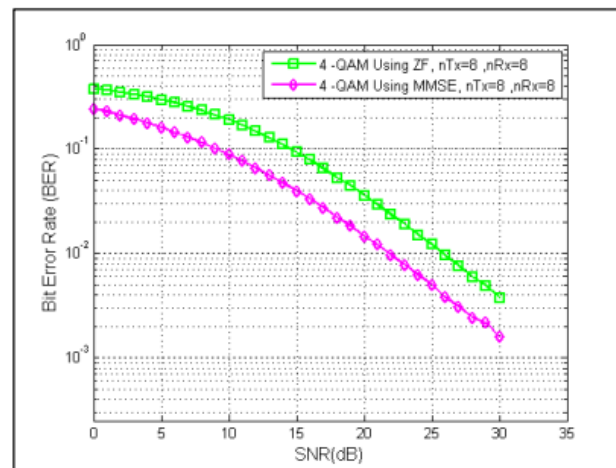


Figure 6 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers, $nTx=nRx=8$.

The performances of ZF and MMSE receivers for various MIMO configurations are evaluated. The modulation technique used in Figure 3 to figure 6 is 4-QAM modulation. It can be seen in figure 3 for MIMO system with two transmitting and receiving antennas MMSE shows 1dB better performance than ZF at 10⁻² BER point. It is also noted that the MMSE detector performance is close to the ZF detector. On the other hand in figure 4 at 10⁻² BER point MMSE performance is 2dB better than ZF, while for 6×6 MIMO system configuration in figure 5 the MMSE shows 3dB better performance than ZF at the same BER point. In figure 6 at the BER point of 10⁻² MMSE shows 4db improved performance than the ZF. Comparing figures 3- 6, it becomes clear that the MMSE receiver performance is better for each of the MIMO system configuration. It is also obvious that the MMSE performance is improving more by the increase in number of transmitting and receiving antennas however increasing number of antennas

has a negligible effect on the performance of ZF receiver. Therefore as the number of transmitting and receiving antenna is increased in the MIMO system with the QAM modulation scheme, the performance of ZF and MMSE receiver also increases.

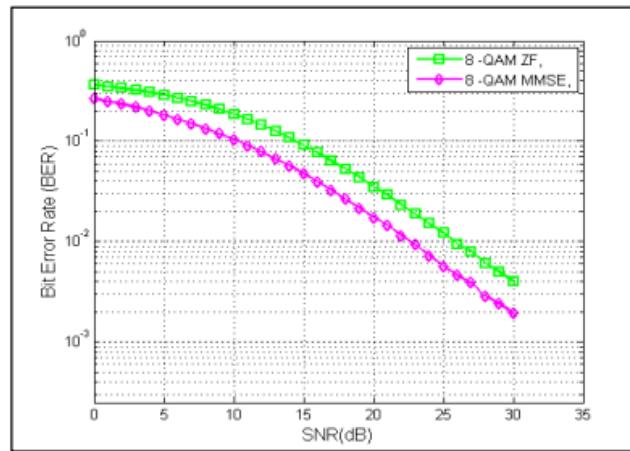


Figure 7 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers for 8-QAM modulation.

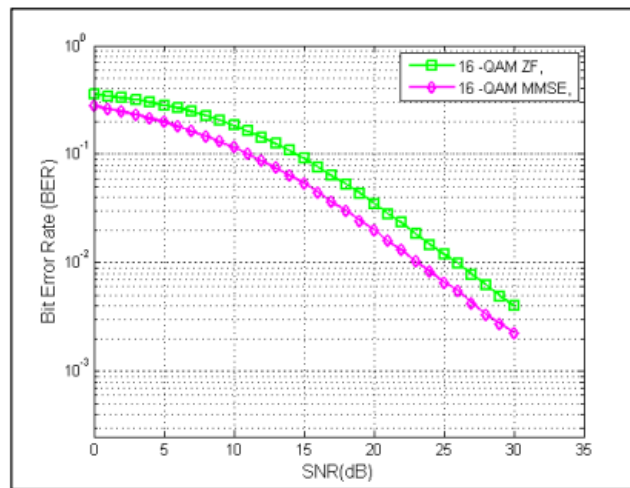


Figure 8 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers for 16-QAM modulation.

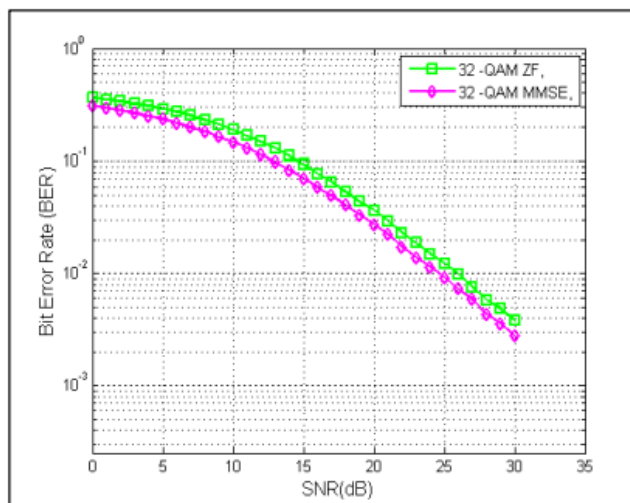


Figure 9 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers for 32-QAM modulation.

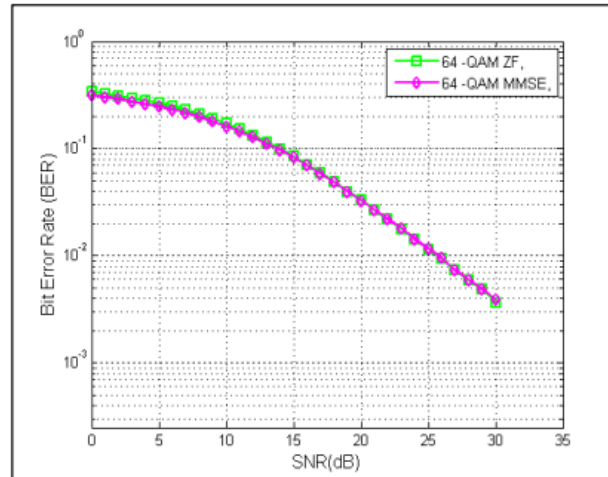


Figure 10 Performance Comparison of MMSE and ZF receivers for 64-QAM modulation.

Figures 7-10 shows the simulation results for Linear MIMO receivers with 8-QAM, 16-QAM, 32-QAM and 64-QAM. Here, the number of transmitting and receiving antennas are 4, that is, the performance is analyzed for 4×4 MIMO system configuration over Rayleigh fading channel. From figures 7- 10, it is observed that MMSE receiver has better performance than ZF. However the ZF receiver shows a similar pace as the MMSE receiver with the increase in the constellation size.

5 Conclusion

In this paper, the MIMO communication systems are simulated and their performance are analyzed under different configurations. The analysis is based on the detection techniques ZF and MMSE. It is found that the performance of MMSE algorithm is generally better than ZF. It is also seen that both receivers has similar performance with the increase in the constellation size, since the power of the transmitted signal and the data rate increase with increasing constellation size.

References

- [1] E. Bjornson, E. G. Larsson, and T. L. Marzetta, "Massive MIMO: ten " myths and one critical question," IEEE Commun. Mag., vol. 54, no. 2, pp. 114–123, February 2016.
- [2] "Cisco visual networking index: global mobile data traffic forecast update, 2015-2020," White Paper, pp. 1–39, February 2016.
- [3] "Cisco visual networking index: global mobile data traffic forecast update, 2016-2021," White Paper, pp. 1–35, February 2017.
- [4] M. A. M. Albreem, "5G wireless communication systems: Vision and challenges," in Proc. Int. Conf. on Computers, Commun., and Contr. Technol., April 2015, pp. 493–497.
- [5] Ben Zid, M., Raoof, K. and Bouallègue, A. (2012). MIMO Systems and Cooperative Networks Performances, in: Advanced Cognitive Radio Network, Scientific Research Publishing, ISBN: 193–506–874–1.
- [6] Raoof, K. and Zhou, H. (2009). Advanced MIMO systems, Scientific Research Publishing, ISBN:978–1–935068–02–0.
- [7] Winters, J.H. (1987). On the capacity of radio communication systems with diversity in a Rayleigh fading environment, IEEE Journal on Selected Areas in Communications Vol. 5(No. 5): 871–878
- [8] Sampath, Hemanth; et al. (2002). "A fourth-generation MIMO-OFDM broadband wireless system: design, performance, and field trial results". IEEE Communications Magazine. 40(9): 143–149. [CiteSeerX 10.1.1.4.7852](https://doi.org/10.1109/MCOM.2002.1031841). doi:10.1109/MCOM.2002.1031841.
- [9] Telatar, I. E.(1995). Capacity of multi-antenna Gaussian channels, European Transactions on Telecommunications Vol. 10(No. 6): 585–595.
- [10] Foschini GJ, "Layered space-time architecture for wireless communication in a fading environment when using multi-element antennas", Bell labs technical journal. Vol. 1, Issue 2, pp. 41-59, 1996.
- [11] Marzetta, T. L. and Hochwald, B. M. (1999). Capacity of a mobile multiple-antenna communication link in Rayleigh flat fading, IEEE Transactions on Information Theory Vol. 45(No. 1): 139–157.
- [12] Sampath, Hemanth; et al. (2002). "A fourth-generation MIMO-OFDM broadband wireless system: design, performance, and field trial results". IEEE Communications Magazine. 40(9): 143–149. [CiteSeerX 10.1.1.4.7852](https://doi.org/10.1109/MCOM.2002.1031841). doi:10.1109/MCOM.2002.1031841.

- [13] Prasad, Ramjee; et al., eds. (2011). Globalization of Mobile and Wireless Communications: Today and in 2020. Springer. pp. 115. ISBN 978-9-400-70106-9.
- [14] Gardner, W. David (13 October 2010). "Broadcom to Acquire Beceem for \$316 Million". InformationWeek. UBM Tech. Archived from the original on 28 November 2013. Retrieved 28 October 2013.
- [15] Doufexi, Angela; et al. (2002). "A comparison of the HIPERLAN/2 and IEEE 802.11 a wireless LAN standards" (PDF). *IEEE Communications Magazine*. 40 (5): 172–180. doi:10.1109/35.1000232. hdl:1983/129. Archived from the original (PDF) on 3 December 2013. Retrieved 27 October 2013.
- [16] Vassis, Dimitris; et al. (2005). "The IEEE 802.11 g standard for high data rate WLANs". *IEEE Network*. 19 (3): 21–26. CiteSeerX 10.1.1.131.8843. doi:10.1109/MNET.2005.1453395. S2CID 9141921.
- [17] Kevin Fitchard (13 December 2011). "Clearwire green-lights LTE build by raising \$734 million". *GIGAOM.com*. GIGAOM. Retrieved 28 October 2013.
- [18] Alabaster, Jay (20 August 2012). "Japan's NTT DoCoMo signs up 1 million LTE users in a month, hits 5 million total". *Network World*. IDG. Retrieved 29 October 2013.
- [19] Steven J. Vaughan-Nichols (21 June 2013). "Gigabit Wi-Fi: 802.11ac is here: Five things you need to know". *zdnet.com*. CBS Interactive. Retrieved 29 October 2013.
- [20] Bhasker Gupta and Davinder S.Saini, "BER Performance Improvement in MIMO Systems Using Various Equalization Techniques", 2012 2nd IEEE International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing.
- [21] S. M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing: Estimation Theory*. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall, 1993.

ARA-ISITMASIZ TERMİK GÜÇ SİSTEMİNDE GRİ KURT OPTİMİZASYONU KULLANILARAK OTOMATİK ÜRETİM KONTROLÖR TASARIMI

Özay Can

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi / Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü
ozay.can@erdogan.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1802-3502

Ali Öztürk

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği
ali.ozturk@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3609-3603

Özet

Güç sistemlerinde, tüketiciler tarafından talep edilen yük miktarı arttıkça sistem frekansı düşmekte iken yük miktarının azalması durumunda frekans artmaktadır. Bu nedenle, üretim ve tüketim arasında denge kurarak sistem frekansını ve bağlantı hattı güç değişimlerini belirlenen değerler arasında tutma işlemi için otomatik üretim kontrolü (AGC) veya yük frekans kontrolü (LFC) adı verilen bir kontrolör süreci gerekmektedir. Bu çalışmada, iki alanlı ara-ısıtmasız termik güç sisteminde LFC işlemi için kullanılan PID kontrolörün parametrelerinin Gri Kurt Optimizasyonu (GWO) algoritması yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Alan-1 ve alan-2’de meydana gelen yük değişimlerine göre PID, PI ve I kontrolörlerin performansları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, GWO ayarlı PID kontrolörün, sistem frekansının ve bağlantı hattı güç değişimlerinin aşma değerleri ve oturma süresi bakımından diğer kontrolörlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ara-Isıtmasız Termik Sistem, Gri Kurt Optimizasyonu, Yük Frekans Kontrolü, PID Kontrolör, Frekans Değişimi.

DESIGN OF AUTOMATIC GENERATION CONTROLLER USING GREY WOLF OPTIMIZATION IN NON-REHEAT POWER SYSTEM

Abstract

In power systems, as the load demanded by the consumers increases, the system frequency decreases, while the frequency increases when the load decreases. Therefore, a controller process called automatic generation control (AGC) or load frequency control (LFC) is required in order to keep the system frequency and tie-line power deviations within the determined values by balancing between generation and consumption. In this study, it is aimed to determine the parameters of the PID controller used for LFC in a two-area non-reheat thermal power system using the Grey Wolf Optimization (GWO) algorithm. The performances of PID, PI and I controllers were tested under the load changes in area-1 and area-2. The results show that the GWO tuned PID controller gives better results than other controllers in terms of overshoot values and settling time of system frequency and tie-line power variations.

Keywords: Non-Reheat Power System, Grey Wolf Optimization, Load Frequency Control, PID Controller, Frequency Deviation.

1. GİRİŞ

Güç sistemlerindeki temel prensip, tüketicilere kabul edilebilir seviyelerde kaliteli ve güvenli elektrik enerjisi sağlamaktır. Elektrik enerjisinin yüksek kapasitelerde depolanması mümkün olmadığı için, üretilen ve tüketilen güç arasında bir denge olması gerekmektedir. Dünyadaki hızlı sanayileşme sonucu talep edilen enerji ihtiyacının günden güne artması, üretim ile tüketim arasında denge sağlanması işlemini daha zor hale getirmektedir. Bir güç sisteminin kararlılığını belirleyen en önemli parametrelerden biri frekanstır. Güç sistemlerinde, üretim ve tüketim arasındaki uyumsuzluk olması durumunda sistem frekansı ve bağlantı hattı güç değişimi nominal değerinden sapma göstermektedir. Yük frekans kontrolü (LFC) veya otomatik üretim kontrolü (AGC) olarak adlandırılan kontrolör sürecinin amacı, tüketici talepleri veya başka bozucu etkenler nedeniyle sapma gösteren sistem frekansı ve bağlantı hattı güç değişimini belirlenen değerler arasında tutmaktır (Saadat, 1999), (Kundur, 1999).

Enterkonnekte güç sistemleri, birbirleriyle uyum içinde çalışan çeşitli birimlerden meydana gelmektedir. Bu sistemin kararlı bir şekilde çalışması üretim ve tüketim arasında denge sağlanmasıyla mümkündür. Üretilen güç ile tüketiciler tarafından talep edilen güç arasında bir uyumsuzluk olduğunda sistem frekansında bir değişim meydana gelmektedir. Üretimden tüketimden büyük olması durumunda sistem frekansı artarken tersi durumda ise sistem frekansı azalmaktadır. Sistem frekansında meydana gelen bu değişimin değerinin çok büyük değerlerde olması sistemde ciddi problemlere yol açabileceği için bu değişimin mümkün olan en kısa sürede belirlenen sınırlar arasına getirilmesi önem arz etmektedir.

Basit yapısı ve daha az hesaplama ihtiyacı gibi avantajları nedeniyle, klasik oransal – integral – türev (PID) kontrolörler AGC işleminde çokça tercih edilmektedirler. Kontrolör parametrelerinin belirlenmesi AGC işleminin performansında büyük etkiye sahiptir. Bu nedenle, araştırmacılar kontrolör parametrelerinin belirlenmesi amacıyla Bakteri Arama Algoritması (BFA) (Civelek ve ark., 2018), Denge Optimizasyonu (EOA) (Agwa, 2020), Çekirge Algoritması (GOA) (Lal ve ark., 2018), Genetik Algoritma (GA) (Abd-Elazim ve Ali, 2018), Ateşböceği Algoritması (FA) (Abd-Elazim ve Ali, 2018), Güve Algoritması (MFO) (Mohanty ve Panda, 2021), Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) (Davtalab ve ark., 2020), Karga Arama Algoritması (KAA) (Babu ve ark., 2021), (Babu ve ark., 2021), Salp Sürü Algoritması (SSA) (Sharma ve ark., 2021), Sinüs Kosinüs Algoritması (SCA) (Guha ve ark., 2020), Jaya Algoritması (JA) (Sharma ve ark., 2021) gibi zekâ tabanlı optimizasyon teknikleri kullanmıştır.

Bu çalışmada, iki alanlı ara-ısıtmasız termik güç sisteminde AGC işlemi için PID kontrolör parametrelerinin Gri Kurt Optimizasyonu (GWO) kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Amaç fonksiyonu olarak mutlak ortalama hata (IAE) kullanılmıştır ve simülasyon sonuçları MATLAB/SIMULINK ortamında sunulmuştur. Amaçlanan GWO ayarlı PID kontrolörün performansı PI ve I gibi klasik kontrolörlerle kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar, PID kontrolörün sistem frekansında meydana gelen değişimin aşma değeri ve oturma süresi bakımından diğer kontrolörlere göre daha iyi performans sağladığını göstermiştir. Bu çalışma ile, iki alanlı ara-ısıtmasız termik bir güç sisteminde AGC işlemi için PID kontrolör parametrelerinin belirlenmesi amacıyla GWO güvenilir alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir.

2. İKİ ALANLI GÜÇ SİSTEMİ

Çalışmada kullanılan iki alanlı ara-ısıtmasız termik güç sisteminin MATLAB/SIMULINK modeli Şekil 1’de gösterilmiştir. İki alanlı güç sistemini meydana getiren bileşenlerin matematiksel modelleri aşağıda verilmiştir.

Türbin:

$$G_T(s) = \frac{K_T}{1+sT_T} \quad (1)$$

Governor:

$$G_G(s) = \frac{K_G}{1+sT_G} \quad (2)$$

Güç Sistemi:

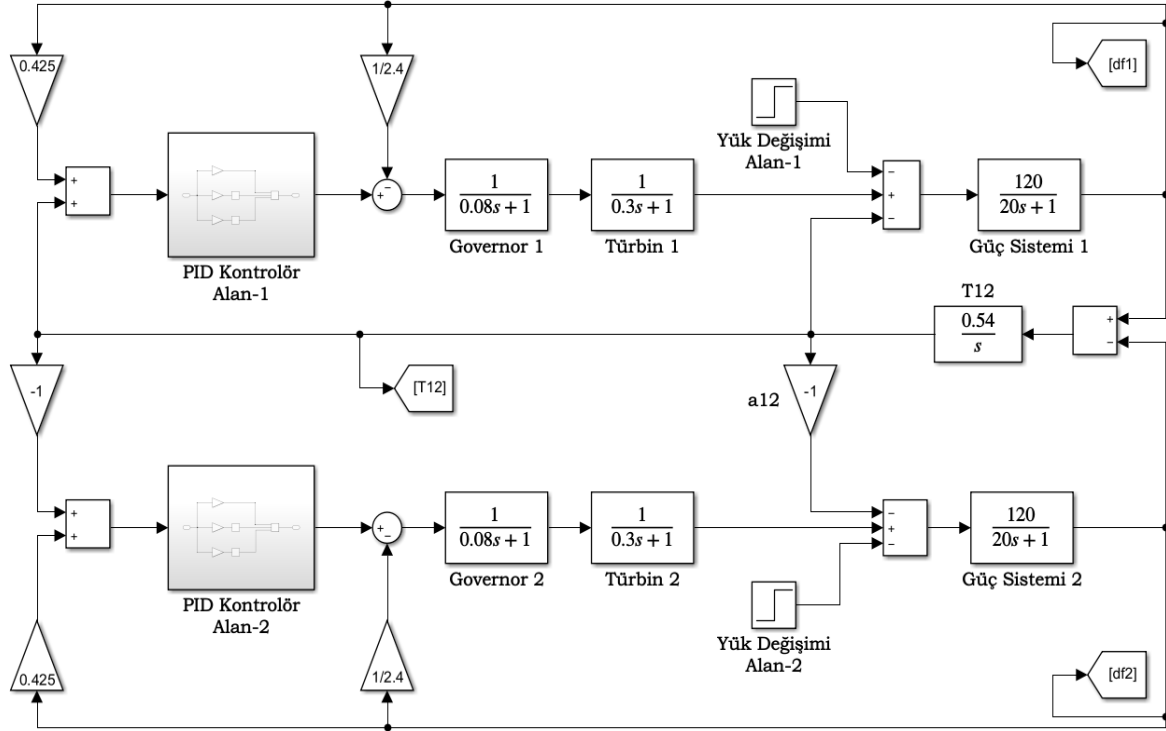
$$G_{PS}(s) = \frac{K_{PS}}{1+sT_{PS}} \quad (3)$$

Çalışmada kullanılan iki alanlı ara-ısıtmasız termik güç sisteminde bulunan bileşenlerin parametreleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Sistem parametreleri [4]

Parametre	Değer
K_T (Türbin kazancı)	1
T_T (Türbin zaman sabiti)	0,3 sn
K_G (Governor kazancı)	1
T_G (Governor zaman sabiti)	0,08 sn

K_{PS} (Güç sistemi kazancı)	120 Hz/pu.MW
T_{PS} (Güç sistemi zaman sabiti)	20 sn
T_{12} (Bağlantı hattı faktörü)	0,545
B (Frekans bias faktörü)	0,425
R (Regülasyon faktörü)	2,4 Hz/pu.MW



Şekil 1. Güç sisteminin MATLAB/SIMULINK modeli

3. PID KONTROLÖR

Çalışmada kullanılan PID kontrolörün transfer fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$G_C(s) = K_P + \frac{K_I}{s} + K_D s \quad (4)$$

Burada; K_P , K_I ve K_D sırasıyla kontrolörün oransal, integral ve türev kazançlarını ifade etmektedir. Optimizasyon problemi çözümlenirken minimum ve maksimum sınırlar $[-1,1]$ olmak üzere aşağıdaki kısıtlar dikkate alınmalıdır.

$$\begin{aligned} K_{Pmin} &\leq K_P \leq K_{Pmak} \\ K_{Imin} &\leq K_I \leq K_{Imak} \\ K_{Dmin} &\leq K_D \leq K_{Dmak} \end{aligned}$$

Alan kontrol hatası (ACE) olarak adlandırılan ve optimizasyon tekniği yardımıyla kontrolün parametreleri belirlenerek azaltılması hedeflenen giriş sinyali alan-1 ve alan-2 için aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$ACE_1 = B_1 \Delta F_1 + \Delta P_{tie} \quad (5)$$

$$ACE_2 = B_2 \Delta F_2 + \Delta P_{tie} \quad (6)$$

Burada; ΔF_1 alan-1 için frekans değişimini, ΔF_2 alan-2 için frekans değişimini, ΔP_{tie} bağlantı hattı güç değişimini ifade etmektedir.

Amaç fonksiyonu olarak kullanılan IAE aşağıdaki eşitlikle gösterilmektedir.

$$IAE = \int_0^{\infty} (|\Delta F_1| + |\Delta F_2| + |\Delta P_{tie}|) \cdot dt \quad (7)$$

4. GRİ KURT OPTİMİZASYONU (GWO)

PID kontrolörün parametrelerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan Gri Kurt Optimizasyonu (GWO) yöntemi 2014 yılında Mirjalili tarafından gri kurtların avlanma sürecini taklit ederek geliştirilen bir optimizasyon tekniğidir (Mirjalili ve ark., 2014).

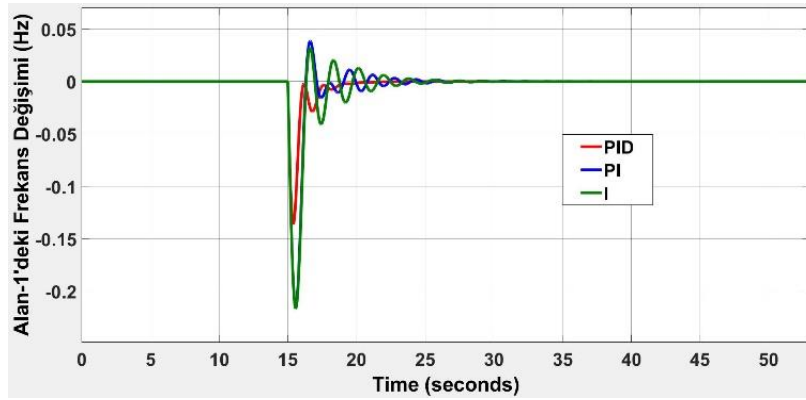
Gri kurtlar alfa, beta, omega ve delta olmak üzere dört farklı grupta sınıflandırılırlar. Alfa kurtlar, gruptaki avlanma sürecini yöneten lider kurtur. Beta kurtlar ise alfa kurtların yardımcısı olarak görev alırlar. Grup hiyerarşisinde üçüncü grupta delta kurtlar yer alırken tüm bunların dışında kalan kurtlar ise omega kurtlardır. Avlanma süreci, izleme, çevreleme ve ava saldırma olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Optimizasyon sürecinde, en iyi çözümler alfa kurtlar tarafından temsil edilmektedir. Diğer kurtların konumları alfa kurtlara göre güncellenerek ava ulaşmak amaçlanmaktadır.

5. SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

Çalışmada kullanılan optimizasyon tekniğinin ve kontrolörün etkinliğini incelemek amacıyla alan-1 ve alan-2'de meydana gelen yük değişimleri gibi durumlar için MATLAB/SIMULINK ortamında simülasyonlar gerçekleştirilmiştir.

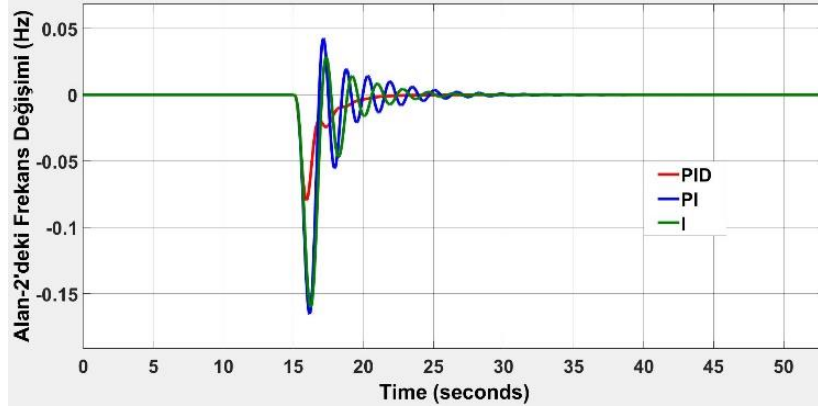
5.1. Alan-1'de 0,1 pu Yük Değişimi

Simülasyonun 15. saniyesinde alan-1'de meydana gelen 0,1 pu'lık yük değişimi sonucunda alan-1 için frekans değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, PID kontrolör sistem frekans değişiminin aşma değeri ve bu değişimin oturma süresi bakımından PI ve I kontrolörlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. PID kontrolör kullanılması durumunda negatif aşma yaklaşık 0,14 Hz değerinde iken pozitif aşma değeri bulunmamaktadır. Ek olarak, frekans değişiminin oturma süresi 9 sn civarındadır.



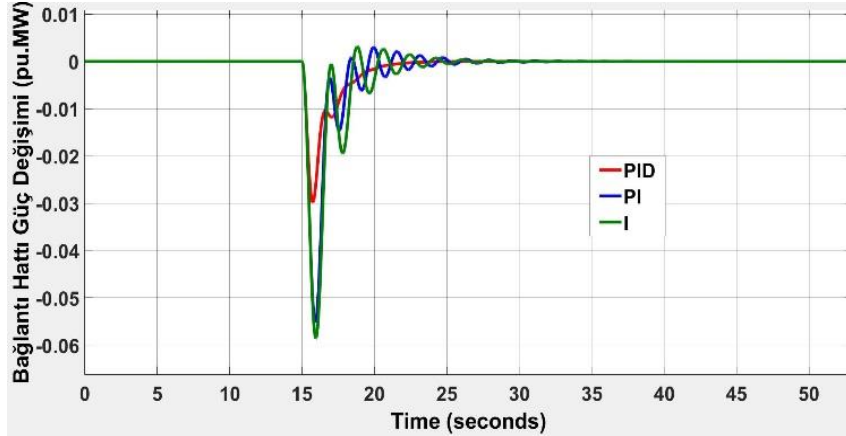
Şekil 2. Alan-1'deki frekans değişimi

Alan-2'de meydana gelen frekans değişimi ise Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, alan-1'deki değişime benzer olarak, PID kontrolör sistem frekans değişiminin aşma değeri ve bu değişimin oturma süresi bakımından PI ve I kontrolörlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. PID kontrolör kullanılması durumunda negatif aşma yaklaşık 0,08 Hz değerinde iken pozitif aşma değeri bulunmamaktadır. Bunun yanısıra frekans değişiminin oturma süresi 8 sn civarındadır.



Şekil 3. Alan-2'deki frekans değişimi

Alan-1'de meydana gelen yük değişimi sonucu bağlantı hattı güç değişimi Şekil 4'te gösterilmiştir. PID kontrolör bağlantı hattı güç değişiminin aşma değeri ve bu değişimin oturma süresi bakımından PI ve I kontrolörlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. PID kontrolör kullanılması durumunda negatif aşma yaklaşık 0,03 pu.MW değerinde iken pozitif aşma değeri bulunmamaktadır. Ek olarak, bağlantı hattı güç değişiminin oturma süresi 7 sn civarındadır.



Şekil 4. Bağlantı hattı güç değişimi

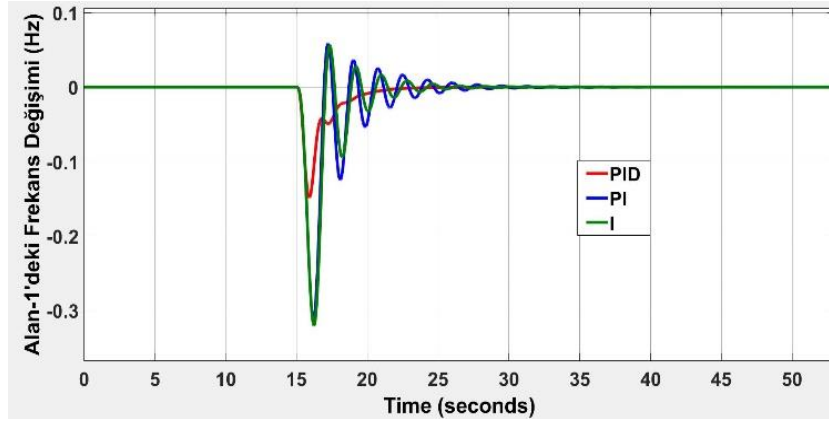
Optimizasyon işlemi sonucunda, alan-1'deki 0,1 pu yük değişimi için elde edilen kontrolör kazançları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Elde edilen kontrolör kazançları

Kazanç	PID	PI	I
K_{P1}	-0,834	-0,019863	---
K_{I1}	-1	-0,72689	-0,64104
K_{D1}	-0,23989	---	---
K_{P2}	-0,28356	-0,70986	---
K_{I2}	-0,018729	0,10057	0,06055
K_{D2}	-0,29625	---	---

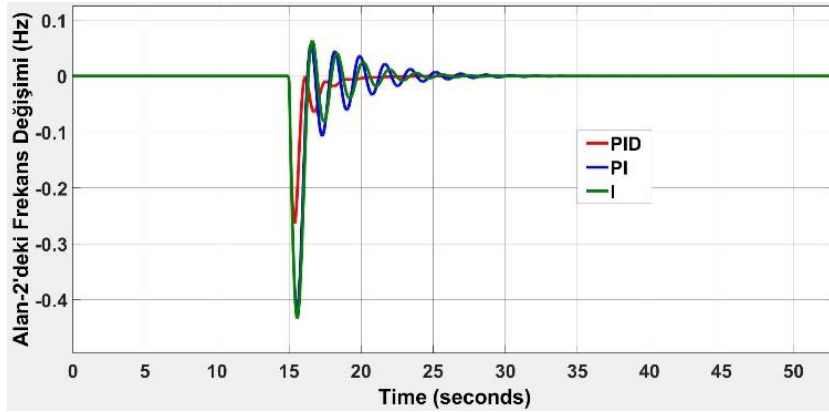
5.2. Alan-2'de 0,2 pu Yük Değişimi

Alan-1'deki yük değişimine benzer olarak, simülasyonun 15. saniyesinde alan-2'de meydana gelen 0,2 pu'lık yük değişimi sonucunda alan-1 için frekans değişimi Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, PID kontrolör sistem frekans değişiminin aşma değeri ve bu değişimin oturma süresi bakımından PI ve I kontrolörlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. PID kontrolör, yaklaşık 0,12 Hz değerinde negatif aşma sağlarken pozitif aşma değeri bulunmamaktadır. Ek olarak, frekans değişiminin oturma süresi 8 sn civarındadır.



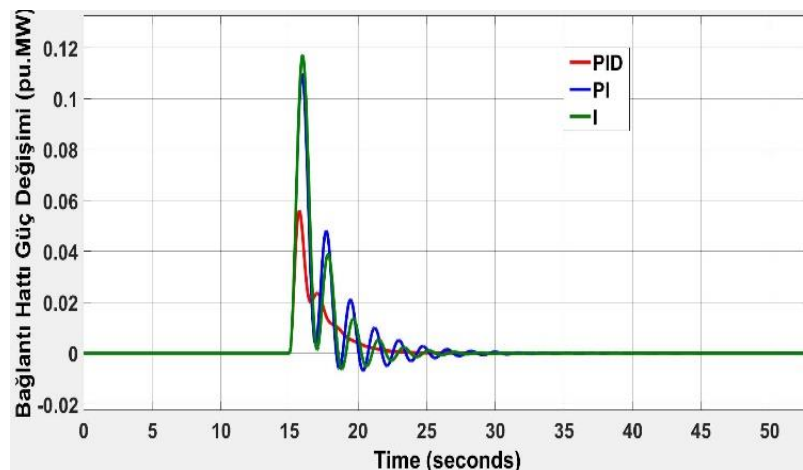
Şekil 5. Alan-1'deki frekans değişimi

Alan-2'de meydana gelen frekans değişimi ise Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, alan-1'deki değişime benzer olarak, PID kontrolör sistem frekans değişiminin aşma değeri ve bu değişimin oturma süresi bakımından PI ve I kontrolörlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. PID kontrolör, yaklaşık 0,23 Hz değerinde negatif aşma sağlarken pozitif aşma değeri bulunmamaktadır. Ek olarak, frekans değişiminin oturma süresi 6 sn civarındadır.



Şekil 6. Alan-2'deki frekans değişimi

Alan-2'de meydana gelen yük değişimi sonucu bağlantı hattı güç değişimi Şekil 7'de gösterilmiştir. PID kontrolör bağlantı hattı güç değişiminin aşma değeri ve bu değişimin oturma süresi bakımından PI ve I kontrolörlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. PID kontrolör, yaklaşık 0,059 pu.MW değerinde pozitif aşma sağlarken negatif aşma değeri bulunmamaktadır. Bunun yanısıra bağlantı hattı güç değişiminin oturma süresi 7 sn civarındadır.



Şekil 7. Bağlantı hattı güç değişimi

Optimizasyon işlemi sonucunda, alan-2'deki 0,2 pu yük değişimi için elde edilen kontrolör kazançları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Elde edilen kontrolör kazançları

Kazanç	PID	PI	I
K_{P1}	-0,16435	-0,14562	---
K_{I1}	-0,52045	-0,1215	0,058462
K_{D1}	-0,3671	---	---
K_{P2}	-1	-0,11669	---
K_{I2}	-1	-0,61772	-0,63861
K_{D2}	-0,25223	---	---

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, iki alanlı ara-ısıtmasız termik güç sisteminde AGC için PID parametrelerinin GWO ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan optimizasyon yönteminin ve kontrolörün performansı sistemde bulunan her iki alanda meydana gelen yük değişimleri altında incelenmiştir. MATLAB/SIMULINK ortamında gerçekleştirilen simülasyon sonuçları GWO ayarlı PID kontrolörün frekans ve bağlantı hattı güç değişimlerinin aşma değerleri ve bu değişimlerin oturma süresi bakımından PI ve I kontrolörlere göre daha iyi performans sağladığını göstermiştir. PID kontrolör, farklı çalışma koşulları altında daha hızlı oturma süresi ve daha az aşma değeri sağladığı için sistemin kararlı çalışmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, mevcut sistemde AGC için GWO ayarlı PID kontrolör güvenilir alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir.

KAYNAKLAR

- ABD-ELAZIM, S. M. and ALI, A. S. (2018), Load frequency controller design of a two-area system composing of PV grid and thermal generator via firefly algorithm, *Neural Computing and Applications*, 30(2), 607–616.
- AGWA, M. A. (2020), Equilibrium optimization algorithm for automatic generation control of interconnected power systems, *Przełqd Elektrotechniczny*, 96(9), 143–148.
- BABU, N. R. SAIKIA, L. C. BHAGAT, S. K. RAMOJI, S. K. RAJA, D. BEHERA, M. K. (2021), Impact of Wind System and Redox Flow Batteries on LFC Studies under Deregulated Scenario, in *2020 3rd International Conference on Energy, Power and Environment: Towards Clean Energy Technologies*, pp. 1-6.
- BABU, N. R. SAIKIA, L. C. BHAGAT, S. K. SAHA, A. (2021), Maiden application of hybrid crow-search algorithm with particle swarm optimization in LFC studies, in *Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence and Applications* (pp. 427-439). Springer, Singapore.
- CİVELEK, Z. GOREL, G. LUY, M. BARISCI, N. CAM, E. (2018), Effects on Load-Frequency Control of a Solar Power System with a Two-Area Interconnected Thermal Power Plant and its Control with a New BFA Algorithm, *Elektronika ir Elektrotehnika*, 24(6), 3–10.
- DAVTALAB, S. TOUSI, B. and NAZARPOUR, D. (2020), Optimized intelligent coordinator for load frequency control in a two-area system with PV plant and thermal generator, *IETE Journal of Research*, 1–11.
- GUHA, D. ROY, P. K. BANERJEE, S. PADMANABAN, S. BLAABJERG, F. CHITTATHURU, D. (2020), Small-signal stability analysis of hybrid power system with quasi-oppositional sine cosine algorithm optimized fractional order PID controller, *IEEE Access*, 8(1), 55971–55986.
- KUNDUR, P. (1999), *Power System Stability and Control*, New York, USA: Mc-Graw-Hill.
- LAL, D. K. BARISAL, A. K. TRIPATHY, M. (2018), Load Frequency Control of Multi Area Interconnected Microgrid Power System using Grasshopper Optimization Algorithm Optimized Fuzzy PID Controller, in *2018 Recent Advances on Engineering, Technology and Computational Sciences (RAETCS)*.
- MIRJALILI, S. MIRJALILI, S. M. LEWIS, A. (2014), Grey wolf optimizer, *Advances in engineering software*, 69, 46–61.
- MOHANTY, D. and PANDA, S. (2021), Moth flame optimization based fractional order controller for frequency regulation of hybrid power system with UC and UPFC, in *1st International Conference on Power Electronics and Energy*.
- SAADAT, H. (1999), *Power System Analysis*, New York, USA: Mc-Graw-Hill.
- SHARMA, M. PRAKASH, S. SAXENA, S. DHUNDHARA, S. (2021), Optimal Fractional-Order Tilted-Integral-Derivative Controller for Frequency Stabilization in Hybrid Power System Using Salp Swarm Algorithm, *Electric Power Components and Systems*, 48(18), 1912–1931.

SHARMA, G. KRISHNAN, N. ARYA, Y. PANWAR, A. (2021), Impact of ultracapacitor and redox flow battery with JAYA optimization for frequency stabilization in linked photovoltaic-thermal system, *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 31(5).

DERİN (DEEP) WEB FARKINDALIK ANALİZİ

Zuhal DEMİRER

Detaysoft, Yazılım Mühendisi, İstanbul
zuhalldemirerr@gmail.com

Serdar BİROĞUL

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Düzce
serdarbirogul@duzce.edu.tr

Özet

Bu çalışmada derin (deep) web farkındalığının tespiti anket yöntemiyle analiz edilmeye çalışılmıştır. Bunun için 40 soruluk anket hazırlanmış ve bu anket web ortamından herkese açık şekilde sunulmuştur. Ankete katılanların %83'ü aktif olarak üniversite öğrencisi, %17'i öğrenci olmayan kişilerden oluşan toplam 196 kişi üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Buradan edinilen bilgiler sayesinde doğru olarak bilinen yanlışlar ve insanların bu konuya olan ilgileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deep web, farkındalık, internet tarayıcı

Deep Web Awareness Analysis

Abstract

In this study, the detection of deep web awareness has been tried to be analyzed by the survey method. For this process a questionnaire of 40 questions was presented on the web to every participants. Evaluations were made on a total of 196 people, whom 83% were university students and 17% were non-students. It has been tried to determine the known common mistakes and people's interest in this subject.

Keywords: Deep web, awareness, web browser

1.Giriş

Günümüzde internet hemen hemen herkesin kullandığı ve ihtiyaç duyduğu bir iletişim protokolüdür. Her bireyin interneti kullanım amacı birbirinden farklı olsa da herkes bir amaç doğrultusunda internete girmektedir. Kimileri interneti eğlence aracı olarak görürken, kimi insanlar araştırma aracı olarak değerlendirmektedir. Tüm bunların haricinde bir de internetin farklı bir boyutu bulunmaktadır. Çeşitli yasadışı içeriğin bulunduğu, kimi zaman insanın duyunca inanamayacağı suçların işlendiği bu kısım Deep Web olarak isimlendirilmiştir. Ortaya çıkışında aslında sadece gizliliği amaçlamış olsa da insanların çeşitli kullanım amacından dolayı, suç işleme ortamı olarak düşünülmektedir. Deep Web'e erişim, günlük hayatta kullanılan tarayıcılar üzerinden aranılan her sorunun cevabını almak kadar kolay değildir. Çeşitli tarayıcılar, ağlar ve uygulamalar gerektirmektedir.

Bu çalışmada deep web farkındalığının tespiti anket yöntemiyle analiz edilmeye çalışılmıştır. Bunun için 40 soruluk anket hazırlanmış ve bu anket web ortamından herkese açık şekilde sunulmuştur. Ankete katılanların %83'ü aktif olarak üniversite öğrencisi, %17'i öğrenci olmayan toplam 196 kişi üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Bu farkındalık anketinin değerlendirmesine geçilmeden önce deep web ve dark web'in ne olduğu kısaca sonraki bölümlerde anlatılmıştır. Bu kavramların anlatılmasından sonra anket sonuçlarında öne çıkan unsurlar belirtilmiş ve sonuç bölümünde de yanlış bilinen bilgilerin neler olduğu ve bunların doğrusunun neler olduğu vurgulanmıştır.

2.Deep Web ve Dark Web

Türkçe karşılığı Derin İnternet olan Deep Web, temel anlamda kullanıcılar tarafından açık bir şekilde hizmet sağlayan arama motorları yardımıyla erişim sağlanamayacak sitelerin bulunduğu sanal bir alandır. Kullanıcılar internette herhangi bir şey aramak istediğinde veya bir bilgiye erişmek istediğinde internetin görünen kısmı olan Surface Web'i, yani diğer adıyla Visible Web'i kullanmaktadır. İnternetteki arama işlemleri çeşitli tarayıcılar yardımıyla yapılmaktadır. Bu tarayıcılardan en bilinen ve

kullanılanları Google Chrome, Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox, Yandex, Safari olarak sıralanabilir. İnternet kullanıcıları bu tarayıcılar ile her siteye erişim sağlayabileceklerini düşünmektedir. Fakat aslında erişilemeyen siteler erişim yapılabilenlere göre kat kat daha fazladır. Tüm bu gizli olan, erişimin olmadığı sitelerin tümüne “Deep Web” denilmektedir. Deep Web, kullanıcıların kullandığı normal internete göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların nedeni aslında gizlilik esasına dayanmaktadır. Deep Web’e erişim yapmak için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. DeepWeb’de siteler dinamik içeriklerden oluşur ve arama motorları bu dinamik içerikli siteleri takip edemez [1]. Deep Web ortamında yapılan işlemlerin kim tarafından gerçekleştirildiği, kullanıcıların IP adresleri gibi bilgiler bilinmemektedir. Kullanıcıların anonimliğini sağlayan unsur, giriş yaptıkları ağ veya kullandıkları tarayıcıdan kaynaklanmaktadır. Deep Web’i ayıran önemli özelliklerden biri de kullanıcıların bilgisayarlarını sunucu gibi kullanıp, herkesin kendi kişisel sunucusunu oluşturuyor olmasıdır. Deep Web’te gerçekleştirilen işlemlerin takip edilemez düşüncesi kullanıcıların farklı içeriklere yönelimine sebep olmuştur. Aslında ortaya çıkış amacı kötü olmasa bile kullanımı daha çok bu yönde olmuştur. Bu sebeple internetin karanlık yüzü veya kötü kısmı olarak bilinmektedir [2]. Deep Web’in ortaya çıkış amacından saptırılıp, yasal olmayan işler için kullanılması, içerisinde bulunan içeriklerin %90’ının yasadışı içeriklerden oluşmasına neden olmuştur.

Dark Web, Deep Web’in daha da karanlık yüzü olarak bilinmektedir. Deep Web’in ortaya çıkış amacı aslında sadece gizlilik ve anonimliğin sağlanması üzerineyken yasa dışı işlerin yapılması, çeşitli suçların işlenmesi üzerinde amacından saptırılmıştır. Çocuk pornosundan kiralık katillere kadar çeşitli kötü amaçlar doğrultusunda erişim sağlanmaya başlanmıştır. Tüm bu kötü içeriklerin olduğu kısım “Dark Web” olarak adlandırılmaktadır. Aslında Dark Web, Deep Web’in bir parçasıdır. Çoğu insan tarafından Dark Web’in ve Deep Web’in aynı şeyi ifade ettikleri bilinse de bu çok doğru bir yaklaşım değildir [3]. Dark Web siteleri, yalnızca yetkisiz kullanıcılara karşı koruma sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda izlemeyi önlemek için genellikle şifreleme de içerdiğinden, anonimliği gerekli olan internet kullanıcıları için bir platform görevi görmektedir [4].

2.1.Deep Web’e Erişim

Deep Web’in en önemli hedeflerinden biri gizliliği, anonimliği sağlamak olduğu için Google Chrome, Internet Explorer, Opera, Yandex gibi çok bilinen internet tarayıcılarından girmek mümkün değildir. Erişimin sağlanması için özel tarayıcıların ve uygulamaların kullanılması gerekmektedir. Bu tarayıcıların en bilineni ve en güvenli olduğu olarak düşünüleni TOR Browser’dır. Daha az tercih edilen yöntemler ise Freenet, noktadan noktaya bağlantı sağlayan I2P ve friend-to-friend bağlantılarıdır. Bu ağlar sayesinde kullanıcının bulunduğu ağda anonim olmasını, gizlenmesini sağlamak için şifreli katmanlar ve düğümler üzerinden de oluşan trafiğin aktarılması sağlanır. Ağda olan kullanıcıya nereye bağlandığı söylenmediği sürece eriştiği ağın neresi olduğunu bilmesi mümkün değildir. Aynı zamanda anonimlik kazandığı için de tespit edilmesi oldukça zordur. İz bırakacak herhangi bir harekette bulunarak bir suç işlemedikçe hep anonim olarak kalacaktır.

Tor Browser: Açılımı “The Onion Routing” olan TOR Browser, kullanıcıların gerçek kimliklerini gizleyerek arkasında hiçbir iz bırakmadan anonim bir şekilde gezinmesini sağlayan bir web tarayıcısıdır. Aynı zamanda TOR, internette dolaşma, sohbet etme ve anlık mesajlaşma, devlet yetkililerini eleştirmek, sansürlenmiş bilgilere erişmek ve politik aktiviteler organize etmek gibi yasal ve yasal olmayan birçok amaç için kullanılan bir yazılım projesidir.

Freenet: Freenet 2000 senesinde Ian Clarke tarafından oluşturulmuş internet ağ projesidir. Bu projenin asıl amacı interneti anonim olarak kullanıp gizliliği sağlamaktır.

I2P: Türkçe açılımının karşılığı Görünmez İnternet Projesi olan I2P, genel olarak Deep Web’e erişebilmek amacıyla kullanılan noktadan noktaya (P2P) erişim sağlayan anonim bir ağıdır. Uzantıları “.com,” “.net” gibi TLD (Üst Düzey Alan) değildir ve “.i2p” şeklinde bitmektedir. Anonim olan bu ağ, uygulamaların birbirleri arasında gizli ve tehlikesiz bir biçimde ileti alışverişi için kullanabileceği kolay bir katman sunan özgür yazılım olarak da tanımlanabilir. Bu ağda sahip olduğu gizlilik esasına uygun olarak e-posta servिसinden faydalanabilir, internet üzerinde gezinebilir, karşılıklı olarak anlık

mesajlaşmalar yapılabilir ve hatta dosya paylaşımı veya yüklemesi yapılabilmektedir. Aynı zamanda ileti tabanlı olan bu ağda güvenli akış iletişimine izin vermekte olan kütüphane vardır.

TOR, Freenet ve I2P aynı amaç için tasarlanmıştır. Hepsinin amacı internet ortamında gizli ve güvenli bir şekilde dolaşmaktır. Sahip oldukları özellikler doğrultusunda birbirlerine göre avantajlı ve dezavantajlı oldukları durumlar vardır.

Freenet çoğunlukla dosyaların isim verilmeden paylaşımı, yalnızca freenet ile erişim sağlanan statik web sitesi yayınlama, erişim, e-mail ve sansür olmadan bloglarda konuşmaya izin vermektedir. Yani aslında gizli bir şekilde dağıtılmış bir veri deposudur. Paylaşılan veriler kullanıcılarda dağınık ve şifreli bir şekilde korunduğundan silinip ortadan kaldırılması veya engellenmesi gibi bir durumun ihtimali yoktur. TOR veya I2P gibi bir sunucu barındırmamaktadır. Bu yüzden anonimlik diğer erişim yöntemlerinde olduğu gibi güçlü değildir. Kullanıcı daha az kişi bulunmaktadır. Freenet kullanıcıları, verilerin şifreli olarak tutulmasından dolayı neyi sakladıklarını bilememektedir. İlegal olan bir içeriği de depolama ihtimalleri olduğundan dolayı bu ağı kullanan kullanıcıların bu ihtimali göz önünde bulundurup kullanması gerekmektedir. Aynı zamanda TOR Browser'daki gibi normal herkesin kullanmış olduğu Facebook, Twitter gibi sosyal medya ve diğer sitelere bağlantı gerçekleştirilememektedir [5].

I2P, TOR ile kıyaslandığı zaman daha hızlıdır. I2P'de veriyi göndermek ve almak için iki farklı tünelin kullanımı saldırganın veriyi çözebilmesi için TOR Browser'a göre 2 kat daha fazla şifreyi çözmesini gerektirmektedir. I2P iletilecek olan paketlerin dinamik olarak yönlendirilmesine imkan sağladığından dolayı tıkanıklık yaşanması daha düşük bir ihtimaldir. I2P, internetin anonim bir şekilde kullanımından daha çok "eepsites" adı verilen ve yalnızca I2P'de bulunan sitelere erişim için kullanılmaktadır. I2P, ".onion" uzantılı sitelere erişim amacıyla kullanılmamaktadır. Bunun nedeni TOR'dan tamamen ayrı bir ağ olarak tasarlanmış olmasıdır. [5]

TOR, Deep Web'e erişim için kullanılan en yaygın ve kolay olan yöntemdir. I2P ve Freenet ile karşılaştırıldığında daha fazla destekçi ve sponsora sahiptir. TOR Browser ile Deep Web dışında, normal ağa da erişim sağlanabilmesi ve kolay kullanımından dolayı kullanıcılar daha çok tercih etmektedirler. Diğer ağlara göre daha fazla geliştiriciye sahiptir. Hafızayı I2P'ye nazaran daha etkin bir şekilde kullanmaktadır ve engellemelere karşı daha dirençlidir. [5]

2.2.Deep Web'te bulunan içerikler

Deep Web'teki içeriklerin çoğu yasadışı faaliyetlerden oluşmaktadır.

- Bağımlılık yapan birçok uyuşturucu madde satışı,
- Evde uyuşturucunun nasıl yapıldığına dair anlatımlar,
- Bir kısmı işkence videolarından oluşan cinsellik içeren görüntüler,
- Çocuk istismarcıları, çocuk pornosu ve bu eylemlerin görüntüleri,
- Nekrofil, zoofili olan insanların yaptıklarına dair görüntüler,
- Canlının soğuğa ne kadar dayandığıyla ilgili olarak cinsiyet, kilo vb. faktörlere göre hangi canlının kaç derecede kaç dakikada öldüğünü bulma gibi insanlar ve hayvanlar üzerinde yapılan deneylerin sansürsüz görüntüleri,
- Birçok forum ve chat odası,
- Deep Web'in para birimi olan Bitcoin üzerinden para aklama imkanı sunduğunu söyleyen illegal kara para aklama siteleri,
- Fiyat çizelgeleri öldürülmesi istenen kişinin başlıca statüsü olmak üzere çeşitli özelliklere göre değişiklik gösteren kiralık katil ve suikastçi ilanları,
- Canlı video kanalları ile işkence, tecavüz, insan öldürme gibi vahşet görüntüleri ile ilgili yapılan yayınlar,
- Veri sızıntısı sonucu ele geçirilmesi istenen kişilerin kimlik numaraları, kredi kartı bilgileri, mail adresleri, sosyal medya hesapları gibi kişisel verilerini ele geçirmeyi vaat eden çok sayıda hackerlarla iletişim kurabilme imkanı.
- Belli başlı büyük şirketlerin, firmaların, derneklerin ve ticaret organizasyonlarının iç sitelerine ait bilgiler ve bu ticaret organizasyonlarının veritabanlarından sızdırılan veriler,

- Okul, kolej ve üniversitelerin intranet sistemlerine ait bilgiler,
- İnsan ticareti yaparak para kazanan insanlara erişme imkanı,
- Gizli devlet sırları ve devlete ait istihbarat bilgileri,
- İstenilen herhangi eşyanın, ürünün, mücevherin çalınma anının videosunu çekerek, konuşulan şekilde kullanıcıya getirmeyi hedefleyen kiralık hırsızlara erişim,
- Ağır silahlar, bomba, mayın, özel yapım silahlar ve normal hayatta kolaylıkla sahip olunamayacak avcı bıçakları başta olmak üzere birçok silah ve kesici alet tüccarlarına erişim,
- Günümüzün önemli sorunlarından biri olan ve başlıca amaçları, halkın gözünde siyasi iktidarı yıpratmak ve giderek devletin manevi otoritesinin zayıflamasını sağlamak olan Terör Örgütleri, çalışmalarını açıkça anlatmakta olan ve bunların detaylıca işlendiği, satışa sunulduğu el kitapları ve e-kitaplara erişim,
- Mason, İlluminati ve diğer örgütlere ait bilgi ve görüntüler,
- Sahte pasaport, sahte diploma gibi birçok yasadışı evrak yapımı,
- UFO'lar hakkında derinlemesine bilgiler, uydu ve uzaya ait görüntüler,
- Satanist eylemlere ait görüntüler,
- Birçok diplomat, devlet büyüğü, tanınmış kişiye ait sızdırılmış bilgiler,
- Bilimsel ve akademik makaleler, tezler, araştırmalar,
- Gizli tıbbi kayıtlar,
- Yasadışı cep telefonu, bilgisayar, televizyon gibi elektronik aletlerin, ev eşyalarının satışı,
- Radyo frekanslarına sızma, yönetme ve yönlendirme eylemleri,
- Herhangi biri hedef alınarak, o kişiye ait gizli şantaj kasetleri,

Ve bunun gibi normal yaşantıda insanın aklına gelmeyecek konularla ilgili bilgi, doküman ve video içerikleri ile gizli amaçları olan çeşitli kişilerle iletişim kurabilme imkanı bulunmaktadır.

3. Materyal Metot

Anket Değerlendirmesi

Ankete toplam 196 kişi web ortamı üzerinden katılmıştır. Bu kişilerin %83'ü üniversite öğrencisi, %17'i öğrenci olmayan kişilerdir. Ankete katılanların çoğunluğunun üniversite öğrencisi olmasının sebebi bu yaş aralığındaki kişilerin gizli unsurlara olan merakının fazla olmasıdır. Anket değerlendirme yapılırken çok fazla grafiklerle gösterim yapmak tercih edilmemiştir. Böylelikle çalışmanın mümkün olduğunca kısa ve öz olarak aktarılması sağlanmaya çalışılmıştır.

Ankete katılan kişilerin kullandıkları internet tarayıcılarına bakıldığında; %52.6 Chrome Mobile, %37.1 Mobil Safari, %9.01 Chrome, %1.02 Opera Mobil, %0.27 Firefox internet tarayıcı ile bağlantı yapmışlardır.

“Deep web farkındalığı”, açısından sorulara verilen cevaplar incelendiğinde Deep Web'i duyanların oranı %45 iken, Deep Web'i duymayanların oranı %55'dir. Bu noktada bile günlük yaşantıda internet kullanımı yapan kişilerin internetin diğer alanlarına olan ilgi veya farkındalığının düşük olduğu gözükmektedir. İnternet kullanıcılarının birde sistemin kötü tarafından haberdar olmamaları bu kişilerin bu duruma hazırlıksız olduklarını da göstermektedir.

Deep Web hakkında farkındalığı olan genel toplam katılımcıların %45 oranı olan 89 kişiye Deep Web içerikli anket soruları sorularak ankete devam edilmiştir.

“Deep Web'e erişme isteği”nin nedeni olarak katılımcıların %61'i Merak, %18'i Bilgilenme İsteği, %9'u Genel Kullanım, %8'i Özgürlük Hissi ve kalan %4'ü de Heyecan için olduğunu belirtmiştir. Bu duruma dair “Merak” amaçlı deep web'deki bilinçsiz kullanıcılar sonraki zamanlarda teknik açıdan farklı zaafiyetlerle karşılaşmakta, yanlış veya yasal olmayan yollarla çeşitli bilgilere erişimden dolayı bu seferde deep web'in tekin olmayan alanından korkmakta ve bu alandan uzaklaşmak zorunda kalmaktadırlar.

“Deep web’e çeşitli araçları kullanarak erişim” yapan kişi oranı %14.9, erişim yapmayan kişi oranı %70.7, erişim yapmak isteyip başarılı olamayan kişi oranı (yeterli bilgi sahibi olmadan erişim yapmak isteyen) %14.4’dür.

“Deep web ve normal internet oranı bilgisi” açısından bakıldığında katılımcıların %49’u var olan internet ortamının %90’nının deep web olduğunu, katılımcıların %28’i var olan internet ortamının %50’inin deep web olduğunu, katılımcıların %23’ü de var olan internet ortamının %10’unun deep web olduğunu belirtmiştir.

“Deep Web İçerik Bilgisi” açısından katılımcılar incelendiğinde katılımcıların %85’i deep web’deki bilgilerin %90 oranında yasa dışı içerik olduğunu düşünmekte, katılımcıların %14’ü deep web’deki bilgilerin %50 oranında yasa dışı içerik olduğunu düşünmekte ve katılımcıların %1’i deep web’deki bilgilerin %10 oranında yasa dışı içerik olduğunu düşünmektedir.

4.Sonuç

Tüm bu değerlendirmeler sonucunda öncelikle Deep Web’i daha önceden duymuş olan veya hakkında bilgi sahibi olan insanlar belirlenmiştir. Daha sonrasında belirlenen bu kullanıcıların eğitim düzeyleri ve meslekleri saptanıp, alanı herhangi bir mühendislik veya bilgisayar ile ilgili olanların Deep Web hakkındaki bilgisi ve farkındalığı belirlenmeye çalışılmıştır. Anketten çıkan değerlendirmede internet herkesin günlük hayatta kullandığı bir ortam iken, insanların sahip oldukları meslekler her ne kadar bilgisayar ile ilgili de olsa Deep Web’e farkındalık oldukça az olduğu yönündedir. Deep Web’e daha önceden giriş yapmış veya yapmak isteyen insanların büyük bir kısmı merak ettikleri için erişim sağlamayı istemektedir. Ama her ne kadar bu konuda bilgili olduğunu düşünseler de elde edilen sonuçlar, kişilerin sadece kulaktan dolma bilgilere sahip olduklarını göstermektedir. Bu yüzden büyük bir çoğunluğun bu derin ağın tehlikelerinin farkında olmadığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlardan en önemlileri ise doğru olarak bilinen yanlışlardır. Anket çalışmasında ortaya çıkan yanlış bilgiler derlenmiş ve bunlara cevap niteliğinde maddeler aşağıda verilmiştir.

- Deep Web sadece uzman kişilere yönelik bir sistem değildir. Erişim için gerekli tarayıcı ve uygulamaları indiren herkes Deep Web’e giriş yapabilmektedir.
- Deep Web’e giriş yaptıktan sonra kullanıcının izinin bulunamayacağı gibi bir durum söz konusu değildir. Kullanılan tarayıcılar her ne kadar gizlilik amacıyla anonimliği sağlamış olsa da yapılan herhangi bir hamle sonucu kullanıcının izi bulunabilmektedir.
- Deep Web’e erişim sağlayan kullanıcıların büyük bir çoğunluğu merak edip giriş yapmayı başaran insanlardan oluşsa da ülkelerin istihbarat kuruluşları da Deep Web’te gezinmektedir.
- Deep Web sadece suçlar veya kötü amaçlar doğrultusunda kullanılmamaktadır. Deep Web’te birçok akademik teze, makaleye ve araştırmaya rastlamak mümkündür.
- Deep Web’te seviye söz konusu değildir. Daha derin katmanlara inildikçe sayfaların içeriğinin değişmesi gibi bir durum yoktur.
- Deep Web’e erişim sağlamak suç değildir. Yalnızca, burada gerçekleşen eylemlerin çoğunluğu yasadışı olduğundan dolayı, işlenen herhangi bir suç hackerler tarafından giriş yapan kullanıcıların üstüne atılabilmektedir.
- Deep Web’e erişim yöntemlerinden en bilinen ve en kolay olarak nitelendirilen TOR Browser, sadece bu amaçla kullanılmamaktadır. Herhangi bir internet kısıtlaması gerçekleştiğinde kısıtlanan sosyal medya hesaplarına vs. bu tarayıcı üzerinden girilebilmektedir.

Kaynaklar

1. B. Avcı (2013, 10 Haziran). [Online].Erişim : <http://www.burakavci.com.tr/2013/06/deepweb-nedir-internetin-bilinmeyen.html>
2. Balduzzi, M., & Ciancaglini, V. (2015). Cybercrime in the Deep Web. Report by Black Hat EU, Amsterdam.
3. Parkar, A., Sharma, S., & Yadav, S. (2017). Introduction to Deep Web. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4(6), 1-4.
4. Chertoff, M., & Simon, T. (2015). The impact of the dark web on internet governance and cyber security
5. Erişim linki: <https://www.bgasecurity.com/2019/08/internetin-bir-baska-yuzu-dark-webe-giris/> Erişim tarihi 02.10.2020

DENİZALTI LARDA ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ

Taha ADIGÜZEL,

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

Engin ÖZDEMİR

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

Özet

Klasik denizaltılar, dizel tahrikli generatörler ile denizaltı bataryalarını şarj ederek enerji gereksinimlerini karşılarlar. Bu denizaltılar bataryalarının şarj işlemi gerçekleştirilmek için suyun üstüne çıkmak zorunda olup bu olaya denizaltıların şnorkel yapma durumu denir. Ancak askeri denizaltılar için denizaltı suyun altında ne kadar uzun süre kalırsa o kadar iyidir. Bu husus denizaltılarda enerji depolamanın ne kadar önemli olduğunu bize açıkça göstermektedir. Denizaltıları diğer su üstü gemilerinden ayıran en büyük özellikleri olan gizlilikleri ancak ne kadar çok enerji depoladıkları ve depoladıkları farklı enerji çeşitleri ile ölçülebilir. Bundan dolayı bu tezde denizaltılarda kullanılan enerji depolama yöntemleri anlatılmaktadır. Bunlar; farklı enerji depolama şekilleri olup enerji üretiminde de etkilidir. Burada denizaltılarda kullanılan batarya türleri, havadan bağımsız tahrik sistemi enerji depolaması ve depolamayla ilgili olan denizaltılarda kullanılan dizel generatörler, yakıt pilleri, nükleer denizaltılarda kullanılan depolama yöntemi ve bunlarla ilgili olan sistemlerde incelenmiştir. Klasik denizaltılarda kullanılan en önemli enerji depolama yöntemlerinin bataryalar olduğu göz önünde bulundurulduğunda bataryaların gelişiminin denizaltılarda enerji depolama açısından büyük önem arz ettiği görülmektedir. Bu yüzden bu makalede denizaltılarda kullanılan bataryalar üzerinde titizlikle durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Denizaltı, Depolama, Enerji, Batarya, Yakıt Pili,

Energy Storage Technologies in Submarines

Abstract

Conventional submarines meet their energy needs by charging submarine batteries with diesel powered generators. These submarines have to rise above the water to charge their batteries, and this is called the submarines snorkeling situation. But for military submarines, the longer the submarine stays underwater, the better. This point clearly shows us how important energy storage is in submarines. Their secrecy, which is the biggest feature that distinguishes submarines from other surface ships, can only be measured by the different types of energy they store and store. Therefore, in this thesis, the energy storage methods used in submarines are explained. These; They are different forms of energy storage and are also effective in energy production. Here, battery types used in submarines, air-independent propulsion system energy storage and diesel generators used in submarines, fuel cells, storage method used in nuclear submarines and related systems are examined. Considering that batteries are the most important energy storage methods used in classical submarines, it is seen that the development of batteries is of great importance in terms of energy storage in submarines. Therefore, in this article, the batteries used in submarines have been meticulously emphasized.

Keywords: Submarine, Storage, Energy, Battery, Fuel Cell,

1. Giriş

Tarih boyunca denizaltılar deniz savaşlarının seyrini önemli ölçüde etkilemişlerdir. Bu yüzden denizaltıların tasarımlarının geliştirilmesinde bu husus itici güç olmuştur. Denizaltı tasarımcıları denizaltıları daha fazla dalmış durumda tutmak için çalışmalarına devam etmektedir. Klasik denizaltılar olan dizel tahrikli –elektrikli denizaltılar boşalan bataryalarının yeniden şarj işlemi gerçekleştirmek için ihtiyaç duyduğu zamanda su yüzeyine çıkarak şarj işlemi gerçekleştirirler. Denizaltıların su yüzeyinde geçirdikleri bu duruma şnorkel yapma durumu denir. Ancak denizaltılarda mevcut enerji depolama yöntemlerinin yanında sualtında kalma sürelerinin uzatacak farklı teknolojilerde

uygulanmıştır. Mevcutta klasik denizaltıların sualtında kalma süreleri yaklaşık olarak bir hafta olarak bilinmektedir.

Halen kullanılmakta olan klasik denizaltılarda bulunan dizel-generatör setleri ile denizaltı şnorkelde iken bataryalarını şarj eder. Şarj işlemi bitirdikten sonra denizaltı tekrar dalışa geçebilir. Dalış durumunda olan bir denizaltı hareket ihtiyacı için ihtiyaç duyduğu enerjiyi sadece bataryalarından karşılar. Batarya kapasitesi kritik seviyeye indiği vakit tekrar şnorkelde çıkıp bataryalarını şarj etmek zorunda kalır. Ancak klasik denizaltılarda yeni teknoloji sayılabilecek yakıt pili teknolojisi ile hidrojen ve oksijenin denizaltı platformunda özel koşullarda depolanarak yakıt pili üzerinden enerji üreterek bu enerjinin denizaltı tarafından ihtiyaç duyulacak enerjinin karşılanmasında kullanılması denizaltının daha fazla sualtında kalmasını ve denizaltının en önemli özelliği olan gizliliğini korumasında önemli rol oynar. Bu gibi farklı bir enerji üretim ve depolama yöntemi denizaltılarda enerji depolama yöntemlerindeki gelişimi gözler önüne sermektedir.

2. Denizaltılar

2.1. Denizaltıların Tarihçesi

Denizaltılar sualtı savaş teknolojisinde önemli bir yer tutar. Denizaltı teknolojisinin gelecekte nasıl değişeceğini anlayabilmek için, denizaltı teknolojisinin geçmişine bakmakta fayda vardır. Denizaltı tarihine bakıldığında ilk denizaltı modelinin Leonardo Da Vinci tarafından tasarlandığı görülmektedir. Daha sonraları 1580 yılında William Bourne bir denizaltı tasarımı yaptı. Ancak istediği başarıyı elde edemedi. Bundan sonra 1620 yıllarında Hollandalı bir fizikçi olan Cornelius Van Drebbel, bir denizaltı inşa etmiştir. İnşaa edilmiş olan bu denizaltı İngiltere’de bir nehirde denendi ve kısmen başarılı olduğu görüldü çünkü bu denizaltı yaklaşık olarak nehirde 5 metre kadar dalmayı başarmıştı. 1720 yıllarında Osmanlıda İstanbul’da bulunan Türk mühendisler bir denizaltı denemesi yaptılar yapılan bu denemeye denizaltı suyun altında 2 saat kalabilmişti[1].

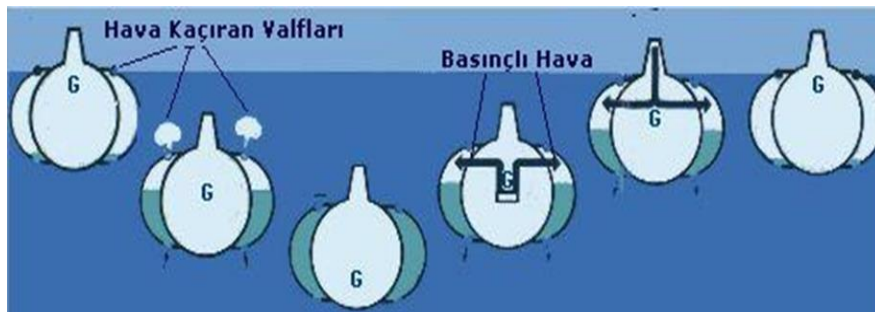
Almanlar 1902 yılında başarılı bir denizaltı yapmışlardır. Yapılan ilk dizel motorlu denizaltı 1904’te Fransa’da yapılan “Aigette” denizaltısıdır. Almanlar tarafından 1943’te şnorkel sistemi tasarlanarak denizaltıların daha uzun sürede görev yapmalarını sağlamışlardır. Ancak Amerikalılar 1954’de ilk nükleer denizaltı olan USS Nautilus’u yaparak denizaltıların dizaynında farklı bir boyut ortaya koymuşlardır. Daha sonra ABD’ye ait USS Triton nükleer denizaltısı, su yüzeyine çıkmadan dünya çevresini dolaşabilmiştir[2].

2.2. Denizaltıların Harekat Durumları

Denizaltıların suyun altına dalması ve su üstünde kalması için bazı etkenlerin göz önünde bulundurulması gerekir. Bunlar; deniz suyunun sıcaklığı, suyun basıncı ve suyun tuzluluk bakımından yoğunluğudur. Denizaltılar tarafından bu etkenler dikkate alınarak statik ve dinamik dalışlar gerçekleştirilir.

2.2.1. Statik Dalma

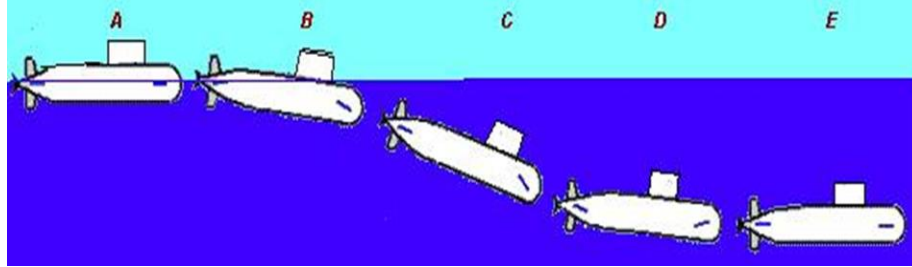
Statik dalmada denizaltılarda bulunan içi hava dolu sarnıçlardaki hava dalışı sağlayacak operatörler tarafından istenilen düzeyde hava boşaltılarak denizaltı dalış pozisyonuna geçecektir. Sarnıçlardan boşaltılan havanın yoğunluğu sarnıca giren suyun yoğunluğundan daha az olduğu için denizaltı aşağı yönlü hareket ederek dalışa geçecektir. Bu dalış şekli Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1. Sarnıçlara alınan su ile denizaltının dalması ve yüze çıkartılması [3]

2.2.2. Dinamik Dalma

Dinamik dalmada denizaltı baş ve kış dümenlerini kullanır. Bu dümenlere baş ufki ve kış ufki dümenler denir. Baş ufki dümenler operatör tarafından denizaltının hızı artırılarak devreye alınarak denizaltının dalışını gerçekleştirirken kış ufki dümenler iste denizaltının stabilitesini yani meylini korumasına yardımcı olur. Bu dalış şekli Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Baş ve Kış Ufki Dümenlerle Denizaltının Daldırılması[4]

2.3. Denizaltı Tahrik Sistemleri

Denizaltılar daha önce bahsettiğimiz gibi İkinci Dünya Savaşı’ndaki etkinlikleri ile ülke savunmalarındaki önemlerini artırmışlardır. Fakat belli zamanlarda su üstüne çıkma zorunlulukları nedeni ile gizliliğin büyük önem taşıdığı bu platformlar için büyük bir risk oluşturmuştur. İkinci Dünya Savaşı süresince bu problemin giderilmesi için çeşitli sistemler üzerine çalışılsa da istenen başarı elde edilememiştir. 1950’lere gelindiğinde atom enerjisi ve AIP adı verilen “Havadan Bağımsız Sistemler” denizaltılarının su altında uzun süre seyir yapmalarına imkan tanımıştır. AIP (Air Independent Propulsion) i olarak adlandırılan bu sistemler oksijen gibi bir yakıcı gaz gereksinim duymayacak şekilde, dıştan yanmalı bir tür motor olan Stirling Motoru ile denizaltı gibi su taşıtlarının daha uzun süre su altında kalmasını sağlamak amacıyla tasarlanmış güç üretim sistemleridir.

2.3.1. Elektrik Motorlu Tahrik Sistemleri

Denizaltılarda Şnorkel durumunda dışardan alınan hava ile itici güç için dizel motorundan elde edilen elektrik enerjisi kullanılır. Elektrik enerjisi bataryalarda depolanır. Daha sonra elektrik motorlarına iletilir. Su altında dizel motor çalışmadığından (dizel motorun çalışması için ihtiyaç duyulan hava yüzünden) bataryalardaki depolanan elektrik enerjisi ile elektrik motorları beslenir ve denizaltı için gerekli hareketin oluşması sağlanır. Denizaltılarda bulunan DC ana tahrik motorları (tek shaft üzerinde iki motor) elektrikselsel olarak farklı seri ve paralel kombinasyonlarında bağlayarak. Motorun tersine döndürülmesi işlemi ise, motor armatür devresindeki akımın akış yönünün tersine çevrilmesiyle gerçekleştirilir. [5]

2.3.2. Walter Türbini Tahrik Sistemi

Alman bilim adamı Helmuth Walter tarafından tasarlanan kimyasal motor yüksek basınçlı buhar üretmek amacıyla kullanılan yanmayı sağlamak için havaya ihtiyaç kalmamış olup, oluşturulan buhar ise 7.500 hp gücündeki buhar türbinini çevirmek için kullanılmaktaydı. Walter’in kimyasal motoru yüksek saflıkta (%100’e yakın) hidrojen peroksitin - H₂O₂ (perhidrol veya htp -high test peroxide- olarak da adlandırılır) potasyum permanganat temelli bir katalizör üzerinden, yüksek sıcaklık ve basınç altında hızla 2000°C sıcaklığında su buharı ve oksijen karışımına ayrışması prensibiyle çalışıyordu. Bu safhada yüksek sıcaklıkta bulunan ve serbest oksijen içeren sisteme verilen dizel yakıtıyla şiddetli bir yanma olmakta ve bu da basıncı ve ısıyı daha da arttırıyordu. Artan sıcaklığı kontrol altında tutmak için motora ekstra su verilmesiyle aynı zamanda üretilen buhar miktarında yükseliyordu. Bu sebeple Walter türbinini hem buhar hem de gaz türbin teknolojilerini bir arada barındıran hibrit bir türbin türü olarak ifade edilebilmektedir. Meydana gelen buhar ve gaz karışımı yanma odasından türbine verilerek ve oradan çıkınca da yoğunlaştırıcıda su ve yanma sonucu meydana gelen karbondioksit olarak ayrılır. [6].

2.3.3. Kapalı Devre Dizel Tahrik Sistemleri

Kapalı devre dizel (KDD) sistemleri su üstündeyken şnorkel sistemini kullanarak hava ihtiyacını giderir. Ancak dalıştayken denizaltıda depoladığı havayı kullanarak dizellerin hava ihtiyacını karşılar. Dalış durumunda ise denizaltıda sıvı olarak depolanan oksijen ile bir asal gaz (çoğunlukla argon, bazen

helyum veya zenon) karışımının meydana getirdiği suni hava ile Dizelin hava ihtiyacı giderilir. Dizel motorun yaptığı yanma işleminden sonra meydana getirdiği atık gazlar ise soğutulup, ayrıştırılır. Bu ayrıştırma sonunda argon tekrar kullanılmak üzere emiş devresine gönderilirken karbondioksit ile diğer atık gazlar suyla denizaltıdan dışarı verilir. [7].

2.3.4. Stirling Motorlu Tahrik Sistemleri

Havadan bağımsız tahrik sistemlerinden bir tanesi de ise Stirling yani dıştan yanmalı motorlardır. Dıştan yanmalı bir motor olan Stirling motoru dizel yakıtın yanması sonucu oluşan ısıyı kullanan dıştan yanmalı bir motor çeşididir. Bahse konu motorun pistonlarına harici ısı verilerek genleşen ve sonrasında soğuyan hava etkisiyle pistonlar hareket ettirilerek elektrik enerjisi üretimi sağlanır. Elde edilen elektrik ile denizaltı pervanesi döndürülerek denizaltı sevk edilir. [8]. Stirling motoru denizaltıda bulunan dizel yakıtın denizaltıdaki depolanan sıvı oksijen ile yakılması sonucu meydana gelen ısı kullanılarak elektrik enerjisi elde edilir. Oluşan atık gazlar filtre edilerek deniz suyuna atılır.

2.3.5. Buhar Türbünlü Tahrik Sistemleri

Fransa tarafından geliştirilmiş olan ve **Mesma** (Module d'Énergie Sous-Marin Autonome) olarak bilinen tahrik sistemi havadan bağımsız çalışan bir tahrik sistemidir. Kapalı devre bir yakma hücresinde buhar üretilmesi ve bu buharla türbinlerin çalıştırılması prensibiyle çalışır. Burada buhar üretilmesi için konvansiyonel yakıcı kullanılan sistemdir. [9].

Bahse konu sistem temelde kapalı çevrimli bir buhar türbini sistemi olan Rankine çevrimine bağlıdır. - 185 0C'de depolanan sıvı oksijen önce gaz formuna sokulur. Daha sonra yanma odasında etanol (C₂H₅OH) ile karıştırılıp yanma işlemi yapılır. 60 atmosfer basınçta 700 0C'lik bir gaz meydana gelir. İlk aşamada üretilen bu gaz ikinci aşamada buhar türbininden geçen buharı oluşturmak için kullanılır. Böylelikle ısı enerjisi mekanik enerjiye çevrilmiş olur. Buhar türbinine takılı olan alternatör üretilen mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek elektrik üretilmiş olur. Yan ürün olarak meydana gelen egzoz gazının yüksek basınçlı olması farklı bir sisteme gerek kalmadan denize salınması sağlanır. [10].

2.3.6. Yakıt Pili Tahrik Sistemleri

Denizaltılarda bulunan yakıt pili sevk sistemleri Denizaltıların su üstüne çıkmadan sualtında seyir yapmalarında önemli rol oynarlar. Yakıt pilleri denizaltıda depolanan oksijen ve hidrojenin yakıt pilinde kimyasal reaksiyona girerek doğrudan elektrik üretmeleridir. Bu kimyasal reaksiyondan yan ürün olarak su meydana gelir. Üretilen elektrik enerjisi ile denizaltının bataryaları şarj edilir ve denizaltının sevk edilmesi için ana motora verilir.

Yakın zamanda Siemens firması tarafından tasarlanan PEMFC yakıt pilleri farklı tip denizaltılarda kullanılmaktadır. Alman Type 212 sınıfı denizaltılarda 34kW gücünde 9 adet olarak totalde 304 kW gücünde BZM 34 PEMFC yakıt pili sistemi mevcuttur. Alman tasarımı olan Type 214 denizaltılarında ise 2 adet 120 kW'lık olarak totalde 240 kW gücünde BZM 120 PEMFC yakıt pili sistemi mevcuttur. Farklı tasarımlarda ve çok çeşitli alanlarda kullanılan yakıt pilleri bulunmaktadır.[11]

3. Denizaltılarda Enerji Depolama Yöntemleri

Enerjinin istendiği zaman ve istenilen yerde kullanılmaya hazır olması istenir. Enerjiyi istediğimiz zaman kullanabilmek için onu saklamaya depolama denir. Enerji depolama çeşitli şekillerde olabilmektedir. Denizaltılarda enerji depolama için; oksijen, batarya, yakıt ve hidrojene ihtiyaç duyulmaktadır. Denizaltılar ne kadar çok enerji depolayabilirlerse menzilleri buna paralel olarak uzamaktadır. Bu nedenle denizaltılarda farklı enerji depolama yöntemleri ortaya çıkmıştır.

3.1. Klasik Konvansiyonel Denizaltılarda Enerji Depolama Yöntemleri

3.1.1. Bataryalar

Bataryalar, Birincil ve İkincil olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Birincil kategorideki bataryalar şarj edilemeyen bataryalar olup tek seferlik uygulamalar için kullanılırlar. Denizaltılar için ikincil kategorideki tekrar şarj edilebilen bataryalar kullanılır. Bataryaların maliyetleri ve ömürleri denizaltılar için önemlidir. Zira bu parametreler denizaltının bakım onarımına girme süresini etkilemektedir. Denizaltılarda kullanılan batarya özellikleri Tablo 3.1'de ve Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

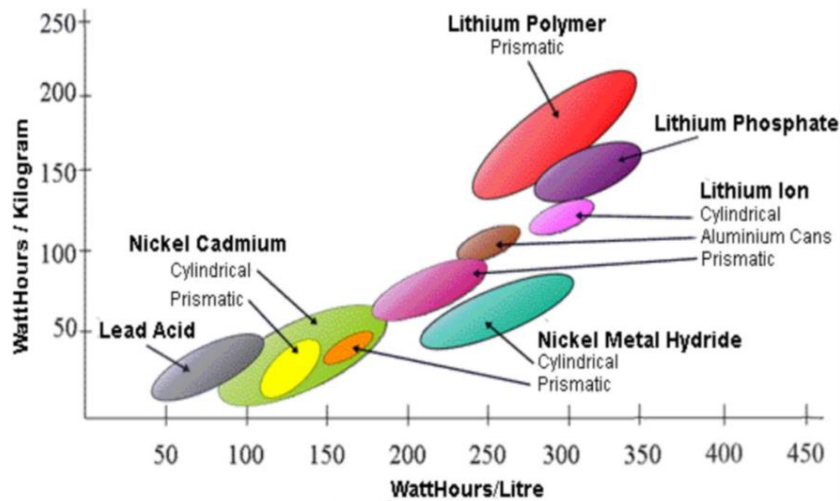
Tablo 3.1 Denizaltılarda Kullanılan Batarya özellikleri [12]

Classification	Lead-Acid	Alkaline	Alkaline	High Temperature
Battery Type	Lead Acid	Ni/Cd	Ag/Zn	LAIS(Lithium-Aluminum/Iron Sulfide Battery)
Maturity	Mature	Mature	Mature	Near Mature
Energy Density (Wh/kg)	20-35	20-37	90	160-225
Power Density (kW/kg)	0.02-0.175	0.1-0.6	0.2-0.4	0.19-0.36
Cycle Life	200-2000	500-2000	100-2000	1000
Service Life	3-10	5-10	3	-
Battery Effluent	H2 Gas	None	None	None
Ease of Operation	Good, ,	Very good	Poor,	Projected to

Tablo 3.2 Batarya teknolojileri [13]

Description	Power Density	Specific Power	Energy Density	Specific Weight
	kW/litre	kW/kg	Wh/litre	Wh/kg
Lead acid	0.12	0.08	90	44
Zebra	0.24	0.16	167	114
Sodium Sulphide (NaS)	0.021	0.17	170	117
Lithium ion	0.22	0.11	270	120

Kurşun asit bataryalar, yıllardır klasik denizaltılarda ana güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. [14]. Batarya teknolojisi ilerledikçe, lityum iyon (Li-ion) bataryalar diğer bataryalara nazaran ön plana çıkmaktadır. Li-ion bataryalar, 2000'li yıllardan bu yana elektrikli araçlar, cep telefonları ve dizüstü bilgisayarlar vb. cihazlarda kullanılmaktadır. Enerji yoğunluğu, güç yoğunluğu, ömür, ve maliyet yönünden Li-ion bataryalar, kurşun asit bataryalara göre daha iyi olabilirler. Li-ion bataryalar kurşun asit bataryalarla karşılaştırıldığında, aynı şartlar altında neredeyse iki kat daha uzun süre kalabilirler. Farklı batarya çeşitlerinin enerji yoğunluğu açısından karşılaştırması Şekil- 3.1'de sunulmuştur.


Şekil- 3.1 Farklı batarya çeşitlerinin enerji yoğunluğu açısından karşılaştırılması [15].

Bataryaların enerji yoğunluğunun, önemi denizaltıların su altında kalma sürelerini etkiler ve denizaltının gizliliğini koruması için önem arz eder. Yüksek enerji yoğunluğunda olan bataryalar boyut olarak

küçülürse denizaltıda bataryaların konulduğu odalarda boş alan meydana gelmesini sağlar ve bu boş alanlar denizaltıların başka ihtiyaçları için kullanılabilir.

3.1.1.1. Kurşun Asit Bataryalar

Kurşun asit bataryalar yıllarca denizaltılarda başarıyla kullanılmışlardır. Bakım gerektirmez, elektrolit tabaka malzemesinde veya jelde depolanır. Yeni tiplerde, testlerdeki bipolar hücreler kullanılır. Bu batarya ağır, fakat ucuzdur. İyi bir batarya yönetim sistemi ile yaşamı güvenlidir. Hali hazırda denizaltılarda kullanılmaya devam edilmektedir. Tek bir batarya, negatif ve pozitif plakalardan oluşur. Sırasıyla kurşun ve kurşun dioksitten oluşturulmuş plakalar, sülfürik asitte batırılarak ve elektrolit ile kauçuk bir asit sızdırmaz batarya kabına konularak batarya oluşturulur. Bataryaların şarj edilmesi ve deşarj edilmesi durumunda plakalarda bulunan elektronlar plakalar ve elektrolit arasındaki akımı oluşturur. Kurşun asit bataryalarda batarya voltajı nominal olarak 2 VDC'dir. Bataryalar seri ya da paralel bağlanarak farklı voltajlardaki batarya grupları oluşturulabilir. Kurşun asit bataryalar DC dağıtım şebekesine bağlı olan anlık voltaj, şarj durumuna bağlı olarak bataryalar kapasitesinin yüzde 20'ye kadar düşebilmektedir.[16].

Bataryada kimyasal tepkime kimyasal reaksiyonun her iki yönde de ilerleyebildiğinden, bataryanın toplamda enerji verme ve alma kabiliyeti ve reaksiyon oluşma hızı bataryadan düşük güçte güç talep edildiğinde batarya voltajı daha uzun süre yüksek kalarak daha fazla enerji verilebilecektir. Yüksek sıcaklıktan etkilenen kurşun asit bataryalara batarya soğutma sistemleri takılarak bataryadan maksimum seviyede faydalanılır. Ayrıca bataryaya hava üflenerek elektrolit sıvısı homojen olarak dağıtılmaya çalışılarak kimyasal reaksiyonun en verimli şekilde oluşturulması sağlanır.

Tablo 3.3 Kurşun asit Bataryaların Denizaltılardaki Kullanımına Göre Avantaj ve Dezavantajları[17]

Avantaj	Dezavantaj
Uzun yıllardır kullanılan ve kendini kanıtlanmış bir teknolojiye sahiptir.	Farklı türdeki bataryalara göre daha az enerji yoğunluğuna sahiptir.
Uzun batarya ömrüne sahiptir.	Şarj sırasında hidrojen üretir ve bu husus istenmeyen bir durumdur.
Son dönemlerde yapılan iyileştirmelerle daha iyi hale gelmiştir.	Şarj ve deşarj sırasında bataryanın voltajı, sıcaklığı ve asit seviyesinin izlenmesi önem arz eder.

3.1.1.2. Nikel Kadmiyum Bataryalar

Nikel Kadmiyum (NiCd) bataryalar 1915'lerden beri ticari alanlarda kullanılmaktadır. Bu bataryalarda negatif elektrotta metalik kadmiyum ve pozitif elektrotta nikel oksihidroksit bulunmaktadır. Kurşun asitli bataryalara kıyasla daha fazla çevrim sayısı, daha yüksek güç ve enerji yoğunluğuna sahiptir. Bu bataryaların ömrü 1500 ila 3000 döngü arasında derin deşarj aralığında kullanılan NiCd bataryanın türüne bağlıdır. [49]. Bu tip bataryalar daha düşük seviyede bile çalışabilme özelliği ile öne çıkmaktadır. 20 C ile 40 C arasında değişen sıcaklık aralığında çalışabilmektedir. Ayrıca, bu piller kadmiyum zehirliliği nedeniyle Avrupa'da tüketici kullanımına yasak olan pillerdir. [18]. En iyi performans, %20 ila %50 arasında deşarj edildiğinde elde edilir. Nikel-Kadmiyum (Ni/Cd) pil teknolojisi, ticari uygulamalar için denizaltılar da kullanılan bataryalardan daha küçük boyutlarda kullanılan pillerdir. Çoğu taşınabilir şarj edilebilir elektrikli alet veya cihaz, Ni/Cd pillerle çalışır. Ni/Cd bataryanın çoğu özelliği kurşun asit batarya ile benzerlik gösterir. Ni/Cd piller, yüksek enerjileri açısından önem arz ederler.

Tablo 3.4 Ni-Cd Bataryaların Avantaj ve Dezavantajları [19]

Avantaj	Dezavantaj
Diğer bataryalara göre yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir.	Batarya tamamen boşaldığında ani gerilim düşümü görülmektedir.
Uzun batarya ömrüne sahiptir.	Bellek etkileri
Hızlı şarj özelliğine sahiptir.	Maliyeti yüksektir
Az bakım gerektirir.	

3.1.1.3. Lityum Bataryalar

Geçmişten günümüze farklı tipte birçok batarya çeşidi geliştirilmiştir. Denizaltılarda kullanılan bataryalarda genel olarak kurşun asit bataryalardır. Ancak daha fazla sualtında kalmak için daha fazla enerji depolamak için daha fazla kapasiteye sahip bataryalar için çalışmalar yapılmaktadır. Lityum İyonun kimyasal yapısı irdelendiğinde;

Kararsız bir element olan lityumun hava ile tepkimeye girmemesi gerekir, yoksa yangın meydana gelme ihtimali oluşabilir. Lityumun zayıf yanı olarak görülen tepkimeye girme meyili aynı zamanda lityumun güçlü yanısıdır da denilebilir. Bir bataryada elektronların eksi elektrottan (anotta) artı elektrodta (katot) akması gerekir. Bundan dolayı anotta elektronlarını kolayca veren bir materyal içermelidir. Lityum elementler arasında bünyesinde bulundurduğu elektronları en kolay vermeye en meyilli olanıdır. Diğer batarya türleri elektronlarını yavaş gerçekleşen kimyasal tepkimelere dayanarak vermektedirler. Bir lityum iyon pil şarj edildiğinde ya da kullanıldığında iyonlar çevreleriyle etkileşmeden elektrotlar arasında akar ve bu durum da pilin daha uzun ömürlü olması ve performansı düşmeden yüzlerce kez şarj edilebilmesi anlamına gelmektedir. [20]

Lityum-iyon piller denizaltılarda da büyük etkiler yaratabilir. Denizaltıların özellikle sualtında sessiz bir şekilde uzun süre hareket kabiliyetine sahip olmaları önemlidir. Lityum-iyon pillerin, daha uzun süre dayanabilmesi, hızlı şarj olması ve sessiz çalışabilmesi büyük avantaj sağlayabilir. Güney Kore, geliştirdiği pillerle denizaltı çalışma sürelerini iki katına çıkarabileceğini açıklarken, Japonya ilk lityum-iyon pillerle donatılmış denizaltısını tanıttırıştır.

Savunma sanayiinde lityum kullanımının bir diğer yöntemi de bu hammaddenin yanıcı özelliğiyle daha fazla ısı üreterek, termonükleer silahlar da dahil olmak üzere birçok gelişmiş savaş silahında kullanılmasıdır.[22]

Tablo 3.5 Lityum İyon Bataryaların Avantaj ve Dezavantajları[21]

Avantajları	Dezavantajları
Lityum iyon bataryaların enerji yoğunluğu diğer bataryalara göre yüksektir.	Aşırı şarj ve aşırı deşarj durumuna karşı hassastır. Bu durumda yangın riski oluşabilmektedir.
Diğer batarya türlerine göre ani yüklerde daha fazla enerji sunabilmektedir.	Batarya yönetim sistemi gerekmektedir.
Diğer batarya türlerine göre daha hafiftir.	Kısa devre durumunda yangın riski oluşmaktadır.
Uzun ömürlü bataryalardır.	Elektrokimyasal yapıya bağlı olarak lityum yangını bilinen yangın söndürücüler ile söndürülemez.
Bakım gerektirmeyen kapalı yapıdadır.	Yangın anında toksin gaz açığa çıkar.
Şarj olurken herhangi bir gaz açığa çıkarmaz	Kısa devre akımları yüksektir.
Nem- Sıcaklık gibi ortam şartlarından etkilenmez.	Hali hazırda denizaltı platformlarında yaygın olarak kullanımları bilinmemektedir.
Düşük çalışma ısısına sahiptir.	

3.1.2. Dizel Generatör Sistemi Yakıt Depolama

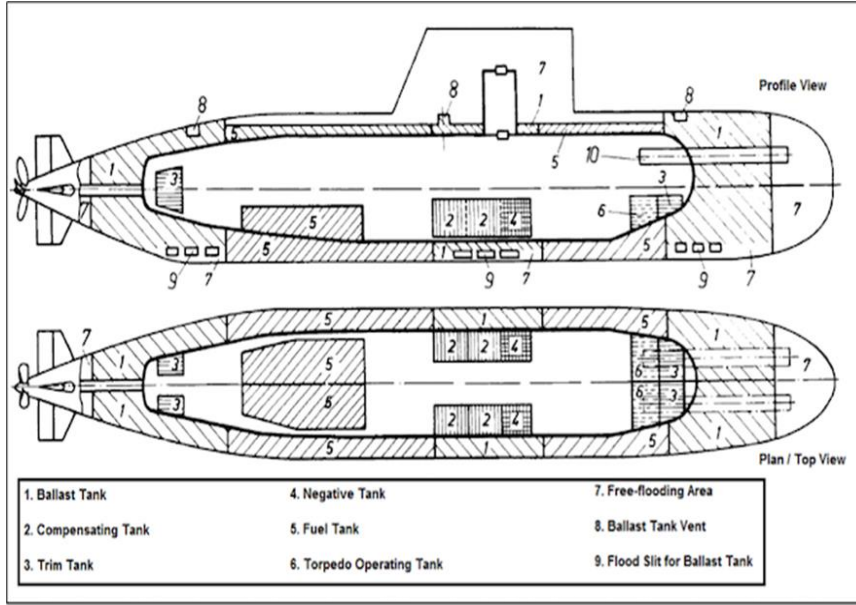
Klasik dizel generatör sistemine sahip denizaltılar petrol bazlı dizel makine yakıtı depolar bu yakıtın depolama miktarı denizaltının kullanım amacı ve denizaltıların dizayn kısıtları göz önünde bulundurularak belirlenir. Hali hazırda birçok dünya ülkesinde kullanılan dizel tahrikli denizaltılarda dizel makinelerle uyarlanmış generatörler ile denizaltıların bataryaları şarj edilir.

3.1.2.1. Dizel Yakıt Depolama

Denizaltılarda farklı işlevleri olan birçok tank bulunur. Bunlardan bir tanesi de dizel yakıt tankıdır. Dizel akaryakıt kimyası; dizel yakıt yağları, daha genel olarak ham petrol olarak bilinen petrolden elde edilir. Tüm ham yağlar, hidrokarbonlar olarak bilinen karbon ve hidrojen bileşiklerinden oluşur. Yağın yapısı molekül adı verilen küçük parçacıklardan oluşur. Ham petrolde, bir molekül belirli sayıda karbon atomundan ve belirli sayıda hidrojen atomundan oluşur. Bir moleküldeki karbon ve hidrojen atomları arasındaki oran, ham petrolün doğasını belirler.[23] Denizaltılarda kullanılan dizel makine yakıtları ise

çeşitli askeri standartlara uygun olmak zorundadır. Çoğu denizaltı filosu yakıt tankı tipi denizaltının kapasitesi yaklaşık 19.000 ila 25.000 galon arasında değişen üç yakıt balast tankına sahiptir. [23]

Denizaltılarda akaryakıt dolu tanklar içindeki akaryakıt kullanıldıkça denizaltının dengesinin sağlanması için içindeki azalan akaryakıtın yerine deniz suyu alınarak denizaltının su içerisindeki dengesi sağlanmış olur. Tabi akaryakıtın yoğunluğu deniz suyundan az olduğu için suyun üzerinde kalır. Akaryakıtın denizaltının dizel motorlarına gitmeden önce seperatörlerden geçirilip temizlendikten sonra dizel motorlara gönderilir. Dizel motorların tahrikiyle dizel motora akuple edilmiş generatörlerden elektrik enerjisi üretilerek denizaltının enerji ihtiyacı karşılanır.



Şekil 3.2 Dizel Elektrik Tahrikli Denizaltı Tank Planı[24]

3.1.3. Yakıt Pili Sistemi AIP

Dizel tahrikli denizaltılarda temel unsur, dizel motorlarda içten yanma için gerekli olan hava, daha özel olarak oksijendir ve dizel denizaltılar, oksijeni içinden geçirerek solumak zorundadır. Yanmanın gerçekleşmesi için şnorkel direğinin kullanılması zorunludur. Bu önemli zamanı azaltmak için, denizaltılara su altı dayanıklılığını uzatmak için ek seçenek sunabilen havadan bağımsız tahrik (AIP) sistemleri tanıtıldı [25].

Yakıt hücreleri, hidrojen ve oksijen arasındaki reaksiyonu kolaylaştırarak, herhangi bir emisyon olmaksızın yan ürünü olarak sadece su üreten elektrik üretir. Almanya'dan Siemens, Howaldswerke Deutsche Werft AG (HDW) Alman donanması için Type 212A denizaltısıyla donatılmış yakıt hücresi ünitelerinin üretimini sağladı ve bu denizaltıları geliştirdi.[25]

Yakıt hücreleri, aşağıdaki özelliklerden dolayı dizel-elektrikli denizaltılar için en uygun AIP sistemidir [25]:

- %70'e varan yüksek verimlilik (H₂/O₂ çalışması).
- Normalde yalnızca pille çalıştırılarak elde edilebilen enerji üretim sürecinin sessizliği.
- Operasyon sırasında derinlik bağımsızlığı.
- İyi işletim ve kontrol özellikleri.
- Ürün suyunu kolayca depolayarak ağırlıklarını dengeleme.

3.1.3.1. Hidrojen Depolama

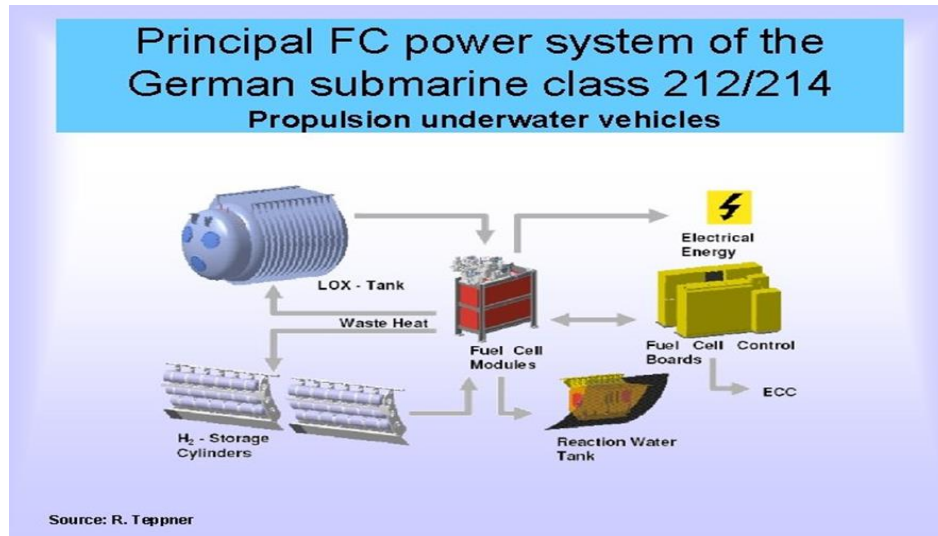
Denizaltılarda bulunan AIP sistemlerinde enerji üretiminin ortaya çıkması, reaksiyonun gerçekleştirilebilmesi için tüm yakıt hücresi sistemleri, reaksiyonun elektrik üretmesi için tipik olarak hidrojen ve bir oksitleyiciye, genellikle oksijene ihtiyaç duyar.

Hidrojen, tüm yakıtların temel yapı taşıdır ve hidrojen saf haldedir. Tüm yakıt hücrelerinin iç kimyasal süreçlerinde H₂ formu gereklidir. Hidrojen, birkaç saf formdan birinde depolanabilir.[17] Hidrojen, sıkıştırılmış gaz formu, kriyojenik sıcaklıklarda sıvı form ve bazı hidritlerde katı formlar gibi çeşitli kimyasal durumlarda depolanabilir. Birçok çalışma, en verimli yolun gaz halinde depolanması olduğunu göstermiştir. Ancak güvenlik sorunları ve istikrarsızlık nedeniyle, sıkıştırılmış gaz belki de ilerlemek için en iyi yol olarak görülmemektedir. Bu yüzden Metal hidritler en verimli yöntem değildir, hidrojenin depolandığı kaplar herhangi bir serbest gaz içermeyen metal hidritlerle dolu olduğundan hidrojeni depolamanın en güvenli yoludur.

Gaz formunda Hidrojen depolama; Bu form için depolama yoğunluğu çok zayıf olmasına rağmen, gaz halinde depolama küçük hacimli gazların taşınmasının gerekli olduğu endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Gaz basıncının artırılması, daha fazla H₂'nin depolanmasına izin vermekte olup, ancak depolama silindirin boyutunu ve ağırlığını da artırmaktadır. Yüksek basınçta hidrojen depolanır.

Hidrojenin - Kriyojenik (sıfır altı sıcaklıkta) olarak depolanması; Herhangi bir gazın sıvı olarak kriyojenik depolanması, belirli bir kullanılabilir hacim için daha fazla gazın taşınabileceği amacını taşımaktadır. Ancak gazlı depolamada olduğu gibi, bu depolama biçiminin zorluğu, kriyojenik korumak için alınması gereken önlemler koşullar barındırır. Kriyojenik sıvıların depolanması, süper teknolojilerle kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Bu işlem hidrojenin sıvı olarak depolanması işlemidir.

Hidrojenin - METAL HYDRIDE Formunda Depolanması; Bir hidritin çalışma prensibi, bir tür metal matrisin (bir demir titanyum) hidrojen gazı ile doyurulur ve hidrojen matrise bağlanır. Emilen hidrojen miktarı, ortamdaki sıcaklığa ve basınca bağlıdır. Hidrojen-Metal Hidrür (hidrit) yöntemi denizde denenmiş tek yöntemdir. Almanya'da Tip 205 denizaltısında hidrit depolama sistemi kullanılmıştır. Bu yöntem hidrojen depolama yöntemlerinin en güvenlisi olarak kabul edilir. Şekil-3.3'de 212 ve 214 sınıfı Alman denizaltılarında hidrojen depolama şekli gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Hidrojenin Metal Hidrid Formunda Depolanmasının Gösterilmesi[26]

3.1.3.2. Oksijen Depolama

Oksijen için en yaygın depolama yöntemleri gaz halinde veya sıvı olan LOX şeklindedir. LOX, yüksek hacimsel ve yoğunluk nedeniyle oksijen depolamak için en verimli yöntemdir. Yakıt pili kullanan sistemlerde hidrojenden elektrik enerjisi elde edilebilmesi için mutlaka oksijene ihtiyaç vardır. Bu da oksijen depolamayı zorunlu hale getirmektedir. [25].

Oksijenin Gaz Formunda Depolanması; Oksijen gaz formunda yüksek basınç altında ve yüksek basınca dayanıklı kaplarda depolanır. Yüksek basınçlı kaplarda oksijen depolanması hacim ve ağırlık açısından çok verimsizdir. Ayrıca yüksek basınç altında depolandığında depolama şişelerinin kaynak dikişleri önemli bir güvenlik sorunu teşkil edebilir.

Oksijenin Kriyojenik Depolama Metodu; Bu yöntem, oksijenin sıvı olarak depolanmasıdır. AIP (yakıt pili) sistemine sahip denizaltılarda depolama için en iyi seçenek olarak kabul edilir. Oksijenin gaz olarak depolanmasından daha verimlidir. Çünkü daha fazla hacim sağlayarak daha fazla oksijen depolanmasına imkan verir. (LOX) Depolama tankları tipik bir depolama ile süper yalıtımdan oluşmaktadır.

Oksijenin - Kimyasal Reformasyon Metodu İle Depolanması; Bu yöntemde oksijen üretebilen bir dizi kimyasal bileşik bulunmaktadır. Bu yöntemde içinde oksijen bulunduran bileşikler belirli şartlar oluşturularak kimyasal reaksiyona sokularak oksijen üretilir. Kimyasal reaksiyonun bir yan ürünü olarak kullanılan Sodyum Perklorat (NaClO_4) meydana gelir.

3.2. Nükleer Denizaltılarda Kullanılan Enerji Depolama Yöntemleri

Günümüzde sadece İngiltere, ABD, Fransa, Rusya, Çin ve Hindistan'ın nükleer enerjili denizaltıları bulunmakta olup, saydığımız ülkelerden sadece ilk dördü onları nasıl inşa edeceklerini biliyor (Çin ve Hindistan onlarınkini Rusya'dan satın aldı). [27] Nükleer denizaltı inşaa teknolojisi bu teknolojiye sahip ülkelere muazzam bir avantaj sağlar. Çünkü klasik konvansiyonel denizaltılar elektrik bataryalarıyla çalışır ve bu bataryaları şarj etmek için oksijene ihtiyaç duyan bir dizel motor gerekir. Bu, denizaltının yüzeyden periskop derinliğinde kalması gerektiği anlamına gelir. [27]

Ancak nükleer denizaltılarda acil durumlar için kullanılacak bataryalar bulunur. Depolayabildiği enerji miktarı bataryanın kapasitesini belirler. Seri, paralel ya da seri-paralel şekillerde bağlanarak acil durumlarda denizaltının ihtiyaç olan enerji elde edilir. Denizaltıda reaktörden herhangi bir şekilde güç elde edilememesi durumlarında bu bataryalar hayati öneme sahip sistemlerin çalıştırılması için kullanılır.

Nükleer denizaltılarda reaktörün çalışması, nükleer reaktör yaklaşık olarak büyük bir kübik boyutunda güçlü bir çelik yapıda olmaktadır. Bu yapının içinde, içinde kontrol çubukları bulunan Uranyum-235 bulunur. [71] Bu kontrol çubukları çıkarıldığında, uranyum atomları parçalanmaya ve enerji üretmeye başlar. Enerji, borularda aşırı ısıtılmış buhar olarak taşınan suyu ısıtır, bu da suyu ikincil bir boru sisteminde ısıtır ve İkincil buhar, pervanelere güç sağlayan türbinlere güç sağlamak için kullanılır. Sonuç olarak nükleer denizaltılarda sadece acil durumlar için enerji bataryalar ile depolanır.

4. Sonuç ve Öneriler

Klasik konvansiyonel denizaltılarda ise denizaltı sık sık yakıt ikmali yapmak zorundadır. Bu sebeple denizaltıda enerji depolama hususu hayati öneme haiz olup denizaltının su altında seyir kabiliyetini doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden denizaltılarda çeşitli depolama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu hususu 3 grupta değerlendirecek olursak; Bunlar sadece batarya sistemi kullanarak enerji depolayan denizaltılar, Hem batarya sistemi kullanan hem de yakıt pili kullanarak depolanmış oksijen ve hidrojen elde edilmesi bir diğeri ise sadece yakıt pili kullanarak denizaltıda depolanmış hidrojen ve oksijenden enerji elde edilmesidir.

Sadece batarya sistemi kullanarak depolanmış kimyasal enerjinin kullanılması enerjinin tekrar üretilip depolanması için denizaltının şnorkele çıkması denizaltının su altında uzun süre kalmasını ve gizliliğini bozması büyük bir dezavantaj olmaktadır. Ancak gelişmekte olan enerji depolama sistemleri göz önüne alındığında yeni gelişen lityum batarya teknolojileriyle denizaltıların daha fazla kimyasal enerji depolayabilecekleri ve bununda denizaltının daha fazla su altında kalmasına imkan tanımaktadır. Lityum bileşenli bataryaların denizaltı platformlarına uygulanması ise lityumun oluşturabileceği yangın risklerine karşı denizaltıda farklı önlemlerin alınmasını gerekli kılar. Buda denizaltının görevini yerine getirmesinde zaafa neden olabilmektedir.

İkinci durumda ise hibrit denizaltı depolama sistemi diyebileceğimiz enerjinin denizaltıda bataryalarla kimyasal olarak depolanması ve aynı zamanda yakıt pili sisteminde yer alan hidrojen ve oksijenin farklı formlarda depolanarak enerji depolanmasıdır. Burada iki farklı opsiyon olduğundan sadece bataryayla elektrik enerjisi depolayan denizaltılara oranla daha az şnorkele yapma ihtiyacı olduğundan denizaltı daha fazla su altında kalarak su yüzeyinde daha az çıkarak gizliliğini daha uzun süre koruyabilmektedir. Bu husus da denizaltıya büyük bir avantaj sağlamaktadır. Günümüzde bu tarz hibrit enerji depolama

sistemine sahip birçok donanma bulunmakta olup denizaltının bu avantajının tercih sebebi olduğu değerlendirilmektedir.

Diğer bir denizaltı enerji depolama yöntemi ise sadece yakıt pilinin kullanılarak enerji elde etmesi için enerjinin depolanmasıdır. Bu tür denizaltılarda enerji yakıt olarak depolanan hidrojen ve onun gireceği kimyasal reaksiyonda ihtiyaç duyduğu oksijenin farklı formlarından elde edildiğinden denizaltının sualtında kalma süresi uzadığı için bu durum denizaltıya büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ülkemizde hem klasik konvansiyonel denizaltılar hem de yakın gelecekte envantere girecek olan enerji depolama olarak hibrit sisteme sahip olan denizaltılar göz önünde bulundurulduğunda denizaltılarda enerji depolama yöntemlerinin gelişime açık olduğu ve gelişen yeni teknolojilerle daha da gelişeceği çünkü bu hususun denizaltıların gizliliğini koruyarak uzun süre sualtında kalmasının depoladığı enerji ile doğrudan ilişkili olduğu düşünüldüğünde denizaltılarda enerji depolamanın önemi bir kez daha su üstüne çıkmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Harris B., The Navy Times Book of Submarines: A Political, Social, and Military History, 2nd Ed., Berkley Books, New York, 1997.
- [2] Denizaltılar ve Geleceğin Sualtı Harp konseptleri Araştırma Raporu Ekim 2018 (STM) Clark, AGE (STM)
- [3] https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/deniz_altilar_nasil_suyun_altina_dalar.jpg
- [4] <http://www.denizaltici.com/aboutus-submarine-sec3.htm>
- [5] <https://maritime.org/doc/fleetsub/elect/chap2.htm>
- [6] Walter Türbini kullanan denizaltılar hakkında daha fazla bilgi için: <http://www.uboat.net>
- [7] <https://uskudar.biz/m%C3%BChendishane/makaleler/kapal%C4%B1-devre-dizel.html>
- [8] <https://mavivatan.net/denizaltilar-ve-tahrik-sistemleri-2-havadan-bagimsiz-tahrikli-dizel-elektrik-denizaltilar>
- [9] <http://tesisatvemuhendis.blogspot.com/2017/09/denizaltılarda-kullanlan-havadan-bagmsz.html/>
- [10] Kerros, P., Inizan, C., Grousset, D. (1992). MESMA AIP systems for submarines. DGA-DCN-INDRET, France
- [11] <https://www.slideshare.net/jornw1/u6000-power-73385-fuel-cellsversion1e>
- [12] Cortana Corporation, Anon., Air Independent Propulsion (AIP) Systems, 1988
- [13] Paper on Submarine Power and Propulsion Presented at Pacific 2008 in Sydney, Australia.
- [14] J. Szyborski, "Lead-acid batteries for use in submarine applications," in Proceedings of the 2002 Workshop on Autonomous Underwater Vehicles, San Antonio, 2002.
- [15] F.-S. Gady, "South Korea Launches First-of-Class 3,000-ton KSS-III Diesel-Electric Attack Submarine," The Diplomat, 14 September 2018. [Online]. Available: <https://thediplomat.com/2018/09/south-korea-launches-first-of-class-3000-ton-kss-iii-diesel-electric-attack-submarine/>.
- [16] Submarine Storage Batteries, Lead Acid Batteries, Naval Ships' Technical Manual (NSTM), S9068-G1-STM-010/CH-223.
- [17] A Design Tool For The Evaluation Of Atmosphere Independent Propulsion In Submarines By Grant B. Thomson, LCDR, USN B.S., Marine Engineering United States Naval Academy, 1979
- [18] Energy Storage Systems for Shipboard Microgrids—A Review Muhammad Umair Mutarraf * , Yacine Terriche, Kamran Ali Khan Niazi , Juan C. Vasquez and Josep M. Guerrero Received: 5 November 2018
- [19] Thomson B., A Design Tool For The Evaluation Of Atmosphere Independent Propulsion In Submarines, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1994.
- [20] Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Nobel Ödülü, İlay Çelik Sezer, 2019
- [21] https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi162/d162_4248.pdf
- [22] <https://thinktech.stm.com.tr/detay.aspx?id=240>
- [23] <https://maritime.org/doc/fleetsub/diesel/chap5.htm>
- [24] <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/submarine-design-unique-tanks-submarine>
- [25] Energy Management System in Naval Submarines by Byeongdoo Jeon May 2020
- [26] <https://slidetodoc.com/hochschule-fr-angewandte-wissenschaften-hamburg-university-of-applied>
- [27] <https://www.wired.co.uk/article/nuclear-submarine-astute>

ÖZEL VİNÇ KANCASININ NÜMERİK VE DENEYSSEL ANALİZİ

Ömer ŞENGÜL

Gebze Çelik İhracatçılar Birliği Ali Nuri Çolak Oğlu Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
omersengulll@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-2293-5064

Menderes KAM

Düzce Üniversitesi, Dr. Engin PAK Cumayeri Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri
mendereskam@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2293-5064

Özet

Bu çalışmada, gemilerde bulunan ambar bölgelerini doğal şartlardan korumak için büyük öneme sahip ambar kapaklarını açıp kapatmak için tasarlanmış vinçlerin kancalarının statik analizi ele alınmıştır. Çalışmada özel vinçler için özel kanca tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Bu kanca, sonlu elemanlar metodu ile modellenmiştir. Modeli yapılan kancanın statik yükleme koşulları altında analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda kancadaki kritik bölgeler tespit edilmiştir. Yapı çelikleri ile kanca imalatı yapılarak sonlu elemanlar metodu ile analiz sonuçlarında aşırı gerilmelere maruz bölgelere gerilimölçer sensörler yerleştirilerek veriler elde edilmiş ve yapılan nümerik analiz sonuçları ile deneysel sonuçlar kıyaslanmıştır. Yapılan simülasyon ve deneyler sonucunda verilerin birbiri ile uyum içinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kanca, Tasarım ve Modelleme, Yapı Çeliği, Gerilim Ölçer

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF A SPECIAL CRANE HOOK

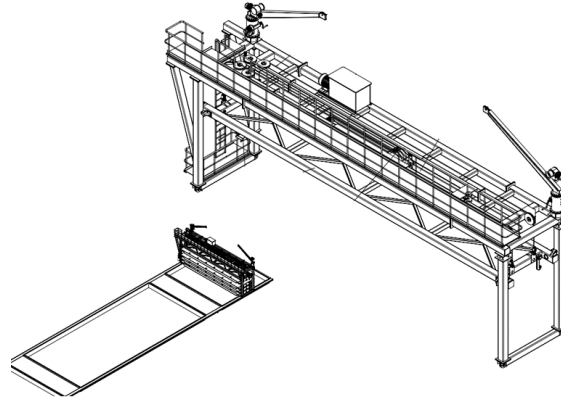
Abstract

In this study, static analysis of the hooks of cranes designed to open and close the hatch covers, which are of great importance for protecting the warehouse areas on ships from natural conditions, in ship cargo transportation, is discussed. In this context, special hook design and manufacturing were carried out for special cranes. This hook is modeled by means of finite element method. The analysis of the modeled hook was performed under static load conditions. As a result of the analyzes, critical sections on the hook have been identified. By manufacturing hooks with structural steels using the finite element method, the numerical analysis results performed by placing stress meter sensors in sections exposed to excessive stresses in the analysis results were compared with the experimental results. As a result of the simulations and experiments conducted, it was found that the data came out in harmony with each other

Keywords: Hook, Design and Modeling, Structural Steel, Strain Gage.

1. GİRİŞ

Deniz yolu taşımacılığı günümüzde oldukça gelişmiştir hatta dünyada bu oran %80 den fazla olduğu istatistik verilerde de açıklanmıştır [1-3]. Gemilerde yük taşımacılığında kullanılmak için ambar bölgeleri vardır. Bu ambar bölgelerinde en önemli unsur ambar kapaklarıdır [4]. Ambar kapakları gemilerde taşımacılık yaparken ürünün nem, ısı, yağmur vb. gibi şartlardan ürünleri korumaktadır [5-9]. Bu ambar kapaklarını açıp kapatmak için özel vinçler tasarlanmıştır. Şekil 1’de ambar kapak açma vinci gösterilmiştir.



Şekil 1. Ambar Kapak Açma Vinci [5].

Şekil 1’de gösterilen özel tasarlanmış ambar kapak açma vinçleri için özel tasarımı kancalar gerekmektedir. Standart olarak tasarlanan kancaların matematik modellemesi ve nümerik analizleri yapılmadıklarından dolayı herhangi bir hata durumunda iş kazaları meydana gelmektedir ve bu hataların sebepleri de bilinmemektedir [7]. Bu çalışmada sonlu elemanlar yöntemi ile modellenen özel tasarlanmış kancanın nümerik analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda kanca malzemesinde meydana gelen gerilme yığılımları ve deforme olan bölümler tespit edilerek tasarımda optimizasyon yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada kanca malzemesi olarak st37 yapı çeliği kullanılmıştır. Yapı çeliği mukavemet değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

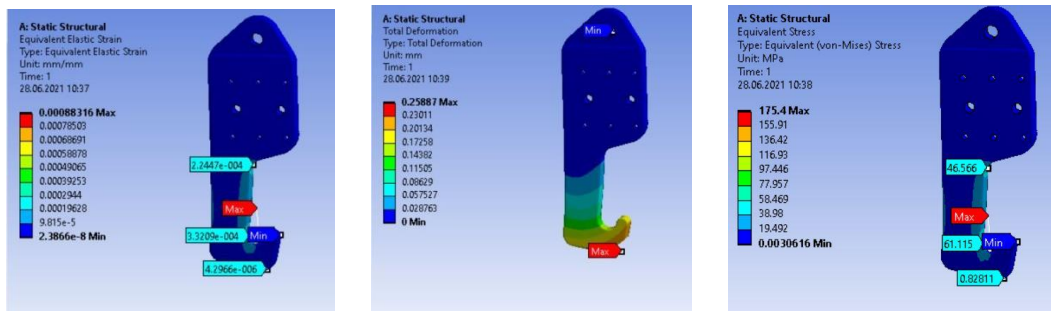
Tablo 1. St37 yapı çeliğinin mukavemet değerleri [2].

Malzeme	Çekme Dayanımı (MPa)	Akma Dayanımı (MPa)	Sertlik (HB)	Poison Oranı
St37	340-470	215	125	0,3

2.1. Sonlu Elemanlar Metodu ve Nümerik Analiz

Sonlu elemanlar yöntemi, matematikle birlikte karmaşık sistemlerin sadeleştirilerek elemanlarına ayrılması ile nümerik hesaplama ilkesine dayanmaktadır [11].

Sonlu elemanlar yöntemi ile modellenen 6 ton statik yükleme koşuluna maruz kalınan özel tasarlanmış kancanın analizleri Şekil 2’de gösterilmiştir.



a) Eşdeğer Elastik Gerilmesi b) Toplam Deformasyon c) Eşdeğer Gerilme (Von-Mises)

Şekil 2. Kancanın analizleri

2.2. Deneysel Çalışmalar

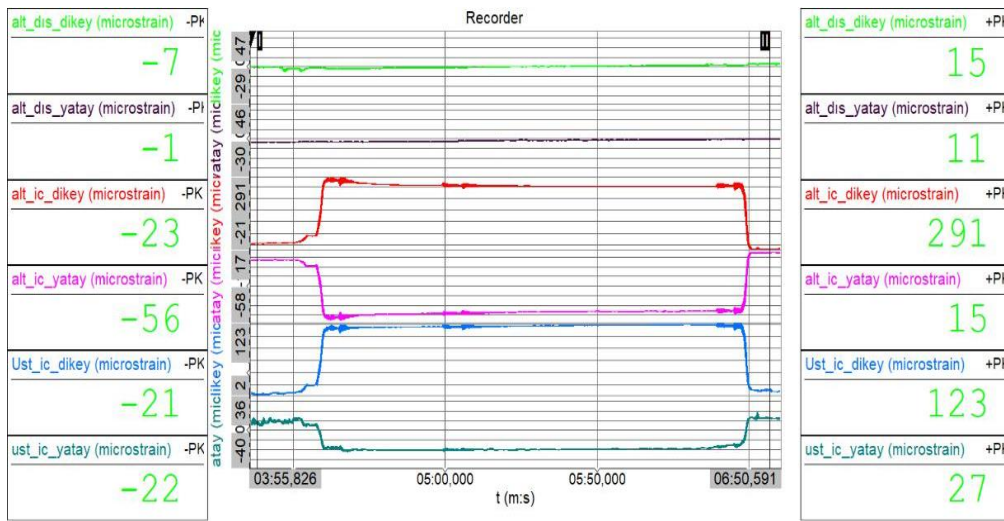
Bu çalışmada yapı çeliği ile üretimi yapılan kancanın yük kaldırması esnasında oluşan gerilim değerlerinin ölçümü için yapılan araştırmaya ilişkin veri toplanması ve toplanan verilerin incelenmesini içermektedir. Kaldırma işlemi esnasında gerilim değerlerini ölçmek için yapı çeliği ile imal edilen kancanın belirlenen kritik noktalarına gerilim ölçer sensörleri yerleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Kancanın kritik noktalarına sensörlerin yerleştirilmesi

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

DeneySEL çalışmanın sonuçları Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Gerilim ölçer verileri

Yapılan nümerik ve deneysel analizlerde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu da yapılan modellemenin ve nümerik analizin doğruluğunu bize göstermektedir. Yapılan literatür çalışmalarında herhangi bir kancanın tasarımı yapıldıktan sonra direk olarak imalat işlemleri yapılmıştır. Bu da bir çok sorunu beraberinde getirmektedir. Herhangi bir hata durumunda hatanın yeri ve durumu tespit edilememektedir. Bu nedenle birçok mühendislik sorununu ortaya çıkarmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda da sadece nümerik analiz yapılarak deneysel verilerle bu hesaplamalar test edilmemektedir. Bu yapılan çalışmada nümerik analiz ve deneysel analizin her ikisi de daha doğru sonuçlara ulaşarak hataların giderilmiş olduğu öngörülmüştür.

TEŞEKKÜR

Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine 2020.22.01.1124 kodlu projeye katkılarından dolayı teşekkür ederiz

KAYNAKLAR

- [1] Hansen, A., 1995. Reliability Methods for the Longitudinal Strength of Ships, DTU, Denmark
- [2] Şengül, Ö., Kam, M., Vinç Sistemlerinde Kullanılan Kancaların Tasarımı, İmalatı ve Sonlu Elemanlar Analizi. Güven Plus Grup Yayıncılık A.Ş. İsn:978-605-7594-55-6. 169-187, 2020.
- [3] Lengvarský, P., Mantič, M., Huňady, R., Design and strength analysis of C-hook for load using the finite element method. MATEC Web Conf. Volume 313. Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering - DYN-WIND'2020. 16 April 2020.
- [4] Hancock, J., Brown, D., On the role of strain and stress state in ductile Failure. Journal of the Mechanics and Physics of Solids. 31 (1): 1-24. 1983.
- [5] Şengül, Ö., Kam, M., Taşımacılıkta Kullanılmak Üzere Bir Kanca, TR Patent, 2021/013402, 2021
- Okan, B., 2008. Gemi ve Açıkdeniz Yapıları Mukavemeti Ders Notları. İTÜ. İstanbul.

- [6] Khan, N., Bhushan, G. and Chandna, P., Design and Stress Analysis of Ramshorn Hook with Different Cross Section using CAE Tools. IJETS. Vol. 4. Issue 1. pp. 1-8. (2017).
- [7] Attarhal, M.J., Sattari-Far, I., Study on welding temperature distribution in thin welded plates through experimental measurements and finite element simulation, Journal of Materials Processing Technology, Volume 211, Issue 4, 1 April 2011, Pages 688-694, <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2010.12.003>
- [8] Hillary, B. Ewins, D. J., "The Use of Strain Gauges in Force Determination and Frequency Response Function Measurements", 2nd International Modal Analysis Conference, Vol. 2, pp. 627-634, 1984.
- [9] Şengül, Ö., Kam, M., "An Evaluation on Computer Aided Design Analysis and Mechanical Properties of Hatch Cover Opening Hooks". International Journal of Analytical, Experimental and Finite Element Analysis. RAME Publishers. vol. 7. issue 4. pp. 91-100. Dec 2020.

1470 MPA SAC MALZEMENİN SOĞUK ŞEKİLLENDİRME PROSESİNDE GERİ YAYLANMA ANALİZİ VE TELAĞI YÖNTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Kudret Köse

Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A.Ő., Ar-Ge Merkezi
kosek@toyotetsu.com.tr, ORCID ID: 0000-0002-0270-543X

Mustafa Oğuz Sevensil

Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A.Ő., Ar-Ge Merkezi
sevensילו@toyotetsu.com.tr, ORCID: 0000-0001-9787-4895

Murat Aydoğan

Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A.Ő., Ar-Ge Merkezi
aydoganm@toyotetsu.com.tr, ORCID: 0000-0002-0477-114X

Özet

Günümüzde otomotiv sektöründe araç parçaları, aracın mekanik dayanımını ve ağırlığını belirleyen başlıca unsurlardandır. Bu sebeple sektörde hafif ve mukavemetli parçalar ön plana çıkmaktadır. Araç gövde parçalarında 270 MPa, 440 MPa, 780 MPa, 980 MPa ve 1180 MPa gibi birçok farklı çekme mukavemetine sahip sac malzeme kullanılmaktadır. Araç gövdesini oluşturan çelik sac parçaların mukavemeti arttıkça aracın genel mukavemetini sağlamak için ihtiyaç duyulan parça sayısı azalmaktadır. Bu durum, araç ağırlığının ve parça üretim proseslerinin azaltılması gibi birçok avantaj ortaya çıkarmaktadır. Yüksek mukavemetli saclar şekillendirilirken başta geri yaylanma problemi olmak üzere birçok konuda detaylı çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Geri yaylanma problemi, sektörde sıklıkla kullanılan sıcak şekillendirme yöntemi ile önemli ölçüde azaltılabilmektedir ancak sıcak şekillendirme yönteminin malzeme ve işletme maliyetlerinin yüksek oluşu araŐtırmacıları soğuk şekillendirme ile yüksek mukavemetli parçalar üzerinde çalışmaya yöneltmiştir. Bu çalışmada, 1470 MPa yüksek çekme mukavemetine sahip malzemenin soğuk şekillendirme yöntemi kullanılarak geri yaylanması analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları, prototip kalıplarda basılan deneme parçalarının ölçüm sonuçları ile kıyaslanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde düşük mukavemetli saclara göre daha yüksek oranda geri yaylanma tespit edilmiştir. Geri yaylanma probleminin çözümü için araştırmalar yapılmış ve bazı yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler form simülasyonlarında kullanılarak geri yaylanma üzerine etkileri analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, telafi yöntemlerinin 1470 MPa yüksek çekme mukavemetine sahip parçalarda geri yaylanma problemini önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 1470 MPa Yüksek Dayanımlı Çelik Sac Malzeme, Soğuk Şekillendirme, Geri Yaylanma Problemi ve Telafi Çalışmaları, Otomotiv

DEVELOPMENT OF SPRINGBACK ANALYSIS AND COMPENSATION METHODS IN THE COLD FORMING PROCESS OF 1470 MPA SHEET MATERIAL

Abstract

Today, sheet metal parts of vehicle in the automotive industry are the main factors that determine the mechanical strength and weight of the vehicle. For this reason, light and strength parts come to the fore in the sector. 270 MPa, 440 MPa, 780 MPa, 980 MPa and 1180 MPa are used in vehicle body parts. As the strength of the steel sheet parts forming the vehicle body increases, the number of parts needed to provide the overall strength of the vehicle decreases. This creates many advantages, such as reducing vehicle weight and component manufacturing processes. When forming high-strength sheets, detailed solutions are needed in many issues, especially the springback problem. The springback problem can be significantly reduced by the hot forming method, which is frequently used in the industry, but since the material and operating costs of the hot forming method are expensive, researchers have directed to work on high-strength parts by cold forming. In this study, springback of 1470 MPa high tensile strength material using cold forming method was analyzed. The analysis results obtained were compared with the measurement results of the try-out parts stamped on the prototype dies. When the results were

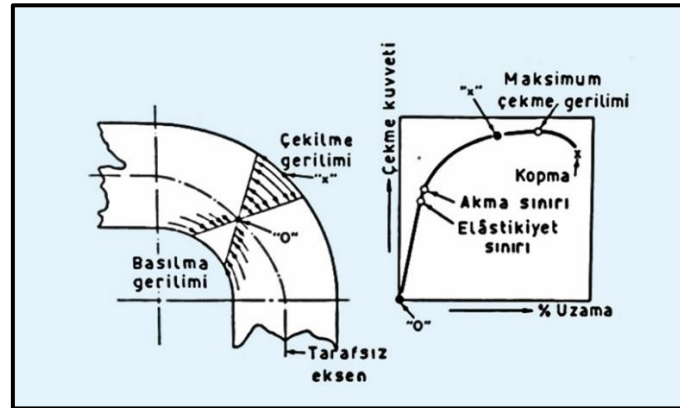
examined, a higher rate of springback was detected compared to the low-strength sheet metal parts. Research has been done and some methods have been developed to solve the springback problem. These developed methods were used in form simulations and their effects on springback were analyzed. As a result of the study, it was determined that compensation methods significantly reduced the springback problem in parts with high tensile strength of 1470 MPa.

Keywords: 1470 MPa High Strength Steel Sheet Material, Cold Forming, Springback Problem and Compensation Studies, Automotive.

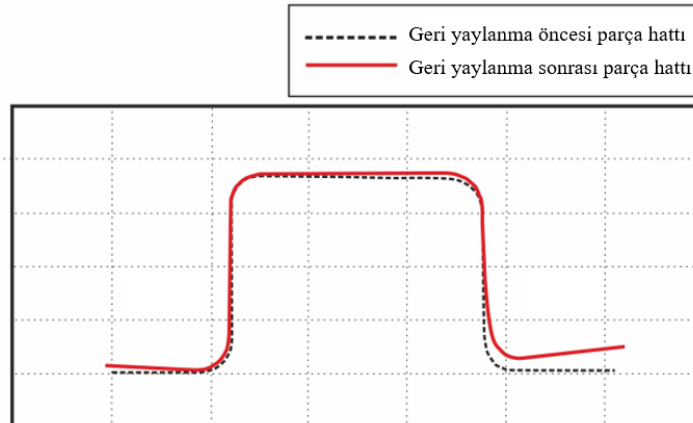
1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen sac malzeme teknolojisiyle birlikte otomobil üreticileri daha hafif ve yüksek mukavemetli parçaları tercih etmektedir [1]. Bir aracın gövdesinde soğuk şekillendirme yöntemi ile üretilmiş 270 MPa, 440 MPa, 780 MPa, 980 MPa ve 1180 MPa gibi birçok çekme mukavemetine sahip sac parça bulunmaktadır.

Yüksek mukavemetli sacların en büyük dezavantajı şekillendirildikten sonra ortaya çıkan geri yaylanma (springback) problemidir. Geri yaylanma, bir sac parçanın şekil verme işleminden sonra elastik olarak değişime uğramasıdır [2]. Geri yaylanmaya neden olan iki temel etken vardır. Bunlardan birincisi malzeme içerisindeki moleküllerin yer değiştirmesi, diğeri ise malzeme üzerinde meydana gelen stres ve gerilimdir. Şekil1.'de gösterildiği gibi şekillendirme esnasında malzemenin dış bölgesi gerilirken iç bölgesi sıkıştırılmaktadır. Bu durum malzemenin iç yüzeyindeki moleküler yoğunluğu artırırken dış yüzeyindeki moleküler yoğunluğu azaltmaktadır. Dolayısıyla malzemenin iç yüzeyine uygulanan basma kuvvetleri, dış yüzeyine uygulanan çekme kuvvetlerinden daha azdır ve bu durum malzemenin orijinal şekline geri dönmeye çalışmasına neden olmaktadır [3]. Şekil2.'de bükme işlemi sonrası geri yaylanmış parça hattı görülmektedir.



Şekil1. Basma ve çekme gerilmeleri [4]



Şekil2. Geri yaylanma öncesi ve sonrası parça hattı [5]

Malzeme kalınlığı, malzeme cinsi ve işlem parametreleri (sıcaklık vb.), form çeliklerinin malzeme üzerinde bekleme süresi ve malzemeye uygulanan pres yükü geri yaylanmayı etkileyen ana faktörlerdir [6].

Sac malzemenin deneme yanılma yöntemiyle ne kadar geri yaylanacağını tahmin etmek zor ve emek isteyen bir iştir. Geliştirilen sayısal kompanzasyon yöntemleri ile kısa sürede geri yaylanma analizi yapılmakta ve kalıp üretimi (alıştırma) sırasında yapılan gereksiz işçilikler ortadan kaldırılmaktadır [7]. Bükme kalıplarında geri yaylanma problemini düzeltmek için birçok metot uygulanmaktadır. Bunlardan bazıları; kademeli bükme, kamlı bükme, V bükme ve çift etkili bükmedir [8]. Hyun ve Kye [9], 1.2 GPa çekme mukavemetine sahip sac malzemenin soğuk şekillendirme prosesinde geri yaylanma analizini gerçekleştirmişlerdir. Bükülen parça eteğine ekledikleri formu diğer proseste ezdirerek geri yaylanmayı önemli ölçüde azaltmışlardır. Komgrit ve arkadaşları [10], 980 MPa ve 1180 MPa çekme mukavemetine sahip sac malzemeleri soğuk şekillendirme prosesinde U şeklinde bükerek geri yaylanma analizi yapmışlardır. PAM-STAMP V.2018 yazılımını kullanarak yapmış oldukları analizlerde çift etkili bükme yöntemini kullanmışlar ve bu yöntemin bükme radyusundaki stresi azalttığını tespit etmişlerdir. Radonjic ve Liewald [11], 980 MPa çekme mukavemetine sahip sac malzemeyi soğuk şekillendirme prosesinde iki aşamada çekerek U formunu vermişlerdir. Bu yöntemin malzeme üzerindeki gerilimleri üst üste bindirerek geri yaylanmayı azalttığını gözlemişlerdir.

Bu çalışmada 1470 MPa yüksek çekme mukavemetine sahip sac malzemenin soğuk şekillendirme prosesinde sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analizi gerçekleştirilmiş ve geri yaylanma telafisi için yeni bir metodoloji araştırılmıştır. İlk bükme operasyonunda bükme radyusunun orijinal bükme hattından bükme duvarına doğru dışa taşınıp bir sonraki proseste ezdirilmesiyle geri yaylanma önemli ölçüde azaltılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Malzeme Özellikleri

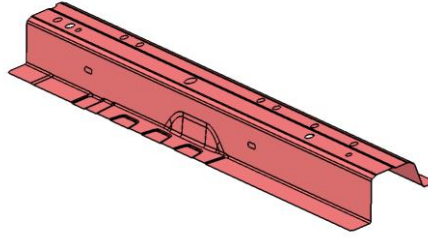
Yapılan simülasyonlarda 980 MPa ve 1470 MPa çekme mukavemetine sahip iki farklı sac malzeme kullanılmıştır. Simülasyonda kullanılan sac malzemelerin teknik özellikleri Tablo1.'de yer almaktadır.

Tablo1. Simülasyonda kullanılan sac malzemelerin teknik özellikleri

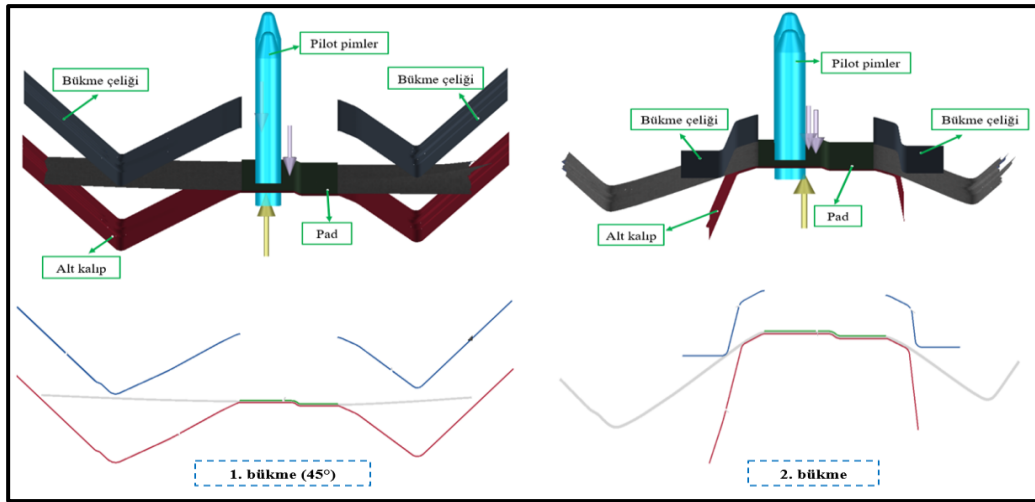
Malzeme Özellikleri	SCGA980	DOCOL1500M
Young Modülü (GPa)	210	200
Poisson Oranı	0.3	0.3
Akma Gerilimi (MPa)	666	1297
Çekme Mukavemeti (MPa)	1045	1593
Kalınlık (mm)	1.2	1.2

2.2. Proses Modelleme ve Analiz

Şekil 3'te yer alan parçanın üretimi için lazer kesim, 1. Bükme (45°) ve 2. Bükme olmak üzere 3 operasyon belirlenmiştir. Yüksek çekme mukavemetine sahip sac malzemelerin geri yaylanma miktarı düşük çekme mukavemetli sac malzemelere göre daha yüksek olacağından bükme prosesinin kademeli olarak yapılması ve 2. Bükme operasyonuna kompanzasyon verilmesi tercih edilmiştir [12]. Lazer kesim operasyonunda, dikdörtgen şeklindeki düz sketch malzemenin çevresi orijinal parça trimine uygun olacak şekilde kesilmiş ve diğer iki proses için gerekli olan 2 adet pilot delikleri delinmiştir. Lazer kesim operasyonunda kesilecek olan trim hattı Autoform yazılımında trim optimizasyonu çalışılarak elde edilmiştir. Aynı zamanda Şekil4.'te yer alan proses yüzeyleri de Autoform yazılımında oluşturularak simülasyon yapılmıştır.



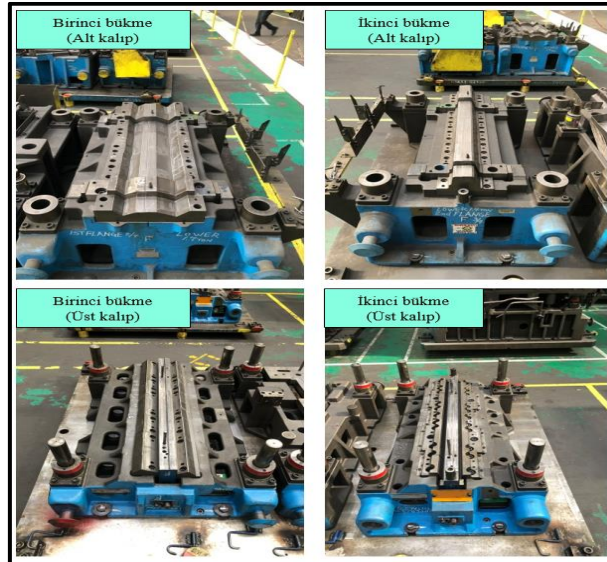
Şekil3. Üretilmek istenen sac metal parça



Şekil4. Proses yüzeyleri

2.3. Kalıp Denemesi

Lazer kesimden gelen 980 MPa ve 1470 MPa yüksek çekme mukavemetine sahip deneme parçaları Şekil5.'te gösterilen prototip kalıplarda bükme işlemine tabi tutulmuştur.

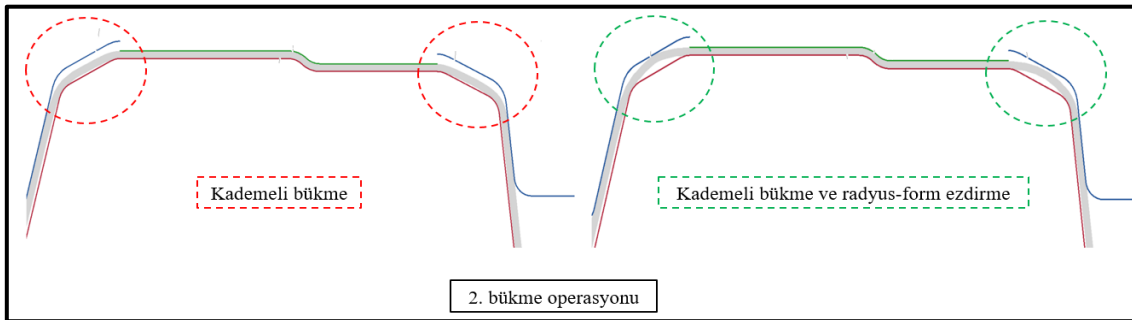


Şekil5. Prototip kalıplar

Denemeler Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. Ve Tic. A.Ş.'nin 2000 ton basma kuvvetine sahip transfer presinde gerçekleştirilmiştir. Son operasyondan çıkan bükülmüş parçalar ATOS tarama cihazında taranmış ve elde edilen tarama dataları GOM Inspect yazılımında ölçüsel olarak karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları ile deneme sonuçlarının tutarlı bir şekilde karşılaştırabilmesi açısından malzeme cinsi, kalınlığı, offset yönü, proses yüzeyleri vb. Özellikler aynı tutulmuştur.

2.4. Radyus-Form Ezdirme Yöntemi

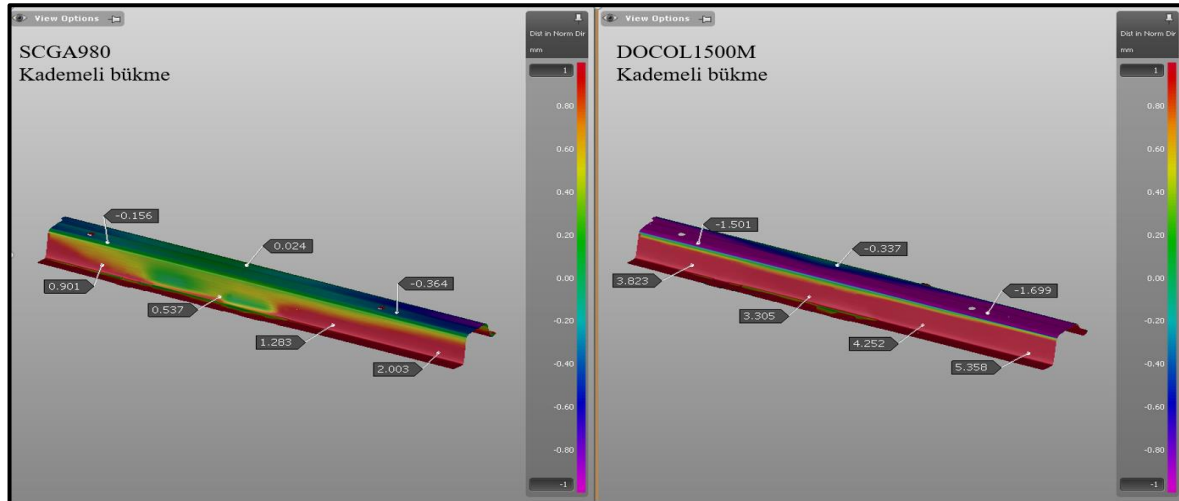
Radyus ve form ezdirme yöntemleri, yüksek çekme mukavemetine sahip sac malzemelerde geri yaylanmayı azaltmak için kullanılan yöntemlerden iki tanesidir. Bu yöntemler, son bükme operasyonundan önce verilen farklı ölçüdeki radyusun ya da ekstra formun bir sonraki proste ezdirilip nihai parça şeklinin verilmesi esasına dayanır. Yapılan analiz sonuçları ve kalıp denemesinden çıkan parçalar incelendiğinde kademeli bükme ve kompanzasyon yöntemi uygulanmasına rağmen DOCOL1500M’de meydana gelen geri yaylanma miktarının çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı DOCOL1500M için kademeli bükme yöntemine ek olarak radyus ve form ezdirme yöntemleri sentezlenerek uygulanmış ve bu doğrultuda analizler gerçekleştirilmiştir. Kademeli bükme ve kompanzasyon yöntemi ile SCGA980’in geri yaylanma miktarının tolerans içerisine girdiği görülmüştür. İkinci bükme operasyonunda uygulanan radyus-form ezdirme yöntemi Şekil6.’da gösterilmiştir.



Şekil6. 2. Bükmede uygulanan radyus-form ezdirme yöntemi

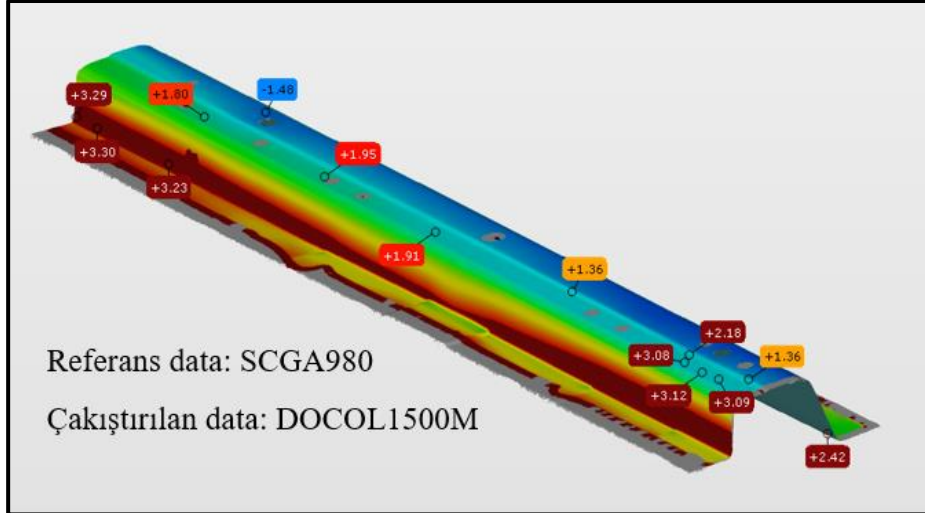
3. SONUÇLAR

Şekil 7.’de 980 MPa ve 1470 MPa çekme mukavemetine sahip sac malzemelerin simülasyon ortamındaki geri yaylanma analiz sonuçları gösterilmiştir.



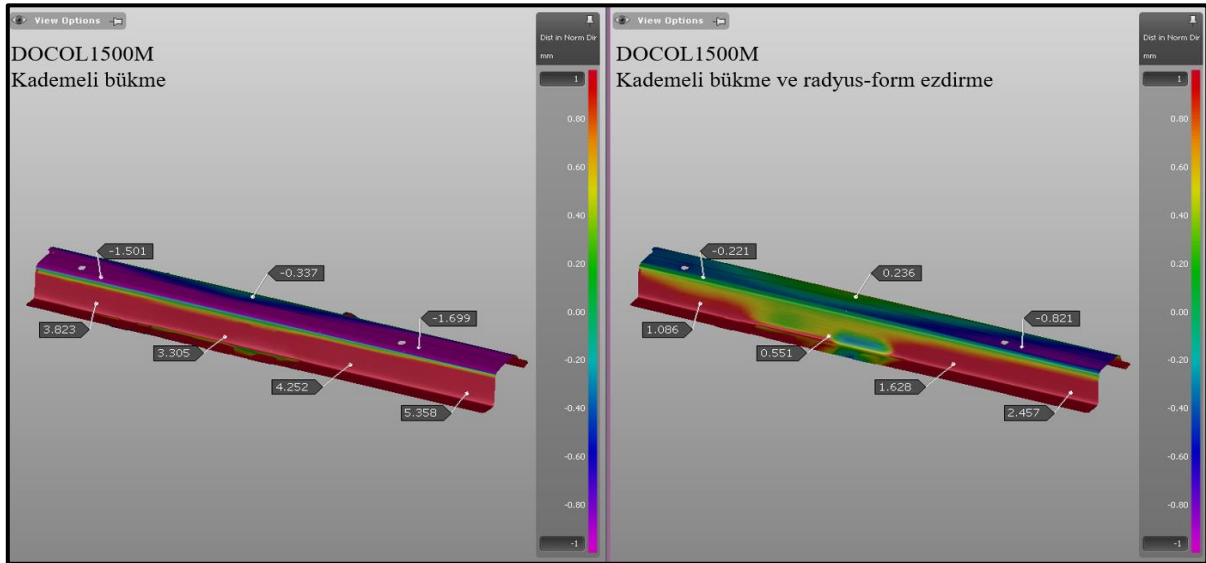
Şekil7. SCGA980 ve DOCOL1500M’in geri yaylanma miktarları

Analiz sonuçlarına göre DOCOL1500M’in SCGA980’e göre duvar bölgesinde yaklaşık 3 mm daha fazla geri yaylandığı tespit edilmiştir. Şekil8.’de prototip kalıp denemelerinden çıkan SCGA980 ve DOCOL1500M’in geri yaylanma miktarlarının karşılaştırma sonucu verilmiştir.



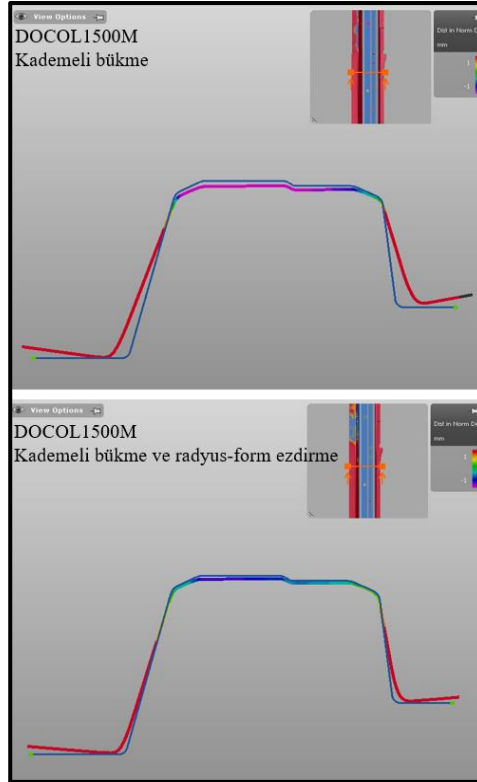
Şekil8. SCGA980 ve DOCOL1500M'in geri yaylanma miktarlarının karşılaştırılması

Şekil7. Ve Şekil8.'de yer alan sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, SCGA980 ve DOCOL1500M'in simülasyon ortamındaki geri yaylanma miktarları arasındaki farkın prototip kalıp denemesinden çıkan ölçüm sonuçlarıyla tutarlı olduğu görülmektedir. Şekil9.'da DOCOL1500M'in kademeli bükme ve kademeli bükmeye ek olarak radyus-form ezdirme yöntemindeki geri yaylanma analiz sonuçları verilmiştir.



Şekil9. DOCOL1500M'in kademeli bükme ve kademeli bükmeye ek olarak radyus-form ezdirme yöntemindeki geri yaylanma analiz sonuçları

Sonuçlar incelendiğinde radyus-form ezdirerek bükme işleminin DOCOL1500M'in bükme duvarındaki geri yaylanmayı yaklaşık 3 mm azalttığı görülmektedir. Radyus-form ezdirme yönteminde bükme çeliğinin bükülen parça yüzeyine teması kesildiği anda bükülen yüzey bir miktar daha içeri kapanmaktadır. Böylece geri yaylanma miktarı önemli ölçüde tolere edilebilmektedir. Şekil10.'da radyus-form ezdirme yönteminin geri yaylanmaya olan etkisi net olarak görülebilmektedir.



Şekil10. Radyus-form ezdirme yönteminin geri yaylanma üzerindeki etkisi

4. TARTIŞMA

980 MPa ve 1470 MPa yüksek çekme mukavemetine sahip iki farklı sac malzemenin geri yaylanma analizi sonuçları incelendiğinde;

- Yüksek çekme mukavemetine sahip sac malzemelerin düşük çekme mukavemetli sac malzemelere göre geri yaylanma miktarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- 1470 MPa çekme mukavemetine sahip sac malzemelerin geri yaylanma probleminin giderilmesinde kademeli bükme ve kompanzasyon yönteminin tek başına yeterli olamayacağı görülmüştür.
- Kademeli bükme ve kompanzasyon yöntemi 980 MPa çekme mukavemetine sahip sac malzemenin duvarındaki geri yaylanma problemini çözmüştür.
- Radyus-form ezdirme yöntemi, kademeli bükme ve kompanzasyon yöntemi ile birlikte kullanıldığında 1470 MPa çekme mukavemetine sahip sac malzemenin geri yaylanma miktarını önemli ölçüde azaltmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Nasheralahkami S, Zhou W, Golovashchenko S (2019), Study of Sheared Edge Formability of Ultra-High Strength DP980 Sheet Metal Blanks, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 141(9), 1-15.
- [2] Metal Forming Handbook Schuler (1998), Const. Edit.: Altan T, Berlin, Springer.
- [3] Benson S (2014), *Bending Basics: The hows and whys of springback and springforward*, 24 Kasım 2021 tarihinde FMA: <https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/bending/bending-basics-the-hows-and-whys-of-springback-and-springforward> adresinden alındı.
- [4] *Bükme Kalıplarında Geri Esneme Miktarının Hesaplanması*, 25 Kasım 2021 tarihinde Kalıpcılık E, <https://www.makinaegitimi.com/bukme-kaliparinda-geri-esneme-miktarinin-hesaplanması/> adresinden alındı.
- [5] Spathopoulos S, Stavroulakis G (2020), Springback Prediction in Sheet Metal Forming, Based on Finite Element Analysis and Artificial Neural Network Approach, *Applied Mechanics*, 1(2), 97-110.
- [6] Aslan Y, Karaağaç İ (2014), V Bükmede Geri Esneme Davranışları, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(3), 255-263.
- [7] Balon P, Ūwiatoniowski A, Szostak J (2016), Improved Method of Springback Compensation in Metal Forming Analysis, *Strength of Materials*, 48(4), 539-550.
- [8] *Correcting Springback*, 25 Kasım 2021 tarihinde World Auto Steel: <https://ahssinsights.org/forming/springback/correcting-springback/> adresinden alındı.

- [9] Jang H, Choi K (2018), A Study on the Finite Element Analysis of Springback Characteristics According to Stamping Process Conditions of UHSS with UTS of 1.2GPa, *J. Korea Society of Die & Mold Engineering*, 12(2), 34-39.
- [10] Lawanwong K, Hamasaki H, Hino R, Yoshida F (2020), Double-Action Bending for Eliminating Springback in Hat-Shaped Bending of Advanced High-Strength Steel Sheet, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106(1)1855–1867.
- [11] Radonjic R, Liewald M (2021), Compensating the Springback of Ultra-High-Strength Steel Parts by Specific Stress Superposition During Sheet Metal Forming, *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1157(1), 1-8.
- [12] Sae-Eaw N, Thanadngarn C, Sirivedin K, Buakaew V, Neamsup Y (2013), The Study of the Springback Effect in the UHSS by U-bending Process, *Applied Science and Engineering Progress*, 6(1), 19-25.

MARMARA DENİZİNDE 2021 YILINDA OLUŞAN MÜSİLAJ SORUNUN VE ALINAN TEDBİRLER

Şükrü Dursun,

Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya, Türkiye
sdursun@ktun.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2453-3464>

Emir Özkayalar

Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya, Türkiye
E.ozkayalar@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1131-9511>

Özet

Marmara denizinde 2021 ortalarında görülen olan deniz salyası problemi deniz ortamındaki canlı hayatı olumsuz yönde etkileyen bir olay olarak ortaya çıkmıştır. Bu olay nerdeyse tüm Marmara denizi ve bağlantılarının ekolojik dengesini etkileyen çevre problemi olarak ortaya çıkan bir durumdur. Marmara denizinde denizi salyasının oluşmasındaki temel sebepler birçok çalışmayla araştırılarak olumsuz durumun hangi boyutta olduğu ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Temel sebep olan denize bağlantılı su kaynaklarının aşırı kirlilik yükü getirmesi sebep gösterilmiştir. Bunun yanında deniz ekolojisinin bozulmasına sebep olan birçok faktörde deniz salyası oluşumunda etkindir. Ayrıca bölgede yapılan dengesiz avlanma ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunların bir etkisi olarak sucul ortamlarda trofik şartların değişimi gözlenmektedir. Değişen şartlar neticesinde zararlı fitoplankton türlerinin sayılarının artışı gözlenmiştir. Bu durum genellikle kirlenmiş sucul ortamlarda sıklıkla rastlanan aşırı alg büyümesi ya da alg patlaması olarak adlandırılmaktadır. Oluşan alg patlamasının sonucunda alglerin salgıladığı hücre dışı polimerik organik ve inorganik salgı müsülaj, diğer bir adıyla deniz salyası olarak adlandırılmaktadır. Meydana gelen olayın büyüklüğü ve oluşturabileceği problemin büyümesinden korkularak başta Çevre Bakanlığı olmak üzere Türkiye Cumhuriyeti'nin birçok kurumu konu ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Özellikle müsülajın doğrudan mekanik olarak denizden temizlenmesi ve kirlilik kaynaklarına karşı alınan tedbirler 2021 yılın son çeyreğinde etkili olmuş problem büyük ölçüde azalmıştır. Sonbahar ve kış aylarında suyun fiziksel özelliklerinin meteorolojik şartlara bağlı olarak alglerin üremesini yavaşlatması ve su sirkülasyonunun artması problemin daha da azalmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Müsülaj, Marmara Denizi, Fitoplankton, Deniz Salyası

THE MUCILAGE PROBLEM IN THE MARMARA SEA IN 2021 AND THE MEASURES TAKEN

Abstract

The sea saliva problem, which is seen in the Marmara Sea in the middle of 2021, has emerged as an event that negatively affects the living life in the marine environment. This event is an environmental problem that affects the ecological balance of almost the entire Marmara Sea and its connections. The main reasons for the formation of marine saliva in the Marmara Sea have been investigated by many studies, and the extent of the negative situation has been tried to be revealed. The main reason is the excessive pollution load of water resources connected to the sea. In addition, many factors that cause the deterioration of marine ecology are also effective in the formation of sea saliva. In addition, as an effect of environmental problems such as unbalanced hunting and climate change in the region, changes in trophic conditions are observed in aquatic environments. As a result of the changing conditions, an increase in the number of harmful phytoplankton species was observed. This condition is often referred to as excessive algae growth or algal bloom, which is common in contaminated aquatic environments. The extracellular polymeric organic and inorganic secretion mucilage secreted by the algae as a result of the algae explosion is called sea saliva. Many institutions of the Republic of Turkey, especially the Ministry of Environment, have carried out studies on the subject, fearing the magnitude of the event and the growth of the problem it may cause. In particular, the mechanical cleaning of mucilage from the sea and the measures taken against pollution sources were effective in the last quarter of 2021, and the problem was greatly reduced. In autumn and winter, the physical properties of water will slow down the

growth of algae depending on meteorological conditions and the increase in water circulation will further reduce the problem.

Keywords: Mucilage, Sea of Marmara, Phytoplankton, Sea Saliva.

1. GİRİŞ

Su kaynakları, hidrolojik döngü içerisinde nütrientleri ve kirleticileri çözünmüş veya partikül halinde taşıyabilir. Su içerisindeki doğal olmayan maddeler su kaynaklarında olduğu gibi toprağa ve oradan da yeraltı suyuna da geçebilir ve tekrar yüzeysel sulara dönebilir. Kirleticilerin bazıları buharlaşma özelliğinde olup su ortamından atmosfere geçebilir ve kaynaklarından uzun mesafelere taşınabilirler. Bazıları çökme çökme özelliğine sahip olup havadan ortamından toprak ve su kaynaklarına dönebilir. Sucul alanların su kalitesine yönelik araştırmalarda, yüzeysel sularla ilgili kalite standartları belirlenmiştir. Diğer kirletici kaynaklardan, atmosferik çökme ve yeraltı suyu taşınmayla ilgili bilgiler daha sınırlıdır. Bu konuda, yeni araştırma teknikleri oluşturulması önemlidir. Türkiye’de bazı önemli göller ve körfezlerin aşırı kirletilmesi, su ürünlerinin aşırı avlanması ve sucul yaşam ortamlarının bozulmasına sebep olmaktadır. Göller ve barajlar ile birlikte deniz ortamlarının körfez alanlarında evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlenme önemli boyutlara ulaşmıştır. Türkiye’de birçok kıta içi sularda görülen kirlenme son günlerde Marmara denizinin bazı bölgelerinde de görülmekte olup acil eylem planları içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Üç tarafı Denizlerle çevrili olan Türkiye için Marmara Denizi önemli ve dikkate edilmesi gereken özellikleri vardır. İstanbul ve Çanakkale boğazları ile Karadeniz ve Ege denizine bağlantılı olsa da iç deniz olarak kabul edilebilir ve geniş yüzey alanını ile çeşitli su girişleri ile beraber atmosferden gelen çökelmeler de önemlidir. Bununla beraber, atmosfer-sucul ortam arasında olan etkileşimler su kirliliğinin d temizlenmesi için önemli olduğu unutulmamalıdır (Achman ve diğ., 1993). Diğer bir önemli nokta, Marmara Denizi önemli bir konumda bulunduğu için bu havzada çok önemli ve büyük sanayi bölgeleri mevcuttur. Bu sanayi bölgelerin çoğunda kullanılmış suların herhangi arıtma işlemine uygulamadan doğrudan doğruya iç denize özelliğindeki alan verilmesi veya buraya bağlantılı akarsu kaynaklarına deşarj etmesi kirlilik sorunu açısından çok önemlidir. Bunun için birçok denizlerdeki körfez kirliliğinin burada da yaşanması kaçınılmaz olduğu bilinci içerisinde kirletici girişinin kontrolü ve kirliliğin dağılımını sağlayacak sirkülasyon şartlarının öz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bir çok çevre felaketinde olduğu gibi tedbirlerin olaylar vuku bulmadan alınması önemli olacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırma Alanı

Marmara Bölgesi, Marmara denizinden adını almakta ve çevresindeki alanı temsil etmektedir. Avrupa kesimi ile Asya’daki toprakları, Marmara denizi ve bağlantılı boğazlar ile ayrılır. Türkiye için Marmara Bölgesi yüzey alanı %8’lik alanı kaplar. Güney-doğu Anadolu Bölgesinden sonra, Türkiye’nin yedi bölgesinin 2ci küçük alanıdır. Marmara Bölgesi’nin, yüzey şekilleri açısından önemli özelliği benzerlik gösteren bir yüzey özelliğine sahip olmasıdır. Marmara Bölgesinde dağlık alanlar önemli yer kaplamaz. Mevcut olan dağlar da devamlılık gösteren sıralar şeklinde değildir (URL-001). Marmara Bölgesi, bütün yönleriyle Türkiye’de en gelişmiş bölgedir. Yüzey şekillerinin oldukça elverişli olması, her iki boğazın mevcudiyeti ve çok özel konumu sebebiyle, iyi bir ulaşım imkanına sahiptir. Mevcut durumunun ortaya koyduğu avantajlar bölge için güçlü bir ekonomik yapı sağlamıştır. Bu bölge önemli ekonomik tesislerin temelini, endüstri ve ticaret alanlarını oluşturur. Türkiye’nin sanayi bazlı üretiminin yarısı, hatta daha çoğunun buradan gerçekleştirilmesini sağlar. Türkiye’de tarımsal alanların, oransal olarak en fazla olduğu Marmara Bölgesi’nde; tarım/bahçecilik oldukça yaygın olarak ve gelişmiş yöntemlerle yapılmaktadır. Tarımsal üretim oranı diğer bölgelere kıyasla yüksek düzeydedir. Bütün bunlara rağmen, üretim için diğer bölgelerden önemli ölçüde tarım kökenli ürünü de alır. Çünkü, bölgenin yoğun bir nüfusa sahip olması bölgesel üretimi yetersiz kılmaktadır. Bölgede yetiştirilen mevcut hayvansal varlık, bunu yanında et dışı hayvansal ürünlerinde elde etmesine yöneliktir. Et ihtiyacının büyük bir kısmı, diğer bölgelerden getirilen hayvanlardan giderilirken tarımsal üretim daha hakimdir. Bölgedeki yeraltı kaynakları içinde mermer, volfram, manganez, krom, ve doğal gaz başta gelmektedir. Fosil yakıtlardan Linyit yatakları önemlidir (URL-002).



Şekil 1. Marmara Bölgesi Haritası (URL-004)

67.000 kilometrekarelik yüz ölçümü ile Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayan Marmara bölgesi Türkiye'nin gerek ekonomik gerekse jeopolitik olarak en önemli bölgesi konumundadır (Şekil 1). Ekonomik faaliyetler arasından en önemlisi ve yaygını sanayidir. Sanayileşmenin yoğun şekilde görüldüğü bu bölgede, en gelişmiş sanayi örnekleri İstanbul-Bursa-Kocaeli şehirlerinde gözlenmektedir (URL-003). Sanayi başlığı detaylandırılırsa çıkarılan ürünler genel olarak otomotiv parçaları, metal ürünleri, işlemden geçmiş gıda, dokuma, hazır gıda, giyim, çimento, kimya ve petrokimya şeklinde sıralanabilir. Türkiye'de bölgeden bölgeye değişiklik gösteren iklimler mevcuttur. Marmara bölgesinde iklimden bahsedilecek olursa genel bir çatı altına koymak zordur. Karadeniz iklimi, karasal iklim ve Akdeniz iklimi arasında bir geçiş iklimi olarak söylemek doğru olacaktır. Marmara denizi Karadeniz'i, Ege denizini ve Akdeniz'i birbirine bağlayan bir deniz olduğu için iç deniz olarak adlandırılır. Marmara adasında çok fazla mermer bulunduğu için Yunan dilinde mermer anlamına gelen "marmaros" denilmiş ve Marmara denizinin ismi buradan gelmiştir. 240 km uzunluğa, 70 km genişliğe ve 11.500 kilometrekare yüzölçümüne sahiptir. Marmara denizinde görülen akıntı tipi, diğer deniz ve okyanuslarda gözlenen dairesel tipin aksine doğu – batı yönünde bir akıntı tipidir. Tuz, sıcaklık ve oksijen oranları açısından farklı su kütlelerinden meydana gelmektedir (URL-001).

2.2. Deniz Kirliliği

Denizel ortamlar iç sulara kıyasla geniş su kütleleri ve diğer karışma ortamları ile kirlenmeye karşı toleranslı olmalarına karşılık, su kaynakların bağlantı noktalarında ve körfez alanları gibi karışımın yetersiz olduğu alanlarda kirlilik olayları sıklıkla görülmektedir (Şekil 2). Deniz kirliliği, çeşitli endüstriyel, kimyasal, tarımsal ve evsel atıkların denizlere deşarj edilmesi yahut karışması sonucunda yüzeysel su birikintilerinden gözlenen çevre kirliliği türüdür. Sucul ortamlardaki kirlilik çoğu zaman çökelme veya doğal mikroorganizmalar tarafından bertaraf edilmelerine rağmen aşırı kirlenme sonucu doğal ortamlarda önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Denizlerde oluşan kirlilik sonucunda istenmeyen kimi istilacı olarak adlandırılan mikroorganizma türlerin üremesi için elverişli ortam sağlanmış olmaktadır. Kirlilik kaynakları çoğunlukla insan faaliyetleri kökenlidir. Buna örnek vermek gerekirse; kullanılmış evsel ve endüstriyel atık suların yerli arıtılma yapılmadan deşarj edilmeleri, tarımsal alanlarda yüzeysel akış, rüzgâr ve seller tarafından taşınan toz ve diğer atıklardan bahsedilebilir. Deniz gibi yüzeysel su kütlelerinin kaldırabileceğinden çok daha fazla oranda deşarj edilen, evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların bir sonucu olarak ötrofikasyon adı verilen sucul ortamın besin maddesi bakımından zenginleşmesi olayı gözlenir. Ötrofikasyon su ekosistemini tahrip edebilecek derecede olumsuz bir olaydır. Su ekosistemini tahrip edilmesi gerek ekonomik gerekse çevre sağlığı açısından oldukça tehlikeli bir durumdur (URL-005).



Şekil 2. Katı atıklarla kirlenmiş bir yüzeysel su kütlesi

2.3. Kirlilik Kaynakları

Sucul ortamların özelliklerine bağlı olarak kirlilik kaynakları da birçok farklı şekilde kategorize edilebilir. Bu çalışmada sucul ortamların kirlenme kökenleri üç ana başlığa ayrılarak incelenmiştir. Bunlar; kullanılmış ve atık suların arıtılmadan doğrudan deşarjı, kirlenmiş kaynakların yüzeysel akış ve atmosferik kirliliktir. Kirlilik genellikle noktasal kirlilik ve yayılı kirlilik olmak üzere iki sınıfta incelenir. Belirlenmesi kolay ve yerel bir kirlilik söz konusu ise bu noktasal kirlilik olarak adlandırılır. Örnek vermek gerekirse kanalizasyon vasıtasıyla doğrudan denize deşarj olan atık su bir noktasal kirlilik örneğidir. Noktasal kirlilik gelişmiş olan ülkelerde daha çok gözlenen bir kirlilik türüdür.

2.4. Doğrudan Atıksu Deşarjı ile Kirlilik

Endüstriyel atık su deşarjı ya da kent kanalizasyon sistemleri vasıtasıyla kirletici maddelerin yüzeysel su kütlelerine karıştırılabilmektedir. Sanayi ve maden alanlarında yaygın olarak görülen metal atıkları önemli bir sanayi atığıdır. Metallerin çıkarılması ve işlemleri esnasında kullanılan kimyasal maddeler toprağa ve suya karışarak bunların doğal yapısını bozabilmektedir. Bu yapısı bozulmuş olan kaynaklar, yeraltı ve yüzeysel sular vasıtasıyla denizlere kadar ulaşarak belirli periyotlarda deniz ortamlarının yapısının bozulmasında önemli rol oynayabilmektedir. Deniz ortamlarının yapısının bozulması nihayetinde su ekosistemi içerisinde yaşayan canlıları, temasla kara canlıları olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

2.5. Yüzeysel Akış ile Kirlilik

Kentlerden, tarım alanlarından sulama ve yağışlarla taşınım, liman alanları ve inşaat alanlarından kaynaklanan yüzeysel akışlar, seller vb. olaylar ile toprak yüzeyindeki maddelerin taşınması karbon, azot, fosfor ve diğer nütrient minerallerden oluşan partikülleri yüzeysel su kütlelerine taşımaktadır. İçerisinde nütrient maddeleri ihtiva eden bu sular, yüzeysel su kütlelerinde doğal olarak bulunan mikroorganizmalar ile birlikte kirlilik indikatörü olan türlerinde aşırı şekilde üremesiyle ötrofikasyon denilen olaya neden olur. Ötrifikasyon ile zenginleşen sucul ortamda doğal olarak meydana gelen biyolojik aktiviteler daha hızlı bir şekilde geliştiği için bunların tüketicilerini gelişim hızından yüksek olduğundan sayılarının artması sucul ortamın fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirdikleri için plankton su mikroorganizmaları ile beslenen su canlılarının ölümüne sebep olabilmekte ve doğal dönüşüm durmaktadır. Bundan sonra kirlilik ile meydana gelen değişim kalıcı olmakta ve mutlaka müdahale gerektirmektedir.

2.6. Atmosferik Kirlilik

Başta katı atık depolama sahalarından olmak üzere, kentlerde ve endüstri alanlarında bacalardan kaynaklanan emisyonlar, maden sahaları, limanlar ve benzeri alanlardaki aktivitelerden kaynaklanan emisyonlar rüzgâr ve yağışlar vasıtasıyla taşınan katı maddelerin yüzeysel su kütlelerinde oluşturduğu olumsuz kirlilik türüdür. İklim değişikliğinde de atmosferik emisyonlar önemli bir rol oynayan oynamaktadır. Global değişen iklim şartları su kütlelerinin de sıcaklıklarını etkilemektedir. Artan sıcaklık neticesinde sular tarafından tutulan CO₂'in bir miktarını salıverilmesiyle atmosferdeki karbondioksit oranının daha da yükselmesine sebep olmaktadır. Atmosferik ortamda artan karbondioksit

oranı ise bütün su kaynakları gibi okyanusların asitlenmesine neden olmaktadır. Bu asitlenme ise su ekosistemlerini ve balık ve diğer su canlılarının dağılımlarını değiştirmektedir.

2.7. Ötrofikasyon

Ötrofikasyon, su ekosistemlerinde azot ve fosfor gibi kimyasal besin maddelerinin orantısız olarak artması durumudur. Bulunduğu su ekosistemlerinde fazlaca bitki büyümesi ve aynı oranda çürümesine neden olur. Su kalitesine yapmış olduğu olumsuz etki neticesinde su ekosisteminde bulunan canlıların popülasyonlarını azaltmaktadır. Ötrofikasyonun temel nedeni yüzeysel akış yahut doğrudan deşarj vasıtasıyla, içerisinde kimyasal besin maddelerini barındıran atık suların su ekosistemlerine karışmasıdır. Bu atık sular gerek evsel gerekse endüstriyel nitelikli yahut her ikisi birden olabilir. Şekil 3’de görüldüğü gibi Ötrofikasyonun gözlemlendiği sularda oldukça fazla oksijen tüketen kimyasal maddelerin varlığının bir sonucu olarak oksijen azlığı gözlenir. Oksijen azlığıyla beraber ölü bölgelere ortaya çıkar.



Şekil 3. Ötrofikasyon gözlenen sahil şeridi

2.8. Marmara Denizi ve Müsilaj

Sularda mikroorganizmalar için en önemli besi kaynaklarında Azot ve fosfor algler başta olmak üzere fito-planktonların aşırı derecede üremesine sebep olurlar. Bu durum sucul ortamlarda kirlilik için en önemli sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple hızlı artış yüzeyin havayla irtibatını keserek ve aşırı oksijen tüketimiyle sucul ortamın oksijeninde azalmasına sebep olur. Azot ve fosfor gibi besi elementlerinin ortamdaki fazlalığı bu aşırı hızlandırmaya ve bazı toksik maddelerin ortama bırakılmasına sebep olur. Azot daha çok endüstriyel ve evsel özellikli deşarj noktalardan kaynaklanmakta ve ziraat kökenli bölgelerden kaynaklar ile birlikte denizlere kadar ulaşmaktadır (Peavy ve diğ., 1985). Toksik kirleticiler alıcı su ortamlarına genellikle endüstriyel kaynaklardan gelmektedir. Ayrıca atmosfere karışan maddelerin de çökmesi önemli bir kirlilik kaynağı olabileceği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Hornbuckle ve diğ., 1993, Baker ve diğ., 1993). Kalıcı özellikteki parçalanmayan dayanıklı toksik kirleticiler, sanayi alanlarında kullanılmalarına ve dönüştükleri nihai ürün olmalarına göre birçok çeşitlilikler gösterebilirler.

Şekil 4’de görüldüğü gibi 2021 yılının ortalarında yerel bir durum olmaktan çıkarak ülke gündemine taşınan, Marmara Denizi’nde meydana gelen müsilaj (Deniz Salyası) 2000’li yılların başından itibaren araştırılan önemli bir konudur. Türkiye’nin ilk yeryüzü izleme uydu istasyonu olan İTÜ CSCRS vasıtasıyla 2021 mart ayı itibariyle uzaydan kaydedilen uydu görüntüleriyle Marmara Denizi’ndeki müsilaj ve müsilajın artışı açıkça görülmektedir. Kapıdağ Yarımadası’ndan İzmit Körfezi’ne kadar olan Marmara Denizi’nin doğu kesiminde müsilajın 14 Mayıs’ta 25 kilometrekare, 19 Mayıs’ta 58 kilometrekare, 24 Mayıs’ta 85 kilometrekarelik bir alana ulaştığı belirtilmiştir. Uydu görüntüleri sayesinde belirli zamanlarda müsilajın Marmara denizinin tamamına yayılım gösterdiği gözlenmiştir. Şekil 5’te müsilajın diğer bir adıyla deniz salyasının denizin derinliklerinde oluşturduğu şeffaf ve sümüksü yapısı gözlenmektedir. Metrelerce uzayıp giden bu tabaka deniz ekosisteminde yaşamakta olan canlıların yaşamsal faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bununla birlikte balıkçılık

faaliyetlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Müsilaj sorunu sadece deniz yüzeyinde değil, deniz yüzeyinden tabana kadar uzanan sorun haline gelmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Marmara Denizi'ndeki Müsilajın uydu görüntüsü

2008 yılının mayıs ayında UNESCO Hükümetler arası Oşinografi (The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, URL-006) tarafından yayınlanan çalışma içerisinde Marmara Denizi'nde müsilajın ilk izleri görülmektedir. 2007 Yılıının sonlarına doğru Marmara Denizi'nin kuzeydoğu kesimi boyunca 18.4 ± 1.0 oC sıcaklıkla birlikte müsilaj gözlendiği belirtilmektedir. İzmit Körfezi'nden Çanakkale Boğazı'na kadar uzanan bu müsilaj olayının yoğun sanayi faaliyetinden etkilenen ve Marmara Denizi'ne göre daha zayıf bir sirkülasyona sahip olan İzmit Körfezi'nde daha yoğun ve daha uzun süreli görüldüğü belirtilmiştir. Bir çok çalışma deniz salyasının oluşumunda temel rol oynayan etkenin fitoplankton bolluğunun yoğun olması yahut ortamdaki azot/fosfor dengesinin bozunmuş olmasını söylemektedir ancak kesin bir kanıya ulaşamamıştır. Yapılan tüm bu araştırmaların sonucu olarak açıkça gözlemlenen ve ortak kanı olan durum ise müsilajın oluşumunun tek bir etkene bağlı olmadığıdır. Birden fazla etken bir araya geldiğinde ve uygun şartlar sağlandığında deniz salyasının oluşumu kaçınılmazdır. Marmara Denizi'nde oluşan müsilaj ele alındığında ise 2007 – 2018 yılları arasında gerçekleşen düzensiz avlanma önemli etkenlerden birisidir.



Şekil 5. Deniz derinliklerinde gözlemlenen Müsilaj

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde ortaya çıkan Marmara Denizi vahim durumunun kurtarılması için her kamu/özel kesime özellikle de bu Marmara Denizinin kullanım ve idaresinde doğrudan ilgili olan kurum ve kuruluşlara önemli sorumluluk ve vazifelerin düştüğü bir gerçektir. Çeşitli kurumların bu kirlilik durumu konudaki rolleri hakkında bir değerlendirme yapılmaları gerekmektedir. Ancak bu çalışmada özetlenmeye

çalışılan konular başka ülkelerde yaşanan örnek olaylar derinlemesine araştırılarak daha profesyonel yaklaşımlara gidilebileceği düşünülmektedir. Türkiye’de bazı bakanlıkların (Denizcilikten sorumlu Devlet Bakanlığı, Sağlık, Ulaştırma, Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı gibi) Marmara Denizindeki problemlerin ortadan kaldırılması için daha koordineli çalışması, hızlı ve sağlıklı sonuçların alınabilmesi açısından gereklidir. Öncelikle, bölgedeki kirleticilerin bölgesel ve yerel bazda kirlilik envanterlerinin çıkarılması gerekmektedir. Bu konunun karmaşık ve oldukça zahmetli olmasına karşın, bunun başlangıç çalışmaları için zorunlu bir adım olduğu bilinmelidir. Marmara Denizi’ne her türlü noktasal ve noktasal olmayan kaynaklardan gelebilecek kirleticilerin durdurulması veya azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması acilen gerekli bir adımdır.

TÜBA merkezi tarafından Haziran 2021 tarihinde yayınlanan Müsilaj-Deniz Salyası Değerlendirme Raporuna bakılacak olursa müsilaj probleminin boyutu ve problemin ciddiyeti güzel bir şekilde özetlenmiştir (URL-007). Problemi ortadan kaldırmak üzere çözüm üretmek gerekirse maddeler halinde;

Marmara Denizi’ne kıyısı olan bölgelerde deniz yüzeyinde müsilajın 2021 ortalarından itibaren yoğun bir şekilde görülmeye başlamasının ardından, T.C. Çevre, Şehircilik ve 8 Haziran 2021 tarihinde "Marmara Denizi Eylem Planı'nı" gündeme geldi ve müsilaj için temizlik çalışmalarını başlatılmıştır. Bu çalışmada çerçevesinde başlatılan "Müsilaj Temizleme Seferberliği" kapsamında iki günde yaklaşık 392 metreküp müsilaj denizden toplanmıştır. Bu kapsamda ilk gün 15 bölgede denizden toplam 235,2 metreküp müsilaj toplanmıştır. Sadece İstanbul kıyılarından 103,8 metreküp müsilaj toplanmış ve bu kapsamında, 48 saatte İstanbul’da 103,8, Balıkesir’de 79, Kocaeli’nde 56, Yalova’da 53, Bursa’da 50, Çanakkale’de 27 Tekirdağ’da ise 23 metreküp olmak üzere iki günde toplam 391,8 metreküp müsilaj, Marmara Denizi’nden temizlenmiştir.

Bu kapsamda 8 Haziran Salı günü, "31 bölgede, 1000 personelle, denizden 46 temizleme gemisi, bariyer serme, sorbent yayma, yüzey sıyırma, kıyıda uzak noktalarda müsilaj biriktirme gibi faaliyetler için 27 tekne ve karadan toplama sistemiyle süreci çok ileri bir noktaya taşınmıştır. 8-9 Haziran tarihlerinde 392 metreküp müsilaj toplanmış ve bertarafa gönderilmiştir. Bakanlıkça, 5 Temmuz’da yapılan açıklamada eyleme geçilen günden itibaren karadan ve denizden yapılan çalışmalarda 10 bin 664 metreküp müsilajın temizlendiğini belirtilmiştir. Yapılan çalışmada önemli başarı elde edilmesine rağmen, elde edilen başarının devamı için aşağıda belirtilen önlemlerin alınması derekli ve faydalı olacaktır (URL-009):

- Marmara Denizi’ne Karadeniz yönünden gelen kirleticiler düzenli olarak takip edilmeli ve girişin en az seviyede tutulması için gerekli teknik ve idari önlemler alınmalıdır.
- Özellikle kirletici kaynakların olduğu bölgelerde ölçüm istasyonları kurarak izleme çalışmalarına yürütülmelidir,
- Marmara Denizi’ne baskı unsurlarının takibi için mevcut izleme programları, çevre olaylarının önceden tahmini, oluştuktan sonraki takibi ve yönetimi için geliştirilmeli ve sürekli takip sistemleri oluşturulmalıdır.
- Halihazırda çalışmakta olan atıksu arıtma tesislerinin proses ve kapasiteleri gözden geçirilip yeterliliği artırılmalıdır.
- Atıksularını kentsel kanalizasyon şebekelerine deşarj etmekte olan organize sanayi bölgeleri ve fabrikalar sıkı şekilde denetlenmelidir. Deşarj noktalarını denetlenmesi konusunda çalışmalar yürütülmelidir.
- Alıcı ortam olarak Marmara Denizine azot, fosfor başta olmak üzere besi tuzları ve diğer kirleticilerin girişlerinin en aza indirgenmesi için evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları kontrol altına alınmalıdır. Ön artımdan geçen atıksuların “derin deniz deşarjı” yöntemiyle bertaf çalışmaları en kısa sürede durdurulmalı ve atıksular ileri atıksu arıtımı yapılmadan alıcı ortama verilmemelidir.
- Tüm deniz faaliyetlerinin (taşımacılık, balast suları, balıkçılık faaliyetleri, tarama ve boşaltma faaliyetleri) mevcut yönetmelikler çerçevesinde kontrolleri artırılmalı, denetimler tüm ilgililer tarafından takip edilmelidir,
- Besin zincirinin ve ekosistemin sağlıklı işlemesi için, birçok deniz canlısının beslenme, barınma ve üreme yeri olarak tercih ettiği kıyısız alanlar korunmalı, kıyı işgal ve tahribatının önüne geçilmeli, mümkünse kıyı ekolojisine zarar veren betonlaşma önlenmelidir.
- Bölgede kontrollü ve sürdürülebilir balıkçılık yapılması sağlanmalıdır.

- Marmara Bölgesindeki yoğun nüfus artışı konusunda tedbirler alınmalı, mevcut yeşil alanlar korunmalı ve artırılmalıdır. Bölgede birim alana düşen kişi azaltılmalı, yoğun nüfusun Marmara Denizi ve diğer su kaynakları üzerindeki baskılar azaltılmalıdır. Başta su havzaları olmak üzere çevresel alanlarda etkin koruma tedbirleri alınmalıdır.
- Tarımsal alanlarda bilinçli gübreleme yapılmalı, bilimsel tarım uygulamaları ilgili kurumlarca hazırlanan eylem planları dikkate alınarak en uygun şekilde hayata geçirilmelidir.
- Küresel ısınmanın önümüzdeki yıllarda daha fazla olacağı göz önüne alınarak model, tahminler ve senaryolara göre diğer bütün faaliyetler hakkında önlemler için özel tedbirler alınmalıdır.
- Müsilajın oluşum ve azalışında ototrofik ve heterotrofik piko-nano, mikro ve makro planktonun rolleri araştırılmalıdır,
- Müsilaja sebep olan canlıların toksik metal taşıyabilecekleri ve toksik organik maddeler salgılayacakları düşünülerek, alıcı ortama ağır metal girişi kontrol altına alınmalıdır.
- Müsilaj kitlesi yapısı itibarı ile içerisinde ağır metallerle birlikte diğer toksik maddeleri de bulunabileceği için, deniz canlılarında birikim yapabileceğinden bu bölgeden temin edilen deniz ürünlerinin tüketilmemesi veya tüketimi azaltılmalı ve bu konuda bilinçlendirilme oluşturulmalıdır.
- Deniz salyası gerek su ekosistemi gerekse topluma vermekte olduğu ekonomik ve sağlık problemlerinin birden fazla bilimsel disiplin arasında değerlendirilmelidir. Değerlendirme neticesinde kısa ve uzun süreli olmak üzere çözümler geliştirilerek eylem planları oluşturulmalıdır.
- Marmara Denizinin Bölgeye sağladığı değer düşünülüğünde, müsilaj ile oluşan kaybın ekonomi, turizm ve balıkçılığa verdiği zararlar uygun vasıtaları kullanılarak bu konudaki farkındalık artırılmalıdır.

4. TARTIŞMA

Son yıllarda, ekonomik gelişme düzeyi artmış ülkeler gibi dünya genelinde ortaya çıkan olaylar, az gelişmiş olan ülkelerin de içerisinde yer aldığı tüm varlıklarıyla bu duruma uyum çabasında olan görünüm sergilemektedir. Tabii varlıkların kullanım, yönetimi ve korunmasına alanında önde giden tedbirlerin alınması, tabii ortamın korunup ve sürdürülebilirliğini sağlamak için ülkeler kapsamında araştırma çalışmaları desteklenmeli ve yürütülmelidir. Böylelikle Türkiye’de ve Marmara bölgesi için büyük öneme sahip körfezlerin kirliliği büyük bir önemle göz önüne alınmalıdır. Kirliliğin önlenmesi konusunda körfezleri kullanan bütün paydaşların üzerine düşen gerekli önlemleri alınması gerekmektedir. Marmara Denizi, kıyılarını ve irtibatlı su kaynaklarında doğal kaynaklarının verimlilik ve sürdürülebilirliğinin ön plana çıkarılması gerekmektedir. Ekosistemi ilgilendiren konularda verilecek kararlarda mümkün olduğu kadar temassız geniş kitlelerle birlikte değerlendirmelidir. Yapılacak her türlü uygulamalarda sosyal ve ekonomik gelişmeler konusunda geliştirilmiş çevre ve ekosistem ile uyumluluk içerisinde olması gerekliliği unutulmamalıdır. Bu değerlendirmeler çerçevesinde çevrenin korunmuş olacağı ve Marmara Denizi, irtibatlı ve su kaynakları değerlerinin Türkiye ekonomisinde önemli bir katkısı olacaktır (Kahraman, 2013).

TEŞEKKÜR

Marmara Denizi müsalaj sorunların giderilmesi konusunda çalışmaları ve desteklerinde dolayısıyla başta T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, TÜBA, İTÜ ve ODTÜ olmak üzere tüm kamu kurum ve kuruluşlarına teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

- ACHMAN, D.R., HORNBuckle, K.C., EISENREICH, S.J. (1993) Volatilization of polychlorinated bipheyls from Green Bay, Lake Michigan, *Environmental Science and Technology*, 75-87.
- BAKER, J.E., CHURCH, T.M., EISENREICH, S.J., FITZGERALD, W.F., SCUDLARK, J.R. (1993) *Relative Atmospheric Loadings of Toxic Contaminants and Nitrogen to the Great Waters*, U.S. EPA.
- Eren, Z., (2021). The Relationship of Harmful Algae Bloom and Mucilage Outbreak in the Sea of Marmara, *Journal of Environmental and Natural Studies*, , 3, 2,:182-192
- HORNBuckle, K.C., ACHMAN, D.R., EISENREICH, S.J. (1993) Over-water and over-land polychlorinated bipheyls in Green Bay, Lake Michigan, *Environmental Science and Technology*, 87-98.
- KAHRAMAN A.C. Ed. (2013) *Derdimiz, Değerimiz, Denizimiz: Marmara*. T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını: İstanbul.
- ÖZTÜRK, İ., ŞEKER, M., (2021). *Marmara Deniz Ekolojisi; Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri*, 10.53478/TUBA.2021.010

- PEAVY, H.S., ROWE, D.R., TCHOBANOGLOUS, G. (1985) *Environmental Engineering*, Editör: Corbitt, R.A., McGraw-Hill, Inc.
- TÜBA. (03.06.2021), *Müsilaj-Deniz Salyası Değerlendirme Raporu*. (Erişim Tarihi: 15.11.21)
URL-001: <https://mthmm.csb.gov.tr/bolgemiz-i-85694>. (Erişim Tarihi: 15.11.21)
URL-002: https://tr.wikipedia.org/wiki/Deniz_kirlili%C4%9Fi (Erişim Tarihi: 15.11.21)
URL-003: <https://evrimagaci.org/otrofikasyon-olayi-nedir-alg-patlamalari-sucul-ekosistemleri-nasil-cokertebilir-10742> (Erişim Tarihi: 15.11.21).
URL-004: <https://tr.pinterest.com/pin/629941066623727159/> (Erişim Tarihi: 15.11.21).
URL-005: <http://chnep.wateratlas.usf.edu/upload/documents/EutrophicationAndHABs.pdf> (Erişim Tarihi: 15.11.21)
URL-006: https://www.un.org/Depts/los/general_assembly/contributions_2009/Intergovernmental%20Oceanographic%20Commission.pdf (Erişim Tarihi: 15.11.21)
URL-008: <http://tuba.gov.tr/tr/haberler/akademiden-haberler/tuba-musilaj-deniz-salyasi-degerlendirme-raporu>. (Erişim Tarihi: 15.11.21)
URL-009: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-57733052> (Erişim Tarihi: 15.11.21)

SAĞLIK BAKANLIĞINA BAĞLI HASTANELERDE ANJİYOGRAFİ CİHAZININ HURDAYA AYRILMASI VE GERİ KAZANIMININ İNCELENMESİ

İbrahim MUTLU

Kocaeli Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
mutluibrahim@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3864-3725

Zeynel Seçkin KOYUNCU

Kocaeli Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
seckinkoyuncu22@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, sağlık bakanlığına bağlı hastanelerindeki anjiyografi cihazının hurdaya ayrılarak geri kazanımı mali yönden incelenmiştir. Büyük yatırımlar ile maliyeti yüksek ileri teknoloji cihazların ülkemize kazanımıyla ve sağlık sektörünün büyümesiyle, sağlık bakanlığına bağlı hastaneler önemli tıbbi cihazlar edinmektedir. Yoğun ve sık kullanım bu cihazlarda zaman zaman teknik problemlerin oluşmasına sebep olmaktadır. Bu teknik sorunların giderilmesi çoğu zaman mümkün olmakla beraber kullanım ömrünün tükenip cihazların hurdaya ayrılması söz konusu olabilmektedir. Bu cihazlar yedek parça stoğu gibi kullanıldığında hurdaya ayrılması hastaneler için önemli kazanımlar sağlayabilir. Buna göre ülke genelinde bulunan 250 cihazın olduğu bunlardan sadece 3'ünün hurdaya ayrıldığı tespit edilmiştir. Hurdaya ayrılmış cihazlardan elde edilen kazancın da cihaz maliyetini aştığı tespit edilmiştir. Buna göre hurdaya ayrılan bir tıbbi cihazın yedek parça temini için kullanımının faydalı olduğu tespit edilmiştir. Bu amaçla özellikle bakanlık bünyesinde hurdaya ayrılmış cihazların bekletilip depolandığı merkezlerin kurulmasının kurum için faydalı olabileceği görüşü oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Klinik Mühendisliği, Anjiyografi, Hurda cihazlar

INVESTIGATION OF SCRAPING AND RECOVERY OF ANGIOGRAPHY DEVICE IN HOSPITALS OF THE MINISTRY OF HEALTH

Abstract

In this study, the recovery of the angiography device in hospitals affiliated to the Ministry of Health by scrapping was examined financially. With the acquisition of high-cost high-tech devices to our country with large investments and the growth of the health sector, hospitals affiliated to the Ministry of Health acquire important medical devices. Intensive and frequent use causes occasionally technical problems in these devices. Although it is often possible to eliminate these technical problems, it is possible that the devices are scrapped after their useful life is over. When these devices are used as spare parts stock, their scrapping can provide significant gains for hospitals. Accordingly, it has been determined that there are 250 devices found throughout the country, and only 3 of them have been scrapped. It has been determined that the gain from scrapped devices exceeds the cost of the device. Accordingly, it has been determined that the use of a scrapped medical device for the supply of spare parts is beneficial. For this purpose, it was thought that it would be beneficial for the institution to establish centers where scrapped devices are kept and stored, especially within the ministry.

Keywords: Clinical Engineering, Angiography, Scrap medical devices

1. GİRİŞ

Büyük yatırımlar ile maliyeti yüksek ileri teknoloji cihazların ülkemize kazanımıyla ve sağlık sektörünün büyümesiyle, sağlık bakanlığına bağlı hastaneler önemli tıbbi cihazlar edinmektedir. Bu tıbbi cihazlar her geçen gün artmaktadır [1]. Ancak OECD ülkeleri ile karşılaştırınca kişi başına düşen tıbbi cihaz sayısı halen düşük kalmaktadır [2]. Sağlık bakanlıklarının destekleri ile kurulan ve kurulacak olan şehir hastaneleri ile birlikte bu değerlerin yükseleceği değerlendirilmektedir.

Tıbbi cihazlar arasında görüntüleme cihazları maliyet açısından önemli bir paya sahibidir. Bu görüntüleme cihazlarının kullanım oranları da yıllar geçtikçe artmaktadır [3]. Cihazların artan kullanma

sıklığı da bir takım problemleri yanında getirmiştir [4]. Cihaz problemleri, bakım ve onarım ile çoğu zaman giderilmektedir [5-6]. Ancak bu her durumda bu mümkün olmamaktadır. Bazı cihazlar kullanım ömürlerini tamamlayarak hurdaya ayrılır [7]. Buna göre şayet bir cihaz verimli kullanım ömrünü tamamlaması, yedek parça üretiminin durması ya da temini yapılsa dahi güncel cihaz bedelinin %40 aşması kalibrasyon test ölçümlerinden geçememesi gibi etmenlerin oluşması halinde cihazlar hurdaya ayrılır. Bir tıbbi cihazın hurdaya ayırma süreci sağlık bakanlığının yönetmelikleri çerçevesinde yapılmaktadır.

Bu çalışmada önemli ve maliyeti yüksek bir tıbbi cihaz olan anjiyografi cihazının hurdaya ayrılma süreci ile geri kazanılması maliyet açısından değerlendirilmektedir. Buna göre cihazın hurdaya ayrılması ile parça stoğu amaçlı kullanımının faydası maliyet olarak değerlendirilecektir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma Türkiye'deki anjiyografi cihazlarının ve hurdaya ayrılan cihazların sayısal verilerinin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Hurdaya ayrılan cihazlar iki şekilde geri kazanımı mevcuttur. Bunlardan birincisi hurda cihazın atılmadan parça stoğu amacıyla kullanılmasını kapsamaktadır. Diğer de yine bu cihazların Makine Kimya Endüstri Kurumu'na teslim edilerek daha çok malzeme olarak geri kazanılmasını kapsamaktadır.

Parça stoğu olarak saklanılan cihazların bir anjiyografi cihazı için kullanılan önemli parçaları aşağıda tablo 1'de verilmiştir. Buna göre değerler 2021 Ekim ayı ortalama kur fiyatlarına göre hesaplanmıştır.

Tablo 1. Anjiyo cihazı geri kazanım sağlanabilecek parçaların listesi

CİHAZ ADI	KULLANILABİLECEK PARÇALAR
ANJİYO	X ışın tüpü (X Ray Tube)
	Dedektör (FPD)
	Yüksek voltaj kartı (HV board)
	Masa hareket motoru
	X ışın tüpü soğutma ünitesi
	Kolimatör
	Operasyon konsolu dokunmatik ekranı
	Güç ünitesi kartı (powersupply)
	Ara yüz bağlantı kablosu
	Hareketli hasta masası

3. BULGULAR

Sağlık Bakanlığına bağlı bütün kuruluşlar ve S.B.Ü. Bursa Yüksek İhtisas Hastanesindeki kullanılan anjiyo sistemlerinin sayısı araştırıldı ve hurda durumda olan cihazların analizi yapıldı. 68 ilde toplam 250 adet anjiyo sisteminin olduğu ve bunlardan 3 adet cihazın hurda durumda mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bursa ili yüksek İhtisas Eğitim Araştırma Hastanesinde ise 5 adet anjiyografi sisteminin olduğu ve bir adet cihazın hurdaya ayrıldığı görülmüştür. Yedek parçaların ortalama maliyet değeri döviz kuru hesaplanarak şekil 1'de gösterilmiştir. Bahsi geçen parçaların toplam güncel değeri 2.870.000,00 TL olduğu saptanmıştır.



Şekil 1. Yedek parça maliyet grafiği

Kullanım dışı durumunda olan anjiyo cihazının bedeli yaklaşık 2.350.000,00 TL olduğu göz önüne bulundurulursa parçaların geri dönüşümünden kaynaklı kurumun kazancı 520.000,00 TL civarında olduğu tespit edilmiştir.

Yedek parçaların stoklardan çıkartılıp satın alma süreci beklenmeden cihazlarda kullanılıp aktif edilmesi ciddi ölçüde zamandan kazanım da sağlamaktadır. Normal satın alma süreci ile geri kazanıma istinaden temin edinim süreci karşılaştırması şekil 2’de belirtilmiştir.



Şekil 2. Parçaların temin süreçlerinin karşılaştırılması

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Anjiyo cihazının edinim bedeli (2.350.000,00 TL), geri dönüştürülebilir parçaların maliyeti (2.870.000,00 TL) göz önüne alındığında bahsi geçen parçaların sahadaki diğer cihazlarda kullanılması durumunda %22,17 karlılık ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Ayrıca yedek parçaların geri dönüşümleri sağlanması durumunda parça temin sürelerinin rutin satın alma sürecine göre karşılaştırması yapıldığında parçaların özelliğine ve kullanım önemine göre ortalama 23 gün gibi avantaj sağlandığı değerlendirildi. Buna göre özellikle medikal cihaz olması ve parçaların cihaza özgü olmasından kaynaklanan değer fazlalığı hurdaya ayrılan cihazlarda parça stoğu olarak kullanmanın büyük avantajlarını ortaya çıkarmaktadır. Yedek parçaların geri dönüşümü, tıbbi cihazların sağlık hizmeti veren kuruluşlarda kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda teşhis ve tedavinin verimli şekilde yürütülebilmesi adına büyük oranda katkı sağlandığı söylenebilir.

Bu sonuçlar kamu kurum hastanelerinden çıkan hurda cihazların toplama alanlarının ya da depoların olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Çünkü bir cihaz açısından değerlendirildiğinde avantajlı durumun tıbbi cihazlar tümü için düşünüldüğünde etkisinin yüksek olacağı anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Yardımcı, Sarıçay, N. (2008) İzmir Ticaret Odası Ar-Ge Bülteni. Haziran, 2008
2. Mollahaliloğlu, S., Arı, H. O., Öncül, H. G., & Gürsöz, H. (2009). Türk sağlık sektöründe tıbbi cihazların sayısal durumu, bölgesel dağılımı ve oecd ülkeleri ile karşılaştırmalar. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 12(1), 69-86.
3. Bozer, Aslı ; Ağırbaş, İsmail (2016). Tıbbi Görüntüleme Cihazlarının Sayısal Durumu ve Kullanımlarının Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 69(3) – 193-201
4. Soylular, B. (2006). Hastanelerde biyomedikal klinik mühendislik hizmetlerinin tıbbi cihaz kullanıcıları ve yöneticiler bazında değerlendirilmesi ve DEÜ hastanesi uygulaması (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
5. Özgüleş, B., Aksay, K., & Orhan, F. (2015). Teknoloji yönetimi açısından biyomedikal cihazların bakım ve onarım faaliyetlerine yönelik bir değerlendirme. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 2(3), 133-139.
6. Şahin, m., müldür, s., & gürlü, i. (2003). hastane bünyesindeki cihazların bakım onarım takibine yönelik yazılım çalışması. *Politeknik Dergisi*, 6(1), 347-351.
7. Soylular, b., & esatoğlu, a. e. sağlık hizmetlerinde stratejik teknoloji planlama süreci: teknolojik değişim ve yıpranma altında ömür devrine dayalı bir tıbbi cihaz plan örneği. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 23(2), 219-246.

POPULARITY OF LIPID-LIPOPROTEIN MARKERS IN GOOGLE TRENDS IN TURKEY

Hatice AKKAYA

Hamidiye Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Division of Biochemistry, University of Health Sciences, İstanbul, Turkey.
hatice.akkaya@sbu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7276-6919

Abstract

Lipids are important energy and structural compounds. Their degradation provides a significant amount of energy necessary for various life processes. In addition to those that can accumulate in triglycerides and adipocytes, some of them together with proteins form the most important structural elements of cells and cellular organelles. It has taken a long time to determine the importance and role of lipids in the body and the role of various diseases in many metabolic disorders. As little information is currently available about the worldwide preference of one biomarker over another, a retrospective analysis based on Google Trends, a Google website from 2004-2021, was conducted to determine which of the lipid-lipoprotein profiles was more popular than the other. Between January 2004 and November 2021, the keyword "Triglyceride" was found to be searched significantly more in Google search engine compared to other parameters ($p < 0.0001$). However, the keywords "High-Density Lipoprotein" and "Low-Density Lipoprotein" were searched at a significantly higher rate than the parameters "Total Cholesterol" and "Very Low-Density Lipoprotein" ($p < 0.0001$). Resources such as Google Trends show how people's interest in diagnostic/therapeutic resources has changed. Observing how the increasing or decreasing search volumes of lipid/lipoprotein markers in search engines, that is, the interest shown to these markers, have changed over the years and estimating the reasons can provide important data in the examination of social consciousness and social behavior.

Keywords: Total cholesterol, Triglyceride, High Density Lipoprotein, Low Density Lipoprotein, Very Low Density Lipoprotein, Google Trends

LİPİD-LİPOPROTEİN BELİRTEÇLERİNİN TÜRKİYE'DE GOOGLE TRENDS'DEKİ POPÜLARİTESİ

Özet

Lipitler önemli enerji ve yapı bileşikleridir. Bozunumları çeşitli yaşam süreçleri için gerekli olan önemli miktarda enerji sağlamaktadır. Trigliseritlerde ve adipositlerde birikebilenlerin yanı sıra, bazıları da proteinlerle birlikte hücre ve hücreyel organellerin en önemli yapısal elemanlarını oluştururlar. Lipitlerin vücuttaki önemi ve rolü ile çeşitli hastalıkların birçok metabolik bozukluktaki rollerinin belirlenmesi uzun zaman almıştır. Şu anda dünya çapında bir biyobelirtecine diğerine tercihi hakkında çok az bilgi bulunduğundan, lipid-lipoprotein profillerinin hangisinin diğerinden daha popüler olduğunu belirlemek için 2004-2021 yılları arasında bir Google web sitesi olan Google Trends'e dayalı geriye dönük bir analiz yapılmıştır. Ocak 2004 - Kasım 2021 tarihleri arasında Google arama motorunda "Trigliserit" anahtar kelimesinin diğer parametrelere kıyasla anlamlı şekilde fazla arandığı bulunmuştur ($p < 0.0001$). Bununla birlikte "Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein" ve "Düşük Yoğunluklu Lipoprotein" anahtar kelimeleri, "Total Kolesterol" ve "Çok Düşük Yoğunluklu Lipoprotein" parametrelerinden çok daha fazla aranmıştır ($p < 0.0001$). Google Trends gibi kaynaklar insanların teşhis/tedavi amaçlı kaynaklara olan ilgisinin nasıl değiştiğini göstermektedir. Yıllar içinde lipit/lipoprotein belirteçlerinin arama motorlarında artan ya da azalan aranma hacimlerinin, yani bu belirteçlere gösterilen ilginin nasıl değiştiğini görmek ve nedenlerini tahmin etmek, toplumsal bilincin ve toplum davranışının incelenmesinde önemli veriler sağlayabilir.

Anahtar Kelime: Total kolesterol, Trigliserit, Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein, Düşük Yoğunluklu Lipoprotein, Çok Düşük Yoğunluklu Lipoprotein, Google Trends

1. INTRODUCTION

Great journeys have been made in the importance of lipid disorders—from atherogenesis to the emergence of cerebrovascular diseases—and great discoveries have been made that expand our knowledge of lipid and lipoprotein metabolism to unprecedented limits (Luc et al., 1991). Google Trends is one of the most freely available and most widely accessed tools in digital epidemiology. It is used to analyze the popularity of the top search queries on Google over time, which are available in different languages and in various geographic regions. Search volume, expressed as Google Trends monthly score, is displayed in graph form, where the top value of 100 represents the maximum volume of Google searches for one or more keywords (Lippi et al., 2019).

1.1. Lipids

The term lipid refers to a group of organic chemicals found in all animal and plant organisms. There are several types of lipids in the human body, the most important of which are fatty acids, cholesterol, triglycerides and phospholipids (Willerson, 2002). They are an integral part of cholesterol esters, triglycerides and phospholipids and are found in the body as free fatty acids. Free fatty acids, according to the number of carbon atoms; short, medium and long chain fatty acids, (De Buch, 1973), according to the presence or absence of double bonds; divided into saturated and unsaturated. (Maedler, 2001).

1.2. Fatty acids

In nature, a large number of fatty acids found in the human body have been discovered. Fatty acids that the human body cannot synthesize have to be taken through food and are called essential fatty acids. It has been stated that most of the fatty acids are in bound form, in the composition of phospholipids, triglycerides and cholesterol esters, and only 5% of free fatty acids are in free form. Cholesterol is known among the lipid fractions and plays an important role in the formation of atherosclerosis. It is a special type of lipid that differs significantly from other lipid substances in its chemical structure (Chapman, 1995).

1.3. Triglycerides

They play an important role in metabolism as a source of energy. It has been found that the amount of triglycerides in the blood increases in the process of atherosclerosis (Rifai, 1977).

1.4. Lipoproteins

An important property of lipids is that they are insoluble in water. All lipid substances are bound to certain proteins to dissolve in the blood and be transported to all cells of the body, and lipoproteins are formed (De Buch, 1973). In this study, Google Trends was used to see correlations between and interest in lipid-lipoprotein markers that can be analyzed by the general public on Google from the earliest searchable period to the present (2004-2021).

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Data collection

In Google Trends, the 'Subject' field can be searched by typing 'Total cholesterol', 'Triglyceride', 'High Density Lipoprotein', 'Low Density Lipoprotein', 'Very Low Density Lipoprotein', from the earliest period (2004) to the present (November 2021). A search was made for Turkey. The results of this search, with comma separated values, were exported to an Excel file and analyzed. The primary results of monthly Google search volume for Turkey since 2004 for Total cholesterol', 'Triglyceride', 'High Density Lipoprotein', 'Low Density Lipoprotein', 'Very Low Density Lipoprotein' were obtained and compared within five-year periods.

2.1. Statistical analysis

In the analysis of the data, GraphPad Prism 7.00 (GraphPad Software, USA) was examined by Shapiro-Wilk normality test whether the data conformed to the normal distribution. Since it was determined that the data did not fit the normal distribution as a result of the test, Dunn's multiple comparison test was used in the multiple comparison analysis, approximately the Kruskal-Wallis test. $P < 0.05$ values were considered significant and data were expressed as mean \pm standard deviation.

3. CONCLUSION

Based on primary results of monthly Google search volumes for markers from 2004 to present, monthly search volumes of Triglyceride, Total Cholesterol, High Density Lipoprotein, Low Density Lipoprotein, Very Low Density Lipoprotein markers are $25,71 \pm 13,50$, $1,65 \pm 3,50$, $10,48 \pm 7,20$, $11,57 \pm 6,28$ ve

7,82 ± 1,73, respectively. The keyword “Triglyceride” was found to be significantly more searched compared to other parameters ($p < 0.0001$; Figure 1A-B). The keywords “High Density Lipoprotein” and “Low Density Lipoprotein” were much more searched compared to the parameters “Total Cholesterol” and “Very Low Density Lipoprotein” ($p < 0.0001$). Although the search volume for the keyword “Triglyceride” was found to be significantly higher in the first six-years periods (2004-2010) compared to the second six-year periods (2010-2016), the highest search volume was observed in the last five-year periods (2016-2021) ($p < 0.05$; Figure 1C). The search volume for the keyword “Total Cholesterol” has increased significantly over the periods, reaching the highest search volume in the last five years ($p < 0.05$; Figure 1D). The search volume for the keyword “High-Density Lipoprotein” has decreased significantly over the years and the lowest search volume has been observed in the last five years ($p < 0.05$; Figure 1E). While no difference was observed in the search volume for the keyword “Low-Density Lipoprotein” between the first two six-year periods, the search volume was found to be significantly higher in the last five-year periods ($p < 0.05$; Figure 1F). While the search volume for the keyword “Very Low-Density Lipoprotein” did not differ in the first two six-year periods, it was slightly but significantly lower in the last five-year periods compared to the first six-year periods ($p < 0.05$; Figure 1G).

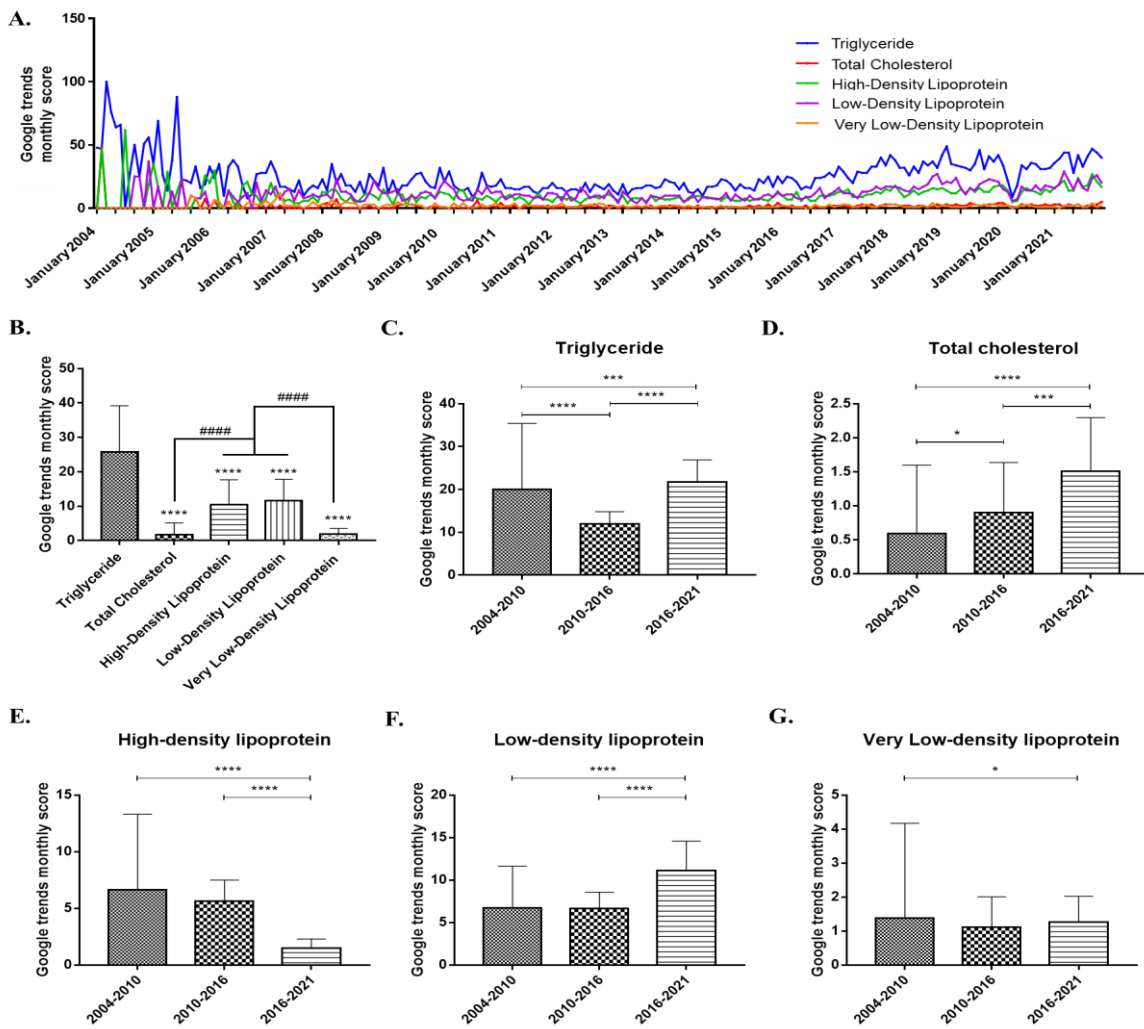


Figure 1. (A) Monthly search volumes of lipid-lipoprotein markers across Turkey between 2004-2021, (B) Average search volumes of markers between 2004-2021 (vs. the keyword “Triglyceride”: **** $p < 0.0001$; vs. the specified group: ##### $p < 0.0001$), (C) Triglyceride (** $p < 0.001$ and **** $p < 0.0001$), (D) Total Cholesterol (* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$ and **** $p < 0.0001$), (E) High-Density Lipoprotein (**** $p < 0.0001$), (F)-Low Density Lipoprotein (**** $p < 0.0001$), (G) Very Low-Density Lipoprotein (* $p < 0.05$). The Google trends monthly scores of the markers over years are given as the mean ± standard deviation.

4. DISCUSSION

Lipid disorders are of fundamental importance in the occurrence of atherogenesis, ischemic heart disease and other cardiovascular diseases. They cause arteriosclerotic changes especially by interacting with diabetes, hypertension and obesity. Apart from these risk factors, the search volume for the triglyceride biomarker on Google Trends was found to be the highest between 2004-2021 for those who lack physical activity, familial history of heart disease, change in lifestyle, in short, those who need lipid profile testing over the age of 35. Over the years, the search volume for the keywords “total cholesterol” and “low-density lipoprotein” has increased, while the search volume for the word “high-density lipoprotein” has decreased. In addition, the search volume for the keyword "very-low density lipoprotein" has decreased recently.

The preference for accessing some specific diagnostic and/or therapeutic resources, including the use of lipid-lipoprotein markers, reflects human behavior (Lippi et al, 2018, Mavragani et al, 2018). Over the years, it may be recommended to use Web-based evaluation tools such as Google Trends to see the alterations in search volumes of the markers as the interest shown to these markers may be useful to observe their correlations and to predict the reasons of the changes in the search volumes as well as the human behavior.

REFERENCES

- Chapman MJ. 1995. LDL subfractions atherogenesis and coronary risk. *The World of Lipids* 1, 4-7.
- De Buch H. 1973. Lipido-composition of lipoproteins. *Annales de Biologie Clinique*. 31, 65-67
- Lauer MS, Fontanarosa PB. 2001. Updated Guidelines for Cholesterol Management. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. *Journal of the American Medical Association* 285 (19), 2486-2497.
- Lippi G, Mattiuzzi C, Cervellin G. 2018 Trends of popularity of cardiac biomarkers: Insights from Google Trends. *Emergency Care Journal* 14 (3), 7769.
- Lippi G, Mattiuzzi C, Cervellin G. 2019. Is digital epidemiology the future of clinical epidemiology? *Journal of Epidemiology and Global Health* 9 (2), 146.
- Luc G, Lecerf J-M, Bard J-M. 1991. *Cholesterol et Atherosclerose*. Paris-Milan-Barcelona-Bonn: Masson. pp. 15-20.
- Maedler K, Spinass GA, Dyntar D, Moritz W, Kaiser N, Donath MY. 2001. Distinct effects of saturated and monounsaturated fatty acids on betacell turnover and function *Diabetes* 50, 69-76
- Mavragani A, Ochoa G, Tsagarakis KP. 2018. Assessing the methods, tools, and statistical approaches in google trends research: systematic review. *Journal of Medical Internet Research* 20 (11), e270.
- Rifai N, Dufour R, Cooper GR. Preanalytical variation in lipid, lipoprotein, apolipoprotein testing. In: *Handbook of Lipoprotein Testing*. Washington: AACC Press; 1977. pp. 75-77.
- Willerson JT. 2002. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. *Circulation* 106, 3143-3421.

LASTİK TOPUK ÇEMBERİ SARMA MAKİNALARI İÇİN ROBOTİK VE PLC KONTROL TABANLI OTOMASYON SİSTEMİ TASARIMI

Eda Yıldırım

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
yildirimed96@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3386-9154

Serhat Yılmaz

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
serhaty@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9765-7225

Semih Öngir

Pirelli Otomobil Lastikleri A.Ş.
semih.ongir@pirelli.com, ORCID: 0000-0003-4682-549X

Özet

Araç lastiklerinin jantlara oturduğu kısımlarda, karbon oranı artırılmış çelik tellerden oluşturulmuş lastik topuk çemberleri bulunmaktadır. Bu çemberin etrafına uygulanan kauçuk malzemenin çembere daha iyi yapışabilmesi için, öncesinde çemberin etrafı miliken ismi verilen gözenekli bez bir yapı ile kaplanır. Bu kaplama işlemi makinalarda operatör aracılığı ile yapılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada iki çember sarma makinası arasına altı eksenli bir robot kolu yerleştirilmiştir. Çıplak çemberleri robot kolunun alabileceği şekilde, sarımsı bitmiş çemberde robot kolunun bırakabileceği bir şekilde besleme ve toplama olarak iki çember dizim aparatı tasarlanmıştır. Mevcut sarma makinaları üzerine, milikenin sarımsını çember üzerinde başlatıp, sarımsın tamamlanmasından sonra kesecek ve son parçanın sarımsını tamamlayan mekanik bir yapı ilave edilmiştir. 13 inç ve 21 inç çapları arasında değişen çember boyutları için operatör ile yapılan ayar otomatik hale getirilmiştir. Yine mevcut makina üzerine sarım sayma ve sarım sayısı girilme seçenekleri ilave edilmiştir. PLC tabanlı çalışan sarma makinaları ile robot kontrol ünitesi haberleştirilerek ortak çalışan bir sistem elde edilmiştir. Arıza durumlarında iki makinanın beraber durmaması için, operatör ile de çalışabilme seçeneğide eklenmiştir. Yapılan çalışma ile makinalarda sürekli operatör kullanım ihtiyacı ortadan kalkmıştır. Bu sayede iki operatörün iş gücünden tasarruf sağlanmıştır. Gerçekleştirilen otomasyon ile çember sarımı standart hale getirilmiş, operatör kaynaklı hatalar ortadan kaldırılmıştır. Birim sürede sarımı yapılan çember sayısı ortalama % 30 oranında artırılmıştır. İlerleyen süreçlerde ihtiyaç olması durumunda tek bir robot kolu ile ikiden fazla makinanın birlikte çalışmasında sağlanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: PLC kontrol, robotik kontrol, otomasyon, çember sarma

ROBOTIC AND PLC CONTROL BASED AUTOMATION SYSTEM DESIGN FOR TIRE BEAD WRAPPING MACHINES

Abstract

In the parts where the vehicle tires fit on the rims, there are tire bead circles that are made from steel wires with increased carbon ratio. In order to apply rubber material around the bead circles effectively, the circumference of the bead is covered with a porous cloth called as "miliken". This coating process is made by the operator with machines. In this study, six-axis robot arms are placed between two bead wrapping machines. The robot arm must be able to take the unwrapped circles and drop the wrapped circles so two circle arranging apparatus are designed for feeding and collecting. A mechanical structure is added to the current wrapping machines. This mechanical structure is able to wrap circles with miliken. The mechanical structure cuts the wrapping when the circle is completely wrapped. After that the mechanical structure also ensures the wrapping of remaining piece on the circle. The manual process which is handled by an operator is automated for ring sizes ranging from 13 inches to 21 inches diameters. Wrap counter and an input for the number of wraps options have been added to the existing machines. A collaborative system has been obtained by communicating the PLC based wrapping machines with the robot control unit. In order to prevent stopping of two machines in case of a malfunction, an option to work with the operator has also been added. With this study the need of

permanent operators for the machines is removed. Thus, the labour force of two operators was saved. The process of wrapping circle has been standardized with this automation. Human errors have been eliminated. Number of wrapped circles per unit time has increased by an average of 30%. If necessary in the future time, more than two machines can work together with a single robot arm.

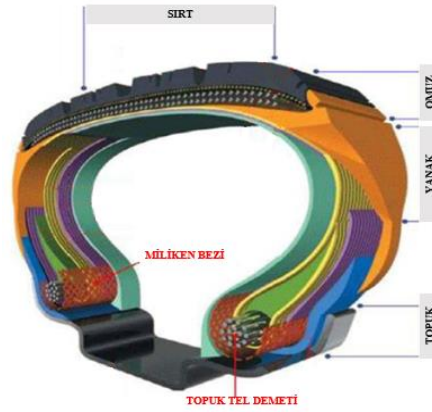
Keywords: PLC control, robotic control, automation, circle wrapping

1. GİRİŞ

Günümüzde otomotiv sektörünün gelişmesiyle birlikte araç ihtiyacı artmıştır. Bu artış, lastik üretimindeki artışı da beraberinde getirmiştir. Üretimdeki en önemli proseslerden biri olan kalite süreci daha da önem kazanmıştır. Bu çalışmada üretimde yaşanan kalitesel sorunları azaltarak tam otomatik kontrol sağlayabilecek bir miliken yarı mamül makinesi otomasyon sistemi tasarlanacaktır. Bu otomasyon sistemi ile standart kalitede ürün elde edilmesi, operatör kaynaklı hataların ortadan kaldırılması, üretim adedinin artırılması ve iş gücünden kazanç sağlanması hedeflenmektedir.

2. LASTİK İÇ YAPISI

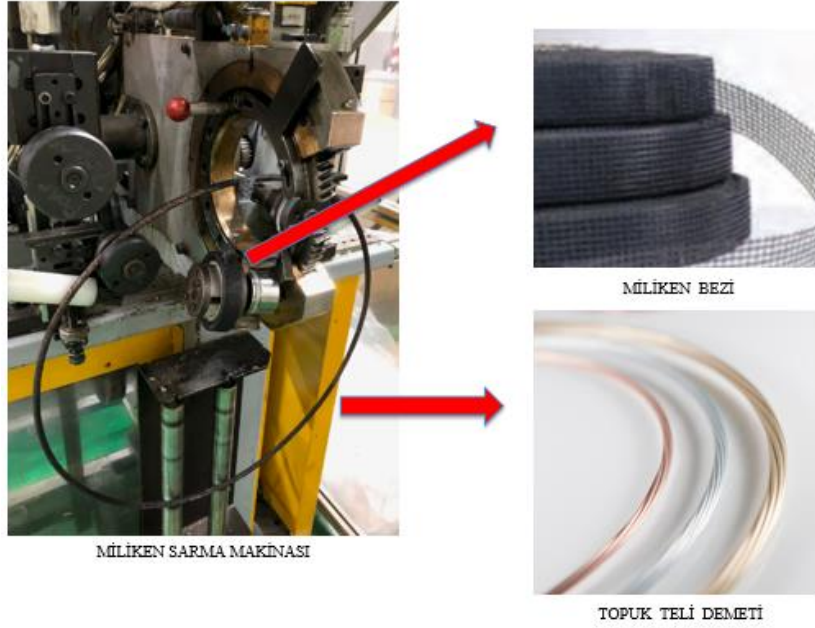
Şekil 1’de lastiğin kesitinde yer alan katmanlar gösterilmektedir. Bu katmanlar sırt, omuz, yanak ve topuk bölgesi olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır. Bu çalışma topuk bölgesinde yer alan topuk tel demeti ve topuk tel demetinin etrafına sarılan miliken bezi adı verilen malzemeyi kapsamaktadır [1]. Miliken bezinin topuk tel demetinin etrafına sarılması otomatize edilecektir.



Şekil 1. Lastik iç yapısı

3. MİLİKEN BEZİ SARMA İŞLEMİ

Topuk bölümünde yer alan topuk dolgusu malzemesinin topuk tel demeti ile birleşmesi işlemine miliken bezi yardımcı olmaktadır. Miliken bezi Şekil 2’de görülen makinelerde operatör aracılığı ile topuk tel demetinin üzerine sarılmaktadır. Miliken bezinin topuk tel demetine daha iyi tutunabilmesi için işlemin öncesinde yapışkanlığını arttıran bir solüsyona batırılması ya da miliken bezinin topuk çemberine sarıldıktan sonra, topuk tel demeti ile beraber solüsyona batırılması gerekmektedir. Miliken bezi, kord bezinden yapılmış olup etrafına solüsyon batırılıp yapışkanlık özelliği artırılmıştır. Topuk teli demeti, Şekil 2’de görüldüğü üzere tellerden sarmalanmış halde olup çember olarak da adlandırılmaktadır [2]. Mevcutta kullanılan makinede de sarım işlemi Şekil 2’de belirtilen makinada yapılmaktadır.



Şekil 2. Miliken Bezi Sarma İşlemi

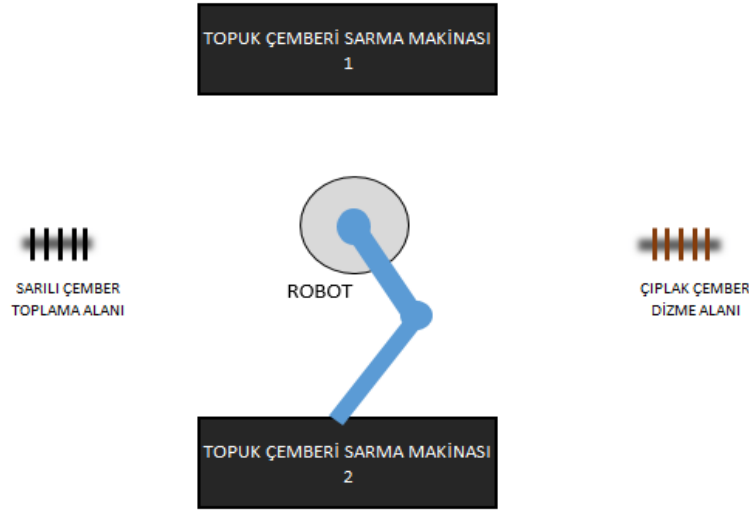
4. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Gerçekleştirilen çalışmanın amacı, tam otomatik olarak kontrol edilebilen ve standart kalitede ürün elde edilen, operatör kaynaklı hataların ortadan kaldırıldığı ve üretim adedinin arttırıldığı miliken yarı mamül makinesi otomasyon sisteminin oluşturulmasıdır. Çember miliken bezi sarma işleminde istenilen standartlara ulaşamaması, ıskarta sayısının mevcut proseste fazla oluşu, adet olarak daha yüksek rakamlara çıkılmak istenmesi, manuel uygulamada prosesin oldukça yavaş olması çalışmanın yapılmasını gerektiren başlıca ihtiyaçlar arasında yer almaktadır. Otomasyon çalışmasının yapılabilmesi için öncelikle mevcutta bulunan manuel miliken sarma makinaları yenilenerek PLC kontrollü hale dönüştürülmüştür. Bu sayede makinalar robot ile haberleştirip daha modern hale getirilmiştir. Miliken bezleri sarım öncesi solüsyonlanmış halde kullanılmaya başlanmıştır. Gerçekleştirilecek otomasyon sisteminde sarımın başlangıçtaki sarıma başlama ve bitimdeki kesme işlemlerini kolaylaştırmaktadır.

Çalışma kapsamında takip edilen süreç aşağıda sıralanmıştır;

1. Robot kolunun seçilmesi,
2. 13 inçten 21 inç'e kadar olan lastik ölçülerine işlem yapabilen manipülatör kol tasarımı,
3. Boş ve dolu çemberler için yeni fiyestürlerin tasarlanması,
4. Otomatik miliken bezi uygulaması için mevcut iki makine üzerinde tutma, kesme, yapıştırma için yeni ilave değişikliklerin tasarlanması ve uygulanması,
5. Robot programı ile makine PLC programının haberleştirilerek birlikte çalıştırılmasının sağlanması,
6. Sisteme uygun robotik yazılımının yapılarak sisteme entegre edilmesi ve
7. Yeni sistem ile sarımı gerçekleştirilen çemberlerle yapılan lastiklerin performans testlerinin yapılması

Şekil 3'te gerçekleştirilen çalışmanın otomatik kontrollü sistem tasarımı yer almaktadır. Robot kolu olarak ABB nin IRB 1600 -10/1.2 modeli seçilmiştir. Miliken sarma makinalarında haberleşmeyi sağlamak için PLC olarak Siemens S7-1500 modeli kullanılmıştır. İki adet miliken sarma makinasına tek bir robot kolu tarafından çember besleme ve çember toplama işlemi yaptırılmaktadır. Robot kolu sarılan çemberi 1. makinadan alıp toplama alanına bıraktıktan sonra çıplak çemberi alıp 1. makineye götürmekte, sonrasında aynı işlemi 2. makine için yapmaktadır. Çıplak çember dizme alanından alındıktan sonra, alınan çember yerine sıradaki çember hareket etmektedir. Dolayısı ile robot kolu her seferinde çemberi aynı yerden almaktadır. Aynı işlem toplama tarafında ters olarak çalışmakta ve çember robot kolu tarafından bırakıldıktan sonra ilerleyip bir sonraki sarılı çember için yer açmaktadır. Arıza durumlarında tek makine ile çalıştırılma seçeneği de mevcuttur.



Şekil 3. Lastik Topuk Çemberi Sarma Makinaları İçin Otomatik Kontrollü Sistem Tasarlanması

3. SONUÇ

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda çıplak çemberlerin dizilmesi ve sarılı çemberlerin toplanması sırası operatörden bağımsız hale getirilmiştir. Sarılan çemberlerde standart bir sarım elde edilmiş, operatör kaynaklı hatalar eleme edilmiştir. Birim sürede sarımı yapılan çember sayısı ortalama % 30 oranında arttırılmıştır. Ortalama sarılı çember üretme süresi 28 sn den 19 sn ye düşürülmüştür. 8 saatlik vardiyada operatörün saturasyonu ortalama 5 saattir. Gerçekleştirilen çalışma sayesinde sistemin saturasyonu 8 saat olarak kullanılabilir. Bu durumda da % 60 oranında saturasyondan kaynaklı kazanç sağlamaktadır.

4. TARTIŞMA

Çalışmada tasarlanan 2 adet lastik topuk çemberi sarma makinası yerine makine adedi arttırılabilir. Robotun çıplak çemberlerin alınması ve sarılan çemberlerin bırakıldığı aparatlar ile ilgili 2 seçenek düşünülmektedir. İlk seçenek robotun çemberleri aldığı ve bıraktığı yerleri sabit tutup çemberleri hareket ettirmektir. İkinci seçenek ise robotun öteleme ile her seferinde bir sonraki çemberi alacak yere gitmesidir. Çemberleri dizmek için farklı aparat tasarımı çalışmaları devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya destek veren Pirelli Otomobil Lastikleri AR-GE Merkezi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Milliken & Company, *Ready-to-Use Tire Reinforcements*, 12 Aralık 2021 tarihinde Milliken & Company: https://textiles.milliken.com/docs/default-source/default-document-library/rtu-tire-reinforcements-a4-low.pdf?sfvrsn=e538c18d_0 adresinden alındı.

[2] Otto Kuhlmann Automotive System-Parts GmbH, *KABELKERNE*, 12 Aralık 2021 tarihinde Otto Kuhlmann Automotive System-Parts GmbH: <https://www.okw.net/produkte/kabelkerne/> adresinden alındı.

ARAÇ LASTİKLERİNDE BALANSIZLIK TÜRLERİ VE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Semih Öngir

Pirelli Otomobil Lastikleri A.Ş.

semih.ongir@pirelli.com, ORCID: 0000-0003-4682-549X

Hüseyin Metin Ertunç

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Mekatronik Mühendisliği

hmertunc@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1874-3104

Özet

Araçlarda tekerleğin çevresindeki kütlelerin düzensiz dağılması balanssızlık olarak adlandırılır, balanssızlık aracın hareketi sırasında değişken kuvvetler, titreşim ve vuruş meydana getirirler. Hız artışıyla orantılı olarak bu etkiler giderek artar. Sürüş konforu bozulur, mekanik aksam ve bağlantı noktalarında sorunlar çıkmaya başlar, araçtaki güvenlik seviyesi düşmeye başlar. Yapılan çalışmada araç lastiği kaynaklı balanssızlıkların türleri incelenmiştir. Balanssızlığın lastiğin hangi üretim ve kullanım aşamalarında meydana gelebileceği araştırılmıştır. Oluşan balanssızlığın giderilmesi için geliştirilen yöntemlere ve üretim aşamasında oluşmaması için nelere dikkat edildiğine bakılmıştır. Ayrıca balanssızlığın araç üzerindeki olumsuz etkileri ve oluşturacağı riskler incelenmiştir. Balansı sağlanmış bir lastiğin, araçtaki parçaların servis ömrünü uzatması, araç sürüş güvenliğini, verimlilik ve kaliteyi artırması, gibi konularda faydaları incelenmiştir. İleriki çalışmalarda akıllı lastik kavramı içerisinde, araç lastiğinde kullanım aşamasında oluşabilecek balanssızlığın tespit edilmesi için, araç lastiğine yerleştirilecek bir sensörden alınacak sinyallerden yararlanılması düşünülmektedir. [1]. Yapılan çalışma, söz konusu sinyallerin değerlendirilmesi aşamasında kullanılacak değerli bir alt yapı oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Lastik balansı, sürüş güvenliği, akıllı lastik

INVESTIGATION OF UNBALANCE TYPES AND EFFECTS IN VEHICLE TIRES

Abstract

The uneven distribution of masses around the wheel in vehicles is called unbalance. Unbalance creates variable forces, vibration and knocking during vehicle movement. These effects increase parallel with vehicle speed. Driving comfort becomes poor. Problems begin to increase in mechanical parts and connection points. Safety level of the vehicle begins to decrease. In this study, the types of unbalance that caused by vehicle tires were investigated. It has been investigated in which production and usage stages of the tire unbalance can occur. The methods developed to eliminate the unbalance were examined. Critical points have been investigated to prevent the unbalance at tire production phase. In addition, the negative effects of unbalance on the vehicle and the related risks are examined. The benefits of a balanced tire, such as extending the service life of the parts in the vehicle, increasing vehicle driving safety, efficiency and quality, have been examined. In future studies, within the concept of intelligent tires, it is thought to use the signals to be received from a sensor which was placed in the vehicle tire in order to detect the unbalance that may occur during the usage phase of the vehicle tire. The study has created a valuable foreknowledge to be used in the evaluation of these signals.

Keywords: Tire balance, driving comfort, intelligent tire

1. GİRİŞ

Araç lastiklerinde balanssızlık olması, dengesizliği meydana getiren sebeplere bağlı olarak lastiklerde dikey doğrultuda ve yatay doğrultuda lastiğin hareket sırasında salınım yapmasına sebep olur. Ortaya çıkan bu salınımlar araç sürüş konforunun bozulmasına, titreşimlerden kaynaklı araç üzerinde özellikle bağlantı noktalarında aşınmaların meydana gelmesine sebep olur. Aynı durum lastiğin kendisinde de düzensiz bölgesel aşınmaların oluşması olarak kendini gösterir. Bu yüzden, lastik balanssızlığının nasıl oluştuğunu, balanssızlık türlerinin neler olduğunu, hangi durumlarda ve nasıl balans ayarı yapılması

gerektiğini bilmek gerekmektedir. Bu sayede araç titreşimi kaynaklı oluşabilecek problemleri önceden engellemek mümkün olabilecektir.

2. MATERYAL VE METOD

Yapılan inceleme için Pirelli Otomobil Lastikleri test laboratuvarları kullanılmış , balans ölçüm makineleri ve testleri yapılmış lastiklerden elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

2.1. Lastiklerde balanssızlık ve balansın önemi

Lastiklerde balans yapılmasının amacı, tekerlek titreşimlerinin engellenmesidir. Titreşimleri gidermek için belirli pozisyonlarda yeterli ağırlıklar uygulanarak dengeleme elde edilir. Lastiğin dengesizliği, simetri eksenini ile dönme eksenini arasında çakışma olmamasından oluşur. Şekil 1’de lastikte simetri eksenini ve dönme eksenini gösterilmektedir. [2]



Şekil 1. Lastikte simetri ve dönme eksenini

Tekerlek balansının yapılması, tekerlek araca takılmadan önce, lastik janta yeniden takıldığında ve araç titreşimleriyle her karşılaştığında yapılmalıdır. Lastiğin kullanımı sırasında, yarıçap “R” ve göbeğin merkezinden uzak “r” olan bir lastiğin yan duvarına yerleştirilen dengesiz “m” kütlelerinin merkezkaç kuvveti (1) denkleminde gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$F = m \cdot \omega^2 \cdot R \quad (1)$$

Merkezkaç kuvvetleri, eksenini döndürme eğiliminde olan mekanik bir moment oluşturur. Bu moment (2) denklemindeki şekilde hesaplanabilir.

$$M = m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \sin \theta = m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot b \quad (2)$$

Bu denkleminde önemli olan nokta, momentin açısal hızın karesinin bir fonksiyonu olduğudur. Bu da araç hızı arttıkça, balanssız bir tekerlekte titreşimleri oluşturan momentin artması anlamına gelmektedir. Dönen bir cismin dengede olması için gerekli ve yeterli tek koşul, dönme ekseninin simetri eksenlerinden biri ile çakışmasıdır. Lastikte balanssızlık türleri statik, çift ve dinamik olarak üç grupta incelenebilir.

2.1. Statik balanssızlık

Statik balanssızlığa, çevre boyunca homojen olmayan bir şekilde dağıtılmış kütle neden olur. Bu tür bir dengesizlikte, tekerlek daha büyük bir kuvvetle dikey olarak salınır. Hız ve dengesizlik kütle ne kadar yüksek olursa salınım aynı oranda artar. Lastiğin simetri eksenini, dönme eksenini ile çakışmaz, ancak sonrakine göre ötelenir. Şekil 2’de statik balanssızlığın şematik gösterimi yapılmıştır.



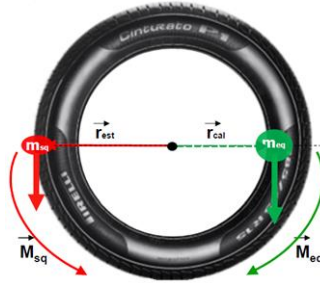
Şekil 2. Lastikte statik balanssızlık

Statik dengesizliği, dönme eksenine göre yüzey düzlemde bulunan kütlelerin simetrik olmayan dağılımı olarak tanımlayabiliriz. Dengesizliğin konumlandırılması, simetri ekseninin ötelenmesini etkilemez. Simetri ekseninin ötelenmesine dengesiz kütle neden olur. Dengesiz kütleyle etki eden ağırlık kuvveti, lastiğin dönme eksenine etrafında dönmesini sağlayan mekanik bir moment oluşturur. Lastiğin ağırlık merkezi, dönüş merkezi ile uyuşmuyorsa yatay bir eksenle konumlandırılan bir gövde dönme eğiliminde olur. Lastik, kütle en düşük noktaya, yani mekanik moment sıfır oluncaya kadar döner. Şekil 3'te oluşan moment ve dengesiz kütlelerin oluşturduğu dönme etkisi gösterilmektedir.



Şekil 3. Lastikte statik balanssızlıkta oluşan moment ve dönme etkisi

Lastiğin statik dengelenmesi, dengesiz kütleyle eşit, ancak zıt konumda (180 °) bir değer kütlesi yerleştirmekle sağlanır. Lastiğin dengelenmesi, iki kütlelerin ürettiği mekanik momentlerin eşit ve zıt olmasını gerektirir. Kütle ilavesi lastik yüz bölgesine yapılamayacağından, dengesizliği bir kütle ve zıt pozisyon ile dengelemek mümkün değildir. Ağırlığın konumu, lastiğin iç çapı üzerindedir. Dengeleme ağırlığının merkezine olan mesafenin daha kısa olması bize daha ağır bir ağırlık yüklemektedir. Dengeleme kütlesi, moment eşitliğinden yola çıkarak hesaplanmaktadır. Şekil 4'te moment eşitliğinin sağlanması gösterilmiştir.

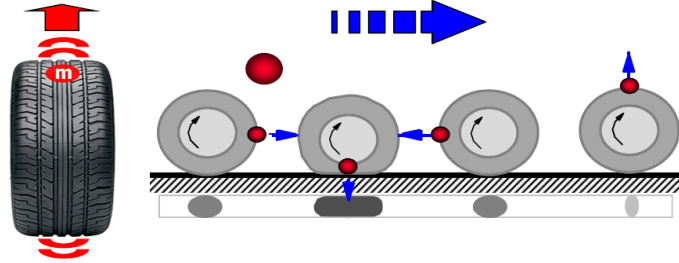


Şekil 4. Lastikte statik balanssızlıkta oluşan moment eşitliğinin sağlanması

Eşitlik (3) denkleminde verildiği gibi sağlanmaktadır.

$$m_{eq} \cdot r_{cal} = m_{sq} \cdot r_{est} \quad (3)$$

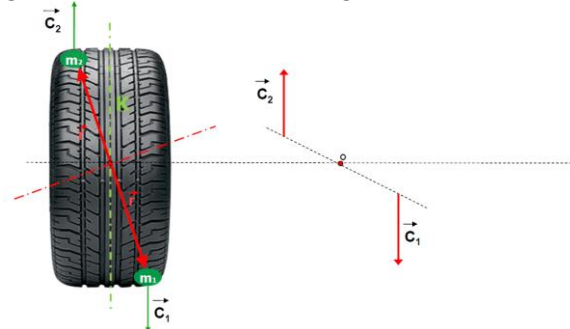
Statik dengesizlik birçok zararlı etki yaratır. Bunların başlıcaları azaltılmış sürüş güvenliği, azaltılmış konfor, lastik sırtının düzensiz aşınması ve aracın belirli mekanik bileşenlerinin (rulmanlar, amortisörler vb.) erken aşınmasıdır. Dikey kuvvet bileşeni, her bir tekerleğin dönüşü sırasında yüzey basıncını maksimumdan minimuma değiştirme eğilimindedir, böylece lastiğin esnekliği sayesinde tekerlek ekseninin dikey titreşimi olacaktır. Aynı zamanda, yüzey basıncında bir değişiklik ve dolayısıyla araç stabilitesini tehlikeye atan yapışma değerinde bir değişiklik vardır. Şekil 5'te statik balanssızlığın araç üzerindeki etkileri şekilsel olarak gösterilmektedir.



Şekil 5. Statik balanssızlığın araç üzerindeki etkileri

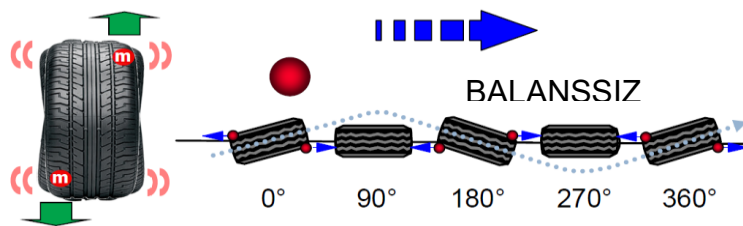
2.2. Çift balanssızlığı

Çift balanssızlığı, K meridyen düzlemi K'ye göre asimetrik olarak düzenlenmiş iki eşit kütleden kaynaklanır. Çift balanssızlığı iki vektör olarak gösterilebilir. Bu vektörler eşit modüle sahiptir ve açı bakımından 180° farklılık gösterir. Şekil 6'da vektörel gösterim verilmiştir.



Şekil 6. Çift balanssızlığının vektörel gösterimi

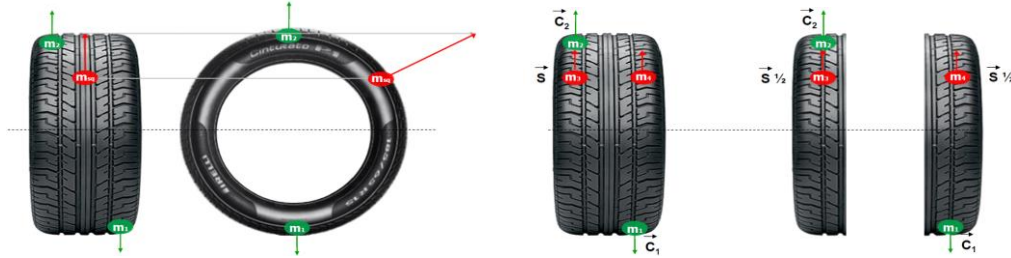
Dönme eksenine dik simetri düzlemine göre kütlelerin simetrik olmayan bir dağılımı olduğunda çift dengesizliğin meydana geldiği söylenebilir. Cisim dönerken, kütlelerden kaynaklanan merkezkaç kuvvetleri, eşit ve çapsal olarak zıt, eksen üzerinde gerilmeye neden olan bir çift oluşturur. Dengeleyici olmayan kütleler lastik yüzeyinde gösterilmiştir. Dengeleme, dengesiz kütlelerin merkezkaç kuvvetleri tarafından üretilen göbeklerdeki titreşimleri ve gerilimi azaltmak için simetri eksenini dönme eksenine hizalanmasıyla gerçekleştirilir. Lastik döndüğünde, iki dengesiz kütle iki merkezkaç kuvveti oluşturur. Bu kuvvetler sırayla, sürüş konforunu, lastik aşınmasını ve aracın mekanik parçalarının aşınmasını etkileyen tekerleğin salınımına neden olacak bir "çift" oluşumuna neden olur. Şekil 7'de çift balanssızlığının oluşturduğu etki gösterilmektedir.



Şekil 7. Çift balanssızlığının araç üzerindeki etkileri

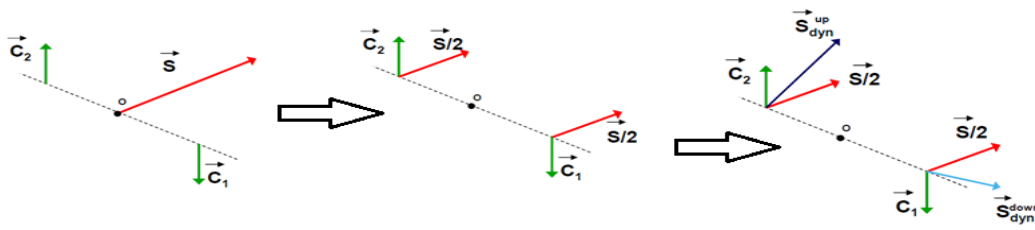
2.3. Dinamik balanssızlık

Dinamik dengesizlik, iki dengesizliğin bileşimi olarak tanımlanabilir. Daha önce görüldüğü gibi, dengesizlikler vektörlerle temsil edilmektedir. Bu nedenle msq'yi m3 ve m4 kütleleri olarak iki eşit parçaya bölmek uygundur. Bu statik dengesizlik bölünmesi ile, lastikteki dengesizliği iki ayrı parça olarak analiz etmek mümkündür. Şekil 8'de dinamik balanssızlığın lastik üzerinde gösterimi yapılmaktadır.



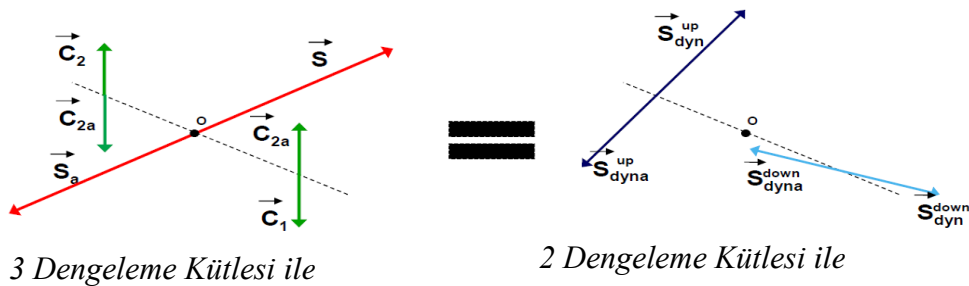
Şekil 8. Lastikte dinamik balanssızlık

Dengesizlik çiftini statik dengesizlikle vektörel olarak, dönme ekseninde grafik oluşturulabilir. Dinamik dengesizlik, statik dengesizlik ve çift dengesizliğin vektörel toplamıdır. Şekil 9'da vektörel işlemler gösterilmektedir.



Şekil 9. Lastikte dinamik balanssızlığın vektörel gösterimi

Dinamik dengesizlik, statik dengesizlik ve çift dengesizliğin vektörel toplamı olduğundan, lastik üzerindeki etkiler de statik ve çift dengesizliğin oluşturduğu etkilerdir. Çözüm için Şekil 10'da gösterildiği şekillerde iki veya üç dengeleme kütlesi ile balanssızlık giderilebilir.



3 Dengeleme Kütlesi ile

2 Dengeleme Kütlesi ile

Şekil 10. Lastikte dinamik balanssızlığın giderilmesi

3. SONUÇLAR

Sonuç olarak yapılan inceleme ile araç lastiklerinde oluşabilecek balanssızlık türleri incelenmiştir. Yapılan çalışma akıllı araç sistemleri için kullanılmak üzere denemeleri yapılmakta olan bir diğer çalışmaya alt yapı oluşturmuştur. Lastik içerisine yerleştirilmiş olan sensörden toplanan sinyallerden yapay zeka teknikleri kullanarak balanssızlık tespiti yapılması üzerine çalışma yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Jeong D., Kim S., Lee J., Choi S.B. (2020) "Estimation of Tire Load and Vehicle Parameters Using Intelligent Tires Combined with Vehicle Dynamics", DOI 10.1109/TIM.2020.3031124, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.
- [2] Pirelli Tire Quality Academy, Module 1 (2016) "Teory of Uniformity"

MAPPING THE ENVIRONMENTAL DAMAGES CAUSED BY ROAD CONSTRUCTION USING DIGITAL TECHNOLOGY

Edmond Hoxha

Polytechnic University of Tirana. Faculty of Geology and Mine Department of Mineral Resources
ehoxha63@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4049-0705

Ethem Bejko

Polytechnic University of Tirana. Faculty of Construction Engineering Department of Geodesy
bejko_ethem@hotmail.com

Abstract

The purpose of this paper is to identify and map the areas damaged by the construction of the “Rruga e Arbërit” Road construction in Albania, creating a GIS map of the damaged areas, and making recommendations for improving the situation. Mapping the environmental damages is important for the future of the area development, especially in the tourism field. The methodology used is the comparison of the existing situation with that before the road was built. At its core is the analysis of existing graphics and satellite images, comparing changes in years, and field measurements using digital technology to determine the coordinates of some control points. To realise these objectives, the following steps have been taken: Identification of damaged areas on the ground; Taking control points of the damaged areas; Satellite imagery of the area analysed; Comparisons of images were made in different historical periods. The result of this study is the GIS maps of damaged areas preparing. The paper closes with conclusions and recommendations for the future. Most important conclusions have to do with: rehabilitation of the damaged area mostly from the waste stocks; reforesting the excavation area; protecting the area from landslide risk; and protecting river water from pollution.

Keywords: Road, GIS, Mapping, Environment, Rruga e Arbërit, Albania

1. INTRODUCTION

The “Rruga e Arbrit” road it is known as old trace road of Caravans connecting Tirana and Dibër cities. This road is part of the Axes Tirana-Tetovo-Skopje. The name “Arbër” is because of the ancient population of this region was ARBANS. The road starts at North-East part of Tirana city. The main important points of the road trail are: “Shkalla e Tujanit”, “Qafa e Murrizit”, “Guri i Bardhë”, “Ura e Vashës”, “Plan i Bardhë”, “Bulqizë”, “Dibër”. The total length of the road, in two directions will be 74 km from 173 km of the existing road (Tirana-Burrel-Dibër). The road has 6 tunnels and 4 bridges. The longest is “Murrizi” tunnel with a length 3.5 km. The most important bridges are: Bridge of “Fshati” village, and bridge of “Vasha” (**Fig.1**). Currently, the Tirana - Dibër road has been passing through Burrel City, an old road, with difficult condition and very long. The total length of the existing road is 173 km. The new road length is 74 km. The difference in length is around 100 km, and difference in time from around 4 hours to 40 minutes, because of new standards and speed.



Figure 1 Road trace

[Source: Google Earth; Përmbledhje e Raportit të Vlerësimit të Ndikimit në Mjedis. SDC sh.p.k]

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Types of environmental damages because of the road construction

Construction a new road in addition to usefulness, also bring a number of issues that need to be considered seriously from the design stage to the stage of rehabilitation of the damaged environment. The main damages are: Air pollution; Change on landscape (Fig.2); water pollution (Fig.3); damages in Flora and Fauna; Waste deposits; Deforest. Moreover, the lack of rehabilitation of the damaged areas after their completion and operation is a serious concern for the community and nature. During the construction of the road, air pollution due to excavations, machinery, heavy mass explosions, and other works has been very high. Dust deposited during the years of construction of the road in pastures, trees, fields will take a long time to be cleansed from natural rainfall and vegetation to return to the previous state. Because of the construction of the road along its entire axis, soil stocks that slip into the water resources of the area, the Shupal and Tirana River have caused water pollution, damaging the quality of water used for farming as well as for agriculture. Damage to the landscape is considerably, especially the area of Tujan, where the slope has reached all the height of the hill to its peak, risking it all to be destroyed, blocking the further work of the highway and endangering the lives of the inhabitants.



Figure 2 Landscape damages



Figure 3 River pollution because of stocks deposited in river coast line

2.2. The used Methodology

The methodology used to identify, and map the environmental damages, is that of comparison of the existing state with that before the Road was built. At its core is the analysis of existing graphics, satellite imagery; comparison of changes in years; and field measurement of the coordinates on some control points. To accomplish these objectives, the following steps have been taken: (1) Identification of damaged areas on the ground; (2) Measurements were made with GPS (Garmin 600 T) by taking the coordinates of the checkpoints of the damaged areas; (3) Satellite images of the area are received; (4) Comparisons of images were made in different historical periods; (5) GIS maps of damaged areas have been built; (6) Recommendations and conclusions have been provided

3. RESULTS

3.1. Environmental situation before road construction

The landscape. The area of road development is mixed with hills and mountains. The road is going through a very nice valley landscape following the Tirana River and a natural canyon monument in Tujan and after the Neck of Murrizi will follow the Mati Valley.

The climate of the area is with soft winter, as Mediterranean area.

The rainfall and most of the rainfall is rain average moves from 1787 mm to 2044 mm. The average of the temperature is 15 grades Celsius.

The air quality: The main factor to impact the quality of the air is the traffic of the cars. But before road building this traffic was very rear.

The water sources: Main water sources are streams, Tirana and Shupal River. From the underground water there is only one source in “Shkallët e Tujanit” which has the water all the year.

Vegetation: The area is Mediterranean hills zone with mostly oak forestry. The area belongs to the protected area of Dajti Park.

Fauna: Among the major mammals are bats, rodents, mole, wild rabbit, hawk, lizard, squirrel, wild cat, tulip bride, fox, wild boar, wolf, etc. Among the migratory and resident birds of these mountains can be mentioned herds of sparrows such as: dervish, sheep bird, gargoyle, etc., mountain partridge, wild rooster, raven, crow, cuckoo, whistle, pigeon wild beetle, thrush, hawk, etc.

Livestock: Livestock, traditionally, the main vital element of the community, is very important and has always been at the center of all local government strategies of this area. In general, all types of livestock are bred and in recent years we have a strategy individual, for the reduction of goats and the increase of cows and sheep.

Tourism: The area is part of Dajti National Park and has very good touristic area, but because of the bed road network the place have been not visited often.

Historical and Natural monuments: The area is part of Dajti National Park. In this area is the Tirana River Canyon with underground water source from both side, which is officially declared Natural Monument of Third category. Also there is a very old Brari bridge with beautiful view.



Figure 4 Old bridge of Brari Monument of Culture

3.2. Identification of damages in the environment

From the verification in the place there are **9 areas** where the construction of the road has given its impact on the surrounding environment. **Zone 1** – This is a place where the materials for road building are processing. The surface of this area is 6.9 hectares. Higher negative impact of this area is very high air pollution because of the dust production, noise because of the machineries, and water pollution of the river because of the working process close to the river. (Fig.5)



Figure 5 Zone 1

Zone 2 - Shkallët e Tujanit. This is the most beautiful part of the Natural Canyon. This area has a surface around 7Ha. In this part have been developed excavation works in the right side of the road oriented from stream flow. The situation before the road (2002) is shown on the left side. Higher negative impact of this area is reducing the forestry surface because of excavation works on 2021. (Fig.6)

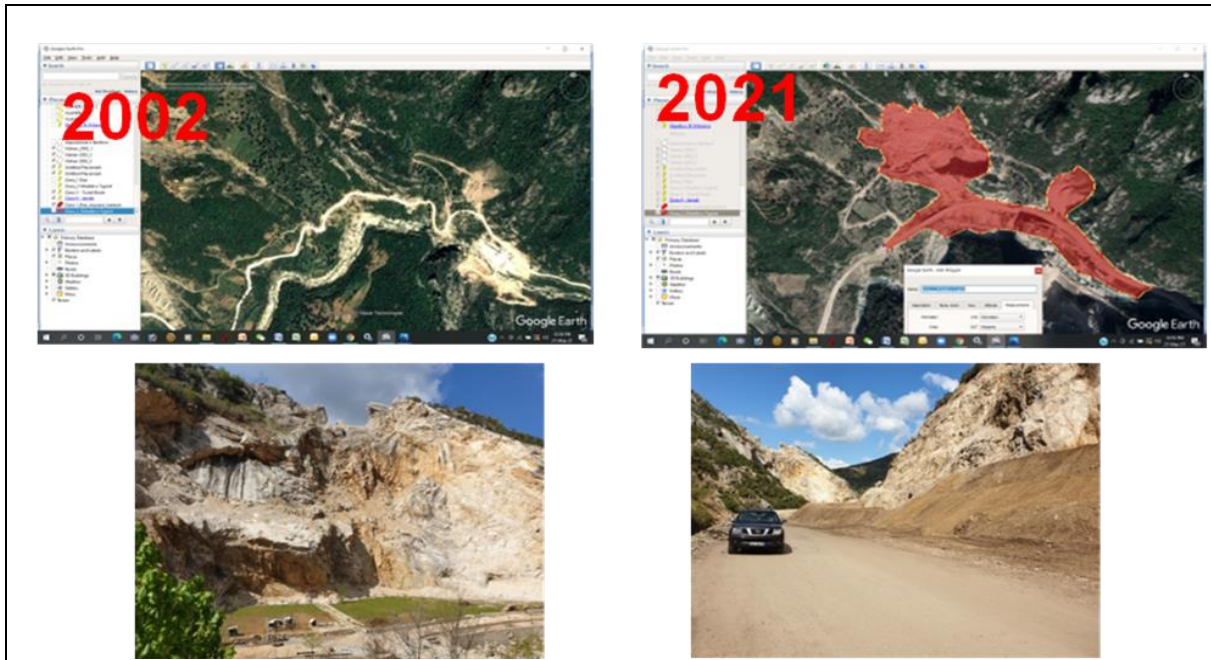


Figure 6 Zone 2

Zone 3 – Brari - This area is also part of Natural Canyon. This area has a surface impacted is around 10 Ha. In the left side there are many excavation works. Higher negative impact on this area is reducing forestry surface because of excavation works (Fig.7)

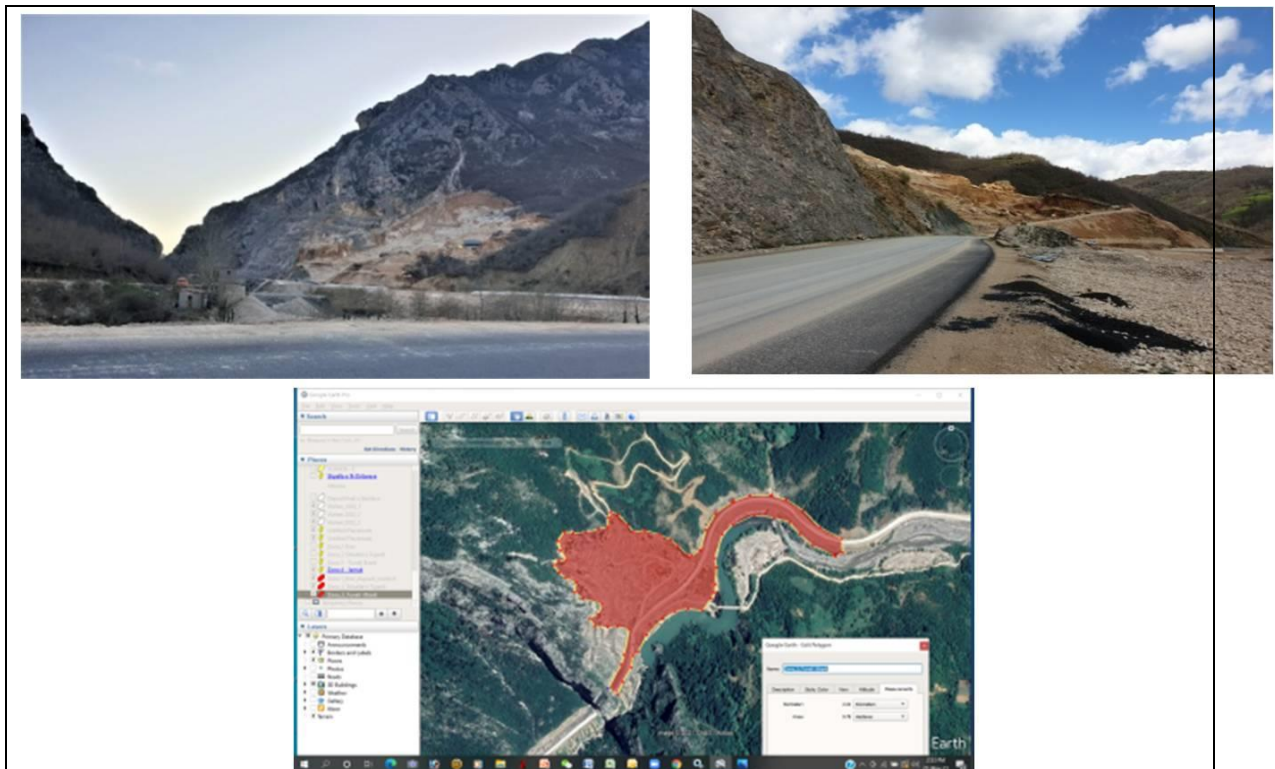


Figure 7 Zone 3

Zone 4 – Jamak This area was untouched until 2017, before the road construction. As it is seen from the photo everything was forested. The surface impacted from the road is around 22 Ha and most of them so deforested. Many materials are stocked around and there is big danger for landslides. (Fig.8)

Zone 5 – Tunnel of “Qafa e Murrizit” The highest impact of this development is the material stocking around this area because of the Tunnel of “Qafa e Murrizit” opening. It’s planed that this tunnel will be approximately 3.5 km long. From this work will be extracted a big amount of soil which will be deposited around. As a consequence the vegetation will be covered with soil, and as a result, the risk of landslides will increase. Also because of the landslide risk the waters of the streams and the river will be polluted. This pollution will continue during the river flow. (Fig.9)

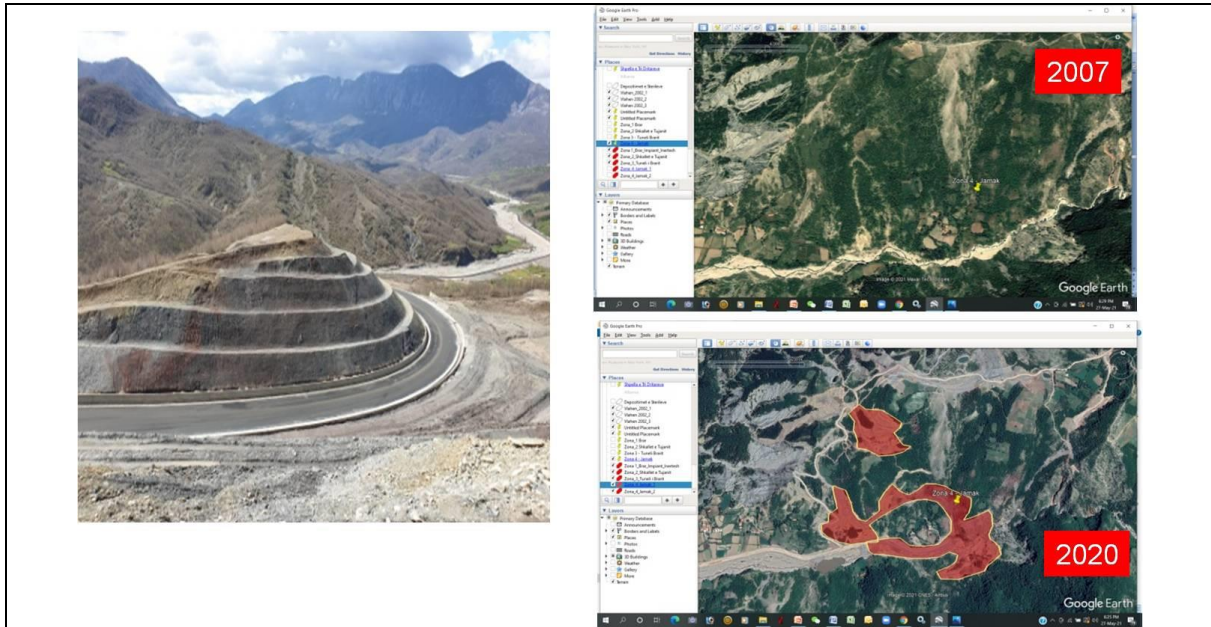


Figure 8 Zone 4



Figure 9 Zone 5

The final map result is shown in the Figure 9, where the damages areas are numbered in red.

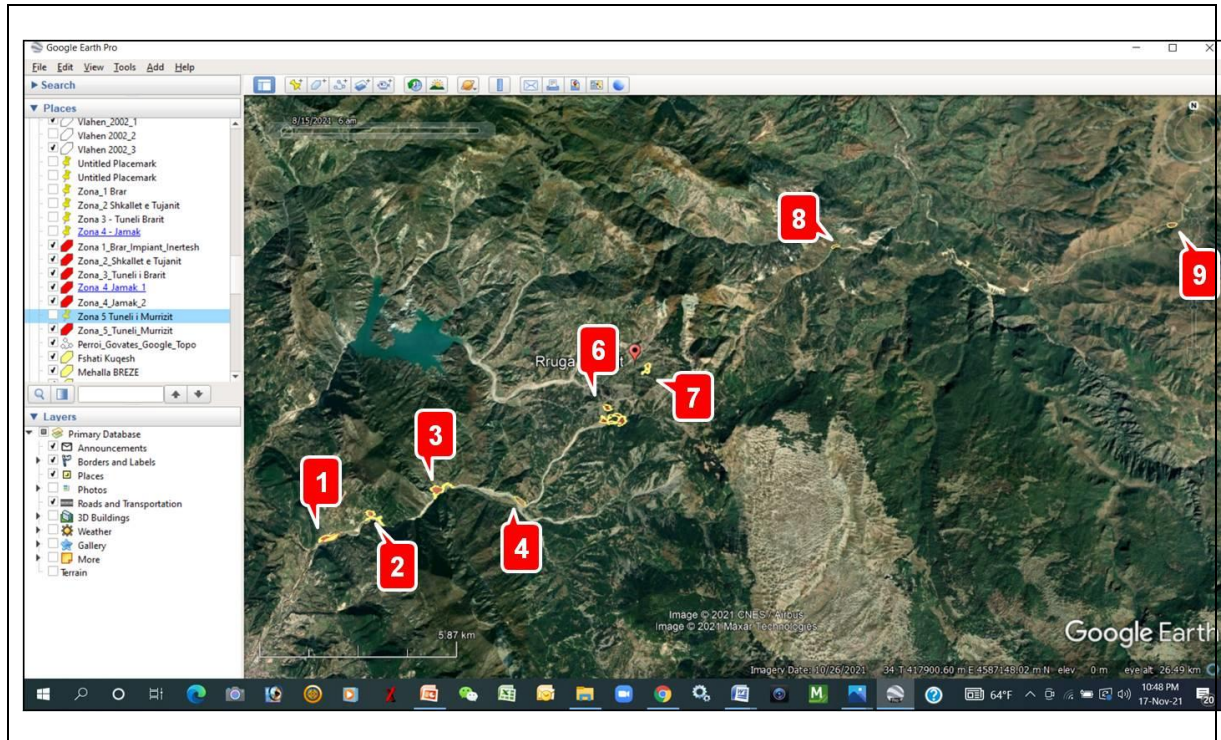


Figure 8 Final Mapping Result

5. CONCLUSION

Analysing all the facts and arguments we arrive in following conclusions and recommendation:

- [1] The degree of damage of the environmental in the “Rruga e Arbërit” is considerable.
- [2] Damage to the environment, water, forests, agricultural lands, flora and fauna affects a huge area.
- [3] The damaged areas require taking of urgent technical and administrative measures after the road construction finished to eliminate irreparable consequences in the future.

REFERENCES

- SDC sh.p.k “Përmbledhje e Raportit të Vlerësimit të Ndikimit në Mjedis 2010”.
<http://eden-al.org/OldWeb/media/permbledhje%20joteknike%20e%20VNM.pdf>
 Hoxha E "Sistemet e Informacionit Gjeografik (GIS)
<http://gpsrus.net/handheld-gps/garmin-oregon-600t-review/>
www.esri.com/environment
www.esri.com/~media/files/pdfs/library/brochures/pdfs/gis-sols-for-env-mgmt.pdf
http://www8.garmin.com/support/download_details.jsp?id=4435
<https://www.esri.com/content/dam/esrisites/sitecore-archive/Files/Pdfs/library/brochures/pdfs/gis-sols-for-highway.pdf>

DÜZ FORMLU MAFSALLARIN ERKEN YORULMA PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Adem Çarkacı

Teknorot Otomotiv

ademcarkaci@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4517-7718

Özet

Bu çalışmada düz forma sahip otomobil ön süspansiyon mafsallarında erken yorulma performansının artırılması hedeflenmiştir. Düz mafsal, düz bir mil üzerinde konumu belli olan çevre boyunca dairesel bir oluğa sahip küresel mafsaldır. Bu mafsallar, mil çapında ve üzerinde mafsaldaki oluğa uygun çapta pim yuvası bulunan bir kanala yerleştirilir. Pim, pim yuvası ve mafsal oluğu birbirini karşıladıktan sonra takılır ve bağlantı elemanı ile sıkıştırılarak sabitlenir. Bu tür birleştirmelerde mafsal üzerindeki oluk bölümü sürekli titreşimli yüklere maruz kalır. Mafsal oluğu maruz kaldığı bu yüklerin etkisiyle zamanla yorulmaya uğrayarak yüzeyden kesit merkezine doğru mikro çatlaklar meydana getirir. Oluşan mikro çatlaklar ise mil eksenine kadar ilerlediğinde kırılma meydana gelir ve bağlantı bozulmuş olur. Mafsal emniyet parçası olduğu için yorulma ve sonucunda oluşan kırılma sürücü güvenliğini tehlikeye atacağından istenmeyen bir durumdur. Bu mafsalların yorulma ömrünü arttırmak amacıyla mafsal oluk bölgesinde çeşitli yüzey işlemleri uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda ömür performansında %180 iyileştirme sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mafsal, Yorulma, Rotil, Süspansiyon

IMPROVEMENT OF EARLY FATIGUE PERFORMANCE OF FLAT-FORMED JOINTS

Abstract

In this study, it is aimed to increase the early fatigue performance of flat shaped automobile front suspension joints. A cylindrical flat-form ballpin is a spherical joint with a circular groove along the circumference whose position is defined on a straight spindle. These joints are placed in a channel with a shaft diameter and a pin slot of the appropriate diameter to the groove in the joint. The pin is inserted after the pin slot and the knuckle groove meet each other and fixed by tightening with the fastener. In this type of joint, the groove section on the joint is constantly exposed to vibratory loads. The knuckle groove undergoes fatigue over time under the influence of these loads it is exposed to and creates micro cracks from the surface to the center of the section. When the micro-cracks that are formed move up to the spindle center, breakage occurs and the connection loses. Since the joint is a safety part, fatigue and resulting breakage is an undesirable situation as it will endanger the driver's safety. In order to increase the fatigue life of these ballpins, various surface treatments were applied in the ballpin groove portion. As a result of the studies, 180% improvement was achieved in fatigue performance.

Keywords: Ballpin, Fatigue, Balljoint, Suspension

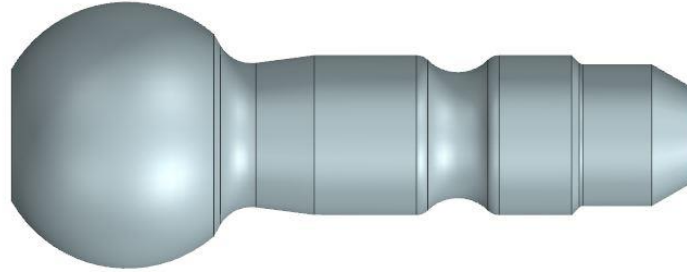
1. GİRİŞ

Taşıtlarda sürücü, sürüş güvenliği ve konforunun sağlanması ön takım ve süspansiyon sistemlerinin uyumlu çalışmasına bağlıdır. Taşıt süspansiyon sisteminin birincil görevi; iyi bir sürüş ve yol tutuş performansı sağlamak, dönüş esnasında direksiyon kontrolü sağlamak ve taşıtın kontrol kuvvetlerine iyi yanıt vermesini sağlamaktır. Süspansiyon sistemi, aynı zamanda tekerleklerden gelen yüksek frekanslı titreşimlerin ve yoldaki bozuklukların yalıtımını da sağlamalıdır. [1] Araç süspansiyon sistemi, aracın şasisi ile tekerlekler arasında yer alan mekanik bileşenlerin bir araya getirilmesidir. Süspansiyon sistemi yoldan gelen şokları emmekten, tekerlekler ile yol arasındaki temasın sürekliliğini sağlamaktan, araç tekerleklerinden şasiye uygulanan gücü iletmekten ve uygun süspansiyon kinematiklerini korumaktan sorumludur. Süspansiyon sistemi genellikle üç ana bileşenden oluşur: yaylar, amortisörler ve mafsallı süspansiyon bağlantıları. Yaylar ve amortisörler, aracın farklı yol koşullarından rastgele uyarılmalar altında tepki vermesinden sorumluyken, süspansiyon bağlantıları, tüm süspansiyon sistemini birbirine bağlayan ve kuvvetleri aracın şasisine ileten mekanik bileşenlerin montajlarıdır. [2,3] Süspansiyon sistemlerinde bulunan salıncak kolları, rotiller ya da salıncaklar gibi süspansiyon kolları, akson bağlantı

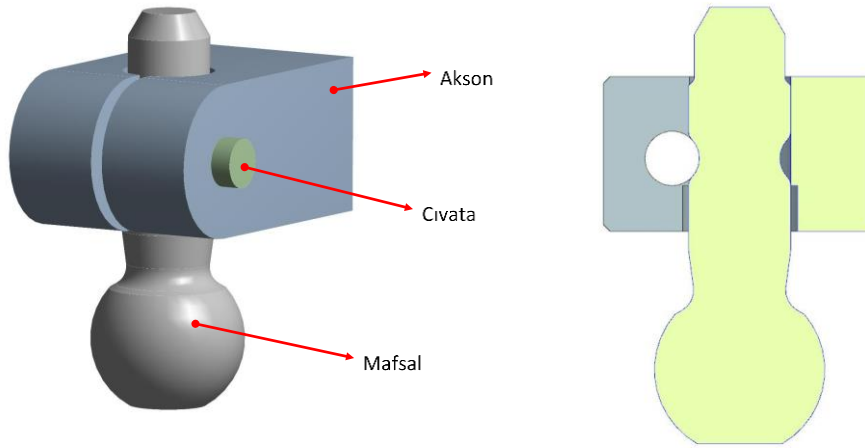
tiplerine göre düz formlu mafsallar içermektedir. Süspansiyon kolları ile akson, mafsal parçası ile bir arada tutulmaktadır. Düz mafsal, düz bir mil üzerinde konumu belli olan ve çevre boyunca dairesel bir oluğa sahip küresel mafsaldır (Şekil 1). Bu mafsallar, mil çapında bir deliği ve üzerinde mafsaldaki oluğa uygun çapta pim yuvası bulunan bir kanala yerleştirilir. Pim, pim yuvası ve mafsal oluğu birbirini karşıladıktan sonra takılır ve bağlantı elemanı ile sıkıştırılarak sabitlenir. (Şekil 2)

Süspansiyon kolları, yoldan tekerleklerle aktarılan sürekli yüklere maruz kalır. Bu yükler mafsal bağlantısıyla tekerleklerden şasiye aktarılır. Mafsal üzerindeki oluk kısmı parça üzerindeki en ince kesit olduğu için yükler bu kısımda stres birikmeleri oluşturur. Sürekli etkilenen bu yüklerin altında parça yüzeyinde malzeme yorulması nedeniyle mikro çatlak oluşumları başlamaktadır. Başlayan bu çatlaklar oluk yarıçapına ulaştığında kırılma gerçekleşir (Şekil 3). Kırılma sonucu tekerlek ile şasinin bağlantısı kesileceğinden sürüş güvenliği tehlikeye atılmış olur.

Yorulma; Endüstride kullanılan bazı makine parçaları ve yapı elemanları, kullanım sırasında tekrarlanan gerilmeler ve titreşimler altında çalışmakta; ancak bu gerilmeler malzemenin ya da parçanın statik dayanımından küçük olmasına rağmen, bu durum, belirli bir tekrardan sonra çatlama ve bunu takip eden kırılma ile söz konusu parçanın hasarı ile sonuçlanır. Bu olaya yorulma denir [4]. Bu çalışmada mafsal oluk yüzeyine (yorulma kırılmasının gerçekleştiği, parça üzerindeki en ince çap) çeşitli yüzey işlemleri uygulanacak ve yorulma ömür testine tabii tutulacaktır.



Şekil 1. Düz formlu küresel mafsal.



Şekil 2. Düz formlu mafsallın bağlantısı.



Şekil 3. Oluk bölgesinden kırılmış bir mafsal.

2. METOD

Çalışmada mafsal parçasına aşağıda listelenmiş yüzey işlemleri uygulanacak ve ömür testlerine tabii tutulacaktır; yüzey ovalama işlemi, nitrox kaplama işlemi, indüksiyon ile yüzey sertleştirme işlemi.

-Yüzey ovalama; Değişik imalat teknikleriyle şekillendirilmiş makine elemanlarının yorulma ömrü üzerinde en etkili faktörlerden biri yüzey koşullarıdır. Yorulma çatlaklarının genellikle serbest yüzeylerden başladığı uzun zamandır bilinen bir malzeme davranışıdır. Mukavemet bilminde elemanların en üst yüzeyleri doğrudan dış yüklerle maruz kalır ve bu yükler tarafından en fazla zorlanan, gerilmelerin en çok olduğu bölgeler olarak bilinmektedir [5]. Yüzey ovalama işlemi, işlenmiş parçaların yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için, parçanın iki makara arasında dönerken ezilmesi işlemidir. Dönerken yapılan ezme işlemi, işleme sonrası oluşan kesici takım iz tepelerini ezerek yüzey pürüzlülüğünün azaltılmasını sağlamaktadır. Mafsalın oluk bölgesi sürekli darbeli yüklerin etkisiyle çatlak oluşumuna maruz kalır. Yüzey pürüzlülüğünün çentik etkisi oluşturduğu bilinmektedir. Çentik etkisini azaltmak amacıyla mafsal oluk bölgesi, oluk formuna göre özel olarak imal edilmiş ovalama makarası kullanılarak ovalanmıştır. İşleme sonrası ve ovalama sonrası elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Ovalama işlemi yapılmış olan mafsal ile bir salıncak parçası üretilmiş ve yorulma ömür testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar sonuç kısmında incelenmiştir.

Tablo 1. İşleme ve ovalama sonrası yüzey pürüzlülükleri.

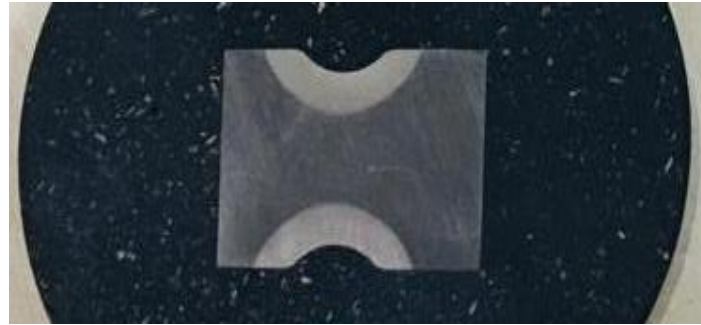
Pürüzlülük Cinsi	İşleme Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü	Ovalama Yüzey Pürüzlülüğü
Ra	1,6662 μ m	0,2807 μ m
Rz	8,0862 μ m	1,3098 μ m

-Nitrox kaplama; Çeliğin korozyon ve aşınma direncini arttırmak amacıyla parçaya uygulanan nitrasyon ve oksidasyon işlemidir. Nitrasyon, azotun çelik yüzeyine difüzyonun sonucu malzemenin yüzeyinde aşınma direncinin yüksek olduğu sert bir tabaka oluşur. Oksidasyon ie parça yüzeyinde ince bir demiroksit tabakası oluşturarak yüzeyi korozyon etkilerinden koruyan bir kaplama yöntemidir. Nitrasyon ve oksidasyonun birlikte uygulanmasına nitrox işlemi denir ve yüzeyi mikro kalınlıkta sert bir tabaka ile sararak hem aşınma hem de korozyon direncini artırır. Mafsal gibi dinamik yüklerle maruz kalan parçalarda yorulma mikro çatlak oluşumu ile başlar. Mikro çatlaklar ise parça yüzeyinden başladığı için nitrox uygulaması parça yüzeyinde oluşturduğu sert tabaka sayesinde mikro çatlak oluşumunu geciktirmektedir. Bu durumun parça yorulma ömrünün arttırılmasına katkı sağlayacağı öngörülmüştür. Nitrox işlemi sonrası parça yüzeyi siyah renk almaktadır(Şekil 3). Nitrox işlemi yapılmış bir mafsal kullanılarak üretilmiş bir salıncak parçasına ömür testi yapılmış ve bulgular sonuçlar kısmında incelenmiştir.



Şekil 4. Nitrox işlemi uygulanmış mafsals.

-İndüksiyon işlemi; Makine elemanlarının, yorulma sonucu uğradıkları hasar; yüzey sertleştirme yöntemleri ile yüzeyde sert bir tabaka oluşumu ile önlenebilir. Yüzeyde sert bir tabakanın oluşmasının, yorulma ömrü üzerine olumlu yönde etkisi olmaktadır. Yüzeyi sertleştirilmiş parçaların aşınma dayanımlarının yanı sıra yorulma dayanımları da yüksektir. Böylece, çatlak oluşumunun zorlaştırılması veya geciktirilmesi ile parça kullanım ömrü artmış olur[6,7]. Buradan hareketle mafsals oluk bölgesi (yorulma gerilmelerinin biriktiği ve kırılmanın gerçekleştiği bölge) 1,5mm derinliğinde indüksiyon yöntemiyle 50-55 HRC aralığında olacak şekilde sertleştirilmiştir. Mafsalsın sertleştirme işlemi uygulanmış kısmın dışında kalan tüm kısımları 28-32 HRC sertliğindedir. Burada amaç, sürekli olarak etkiyen darbeli yüklerin, 50-55 HRC sertliğindeki yüzeyden hasar vermeden iletilerek daha yumuşak olan iç kısımda absorbe edilmesidir. Parça, indüksiyon ile sertleştirilmiş mafsals oluk kısmından kesilerek bakalite alınmıştır (Şekil 4). Bakalite alınan numune parlatılıp dağlandıktan sonra indüksiyon derinliği gözlemlenmiştir. Aynı zamanda bu numune üzerinden parça sertliği de ölçülmüştür.



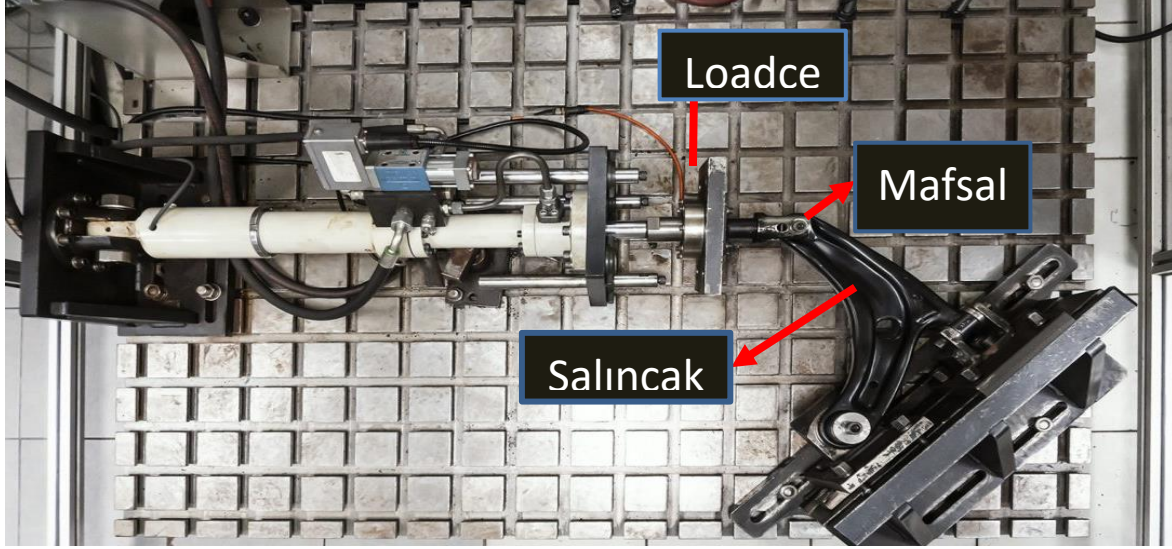
Şekil 4. İndüksiyon uygulanmış mafsalsın dağlama sonrası görüntüsü.

2.1 YORULMA ÖMÜR TESTİ

Ön düzen parçaları her yönden gelen sürekli darbeli yüklerin etkisinde çalışırlar. Mafsalsı kırılmaya zorlayan kuvvetler mafsals eksenine dik olarak gelir. Test cihazı bu darbeleri taklit edecek şekilde bağlanan parçaya mafsals mil eksenine dik olacak şekilde çekme ve basma uygular. Test cihazının bir basma ve bir çekme hareketi uygulamasına 1 çevrim denir. Test sonucu çevrim sayısı ile ölçülür. Bu çalışmada hedeflenen ömür test sonucu minimum 500.000 çevrimdir. Test düzeneği Şekil 6 'te gösterilmiştir. Test Parametreleri Tablo 2' de gösterilmiştir.

Tablo 2. Süspansiyon kolları için ömür test cihazı parametreleri.

Parametre	Değer
Test yükü	3000 N
Yük uygulama Frekansı	3 Hz
Yük geliş açısı	Mafsal eksenine 90°
Parça bağlama açısı	Loadcell eksenine 45°


Şekil 6. Salıncak yorulma ömrü test cihazı.

3. SONUÇ

Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen ömür çevrim sayıları Tablo 3' te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; Nitrox uygulamasının ömür performansına etkisinin olmadığı, aksine ömür performansını düşürdüğü gözlemlenmiştir. Oluk bölgesine ovalama işlemi uygulamasının ömür performansını arttırdığı gözlemlenmiştir. Ancak iyileşme miktarı hedeflenen 500.000 çevrim sayısının çok altında kalmıştır. Oluk bölgesine indüksiyon ile sertleştirme işlemi uygulamasının ömür performansını hedeflenen 500.000 çevrim sayısının çok üstüne çıkardığı gözlemlenmiştir. Gerçekleşen iyileşme hedeflenen çevrim sayısının %180 üzerine çıkmıştır.

Tablo 3. Ömür testi sonuçları (Kırılma gerçekleşme çevrim sayısı)

Test Edilen Parça	Test Sonucu(Çevrim Sayısı)
Çalışma öncesi işlem yapılmamış parça	26.500
Oluk bölgesi ovalanmış parça	97.000
Nitrox işlemi uygulanmış parça	25.000
Oluk bölgesine indüksiyon ile sertleştirme uygulanmış parça	1.400.000+ (1,4m çevrime ulaştığında kırılma olmadığı için test durduruldu)

4. TARTIŞMA

Sonuçlar değerlendirildiğinde indüksiyon ile sertleştirme uygulandıktan sonra test parametreleri göz önüne alındığında parçanın yorulma ömrünü teorik olarak sonsuzdur denebilir. Çünkü test yüklemeleri altında mafsal kırılmasından önce mafsal yatak ömrü tükeneyeceği varsayılmaktadır. Bu parçalar için beklenen ürün ömrü 500.000 çevrim sayısıdır. Bu çalışma emniyet parçası olan düz formlu mafsalların erken yorulma performansının yüzey işlemleri ile nasıl arttırılabileceğini göz önüne sermiştir. Mafsal, emniyet parçası olduğu için bu çalışma aynı zamanda sürüş güvenliğinin, hedeflenen parça ömrü boyunca garanti altına alındığını ortaya koymuştur. Aynı zamanda bu çalışma benzer sorunların giderilmesi için bir rehber niteliğindedir.

TEŞEKKÜR

Salıncak ömür testlerini yapma imkânı veren Teknorot Otomotiv Ürünleri firmasının, Ar-Ge Merkezi çalışanlarına, Üretim birimi ve Kalite birimi çalışanlarına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1]. PUTGÜL, Y. ALTIPARMAK, D. (2015), Taşıt Süspansiyon Sistemi Çeşitleri ve Ön Düzen Geometrisine Etkileri, *Politeknik Dergisi*, 19(2), 195-202.
- [2]. BOUAZARA, M. BANITALEBI, H. RAGAB, K.A. MRAD, H. (2016) On the characteristics of automotive low arm-suspension system parts made of aluminum casting alloys. *Int. J. Cast Met. Res.* 29, 129–136.
- [3]. BOUAZARA, M. SAOUDI, A. (2014) Dynamic and Fatigue Study of the Automotive Upper Arm Suspension System. In *Advanced Materials Research*; Trans Tech Publications Ltd.: Stafa-Zurich, Switzerland, 2014; Volume 875, pp. 2269–2274
- [4]. ŞIK, A. ÖNDER, M. KORKMAZ, M.S. (2015) Taşıt Jantlarının Yapısal Analiz İle Yorulma Dayanımının Belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(3), 565 – 574.
- [5]. ÖZERKAN, H.B. (2018), Tornalamada Oluşan Yüzey Pürüzlülüğünün Yorulma Ömrüne Etkisinin Teorik Değerlendirilmesi, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(2), 189-198.
- [6]. KANDEMİR, K. CAN, A.Ç. ASI, O. (2000) Tasarım Aşamasında Makine Parçalarının Yorulma Dayanımını Artırıcı Önlemlerin Alınması. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 41(484), 19 -26
- [7]. AKTAŞ, B. (2020), *Isıl İşlemler*, 28 Kasım 2021 tarihinde Harran Üniversitesi: <http://eng.harran.edu.tr/baktas/wpcontent/uploads/2016/02/ISIL-İŞLEMLER.pdf> adresinden alındı.

YATAKLAMASI ÇELİK RULMAN İLE SAĞLANMIŞ YAPRAK ROTİLDE PLASTİK YATAKLAMA ELEMANI KULLANARAK BİRİM ÜRÜN MALİYETİNİN DÜŞÜRÜLMESİ

Adem Çarkacı

Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği
ademcarkaci@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4517-7718

Özet

Bu çalışmada otomobil ön şasi parçalarından olan salıncak kolunda kullanılan yaprak rotilde yataklama sisteminde kullanılan çelik makaralı rulman yerine plastik malzemeden imal edilmiş yataklama elemanı ile değiştirilerek birim ürün maliyetinin düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu rotiller araç yönlendirmeleri sırasında aksone yataklık eder ve aracın süspansiyon sistemine gelen değişkenliklere uyum sağlar. Söz konusu rotinin içerisinde bulunan rulman silindirik makaralı rulman olup makaralar uç kısımlarından daralacak şekilde üretilmiştir. Makaralara şeklinden dolayı fıçı makaralı rulman denmektedir. Rulmanın bu tasarımı kendi eksenini etrafında dönerken aynı zamanda salınım yapmasına da müsaade eder. Rulman sahip olduğu özel makara şekli nedeniyle yüksek maliyetli bir bileşendir. Bu çalışma sonunda rulman, plastik yataklama elemanı ile değiştirilecektir. Bunun sonucunda birim parça maliyetinin %30 oranında düşürülmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rotil, Makaralı rulman, Plastik yatak, aksone

REDUCING THE UNIT PRODUCT COST BY USING A PLASTIC BEARING ELEMENT IN THE LEAF BALL JOINT PROVIDED WITH A STEEL BALL BEARING

Abstract

In this study, it is aimed to reduce the unit product cost by replacing the leaf ball joint of the control arm, which is one of the front chassis parts of the automobile, with a bearing element made of plastic material instead of the steel roller bearing. These ball joints support the knuckle during steer and adapt to the variability of the vehicle's suspension system. The bearing in the ball joint in question is a cylindrical roller bearing and the rollers are manufactured to narrow from their ends. The rollers are called barrel roller bearings because of their shape. This design of the bearing allows it to oscillate at the same time as it rotates around its own axis. The bearing is a costly component due to its special roller shape. At the end of this work, the bearing will be replaced with a plastic bearing element. As a result, it is aimed to reduce the unit part cost by 30%.

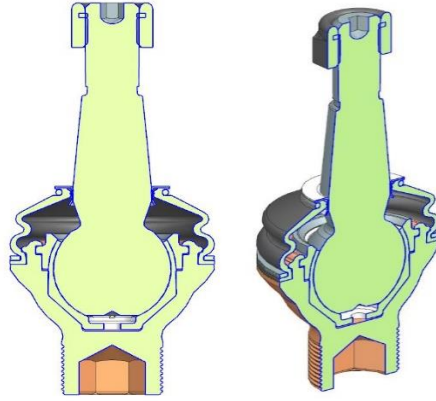
Keywords: Roller bearing, Plastic bearing, Knuckle

1. GİRİŞ

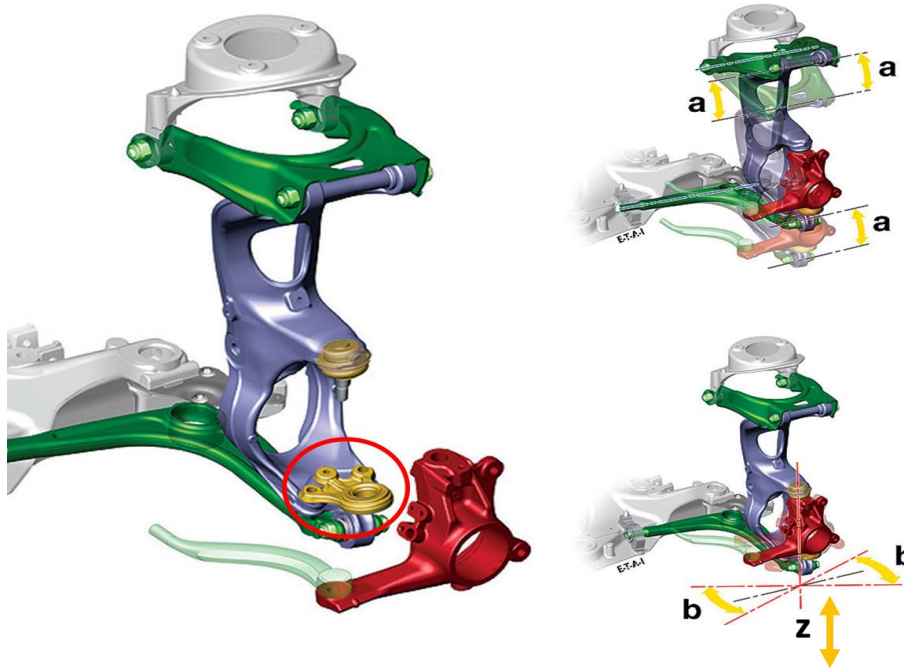
Bir motorlu taşıtın bir tekerleği, genellikle, taşıtın konforunu ve yol tutuşunu sağlayabilmek için, tekerleğin esas olarak dikey hareketine olanak sağlayan bir süspansiyon bağlantı takımı ile taşıtın şasisine bağlanmıştır. [1] Araçlarda süspansiyon dendiğinde akla ilk olarak konfor gelmektedir ancak aslında süspansiyon kullanıcılar için çok daha fazlasını sunmaktadır. Süspansiyon sisteminin temel amacı lastikler ve yol arasındaki teması maksimum seviyede tutabilmektir. Bu şekilde aracın sürekli olarak yol ile temas etmesi ve sürtünmenin kesintisiz olması sağlanmaktadır. Süspansiyon sistemi ile çukur, kasis ya da engebe bulunan yollar üzerindeki sürüş sırasında araçta meydana gelen titreşimi en aza indirmek, sert virajlarda ve dönemeçlerde savrulmasını önlemek ve böylelikle hem olası bir kaza riskinin önüne geçmek hem de yolcuları sarsıntıdan korumak amaçlanır. Rotiller ön süspansiyonda, tekerleklerinizin bağımsız olarak yukarı ve aşağı hareket etmesini ve aynı zamanda sola veya sağa dönmesini sağlayan karmaşık bir mekanizmaya sahip bağlantı elemanıdır. Süspansiyonun hareketi boyunca, lastiğin yola teması ve araç kontrolünü en elverişli düzeyde yapılmasına imkân sağlar. Rotiller, çeşitli süspansiyon bileşenlerini birbirine bağlayan ve hareket etmelerini sağlayan ön süspansiyonun kritik bileşenidir. Ön süspansiyonunuzda bulunan rotiller, yumuşak, güvenli bir sürüş sağlamak ve direksiyonunuzu kontrol etmenizi sağlamak için direksiyon mafsalları ve kumanda kolları arasında dönme hareketi sağlar. Geleneksel yöntemde rotiller küresel mafsala ve bununla birlikte küresel şekilde plastik bir yataklama

elemanına sahip parçalardır. (Şekil 1) Bazı süspansiyon geometrilerinde rotiller yüksek radyal yüklerle maruz kalmaktadır. Bu tür süspansiyon geometrilerinde kullanılan yataklar, maruz kaldıkları yüksek radyal kuvvetleri taşıyabilmek için fiçı makaralı rulmanlar ile yataklanırlar. (Şekil 2)

Rulmanlar, iç ve dış halka arasında bulunan yuvarlanma elemanları yoluyla, mekanik parçalar arasındaki hareket ve kuvvet transferini sağlayan makine elemanlarıdır. [2] Radyal yönlerde doğru salınım yapan rulmanlara ise fiçı makaralı rulmanlar denir. Bu tür rulmanlar eksenel yönde dönme yaparken radyal yönlerden gelen hareketlere ya da montaj düzensizliklerine izin verirler. Bu fonksiyonu ise iç bilezik ve dış bilezik arasında kalan yuvarlanma elemanlarıyla gerçekleştirirler. Yuvarlanma elemanlarının dış yüzeyleri hafif bombeli yapıdadır. Bu sayede radyal yönlerde doğru hareket gerçekleştiğinde bile yuvarlanma yüzeyleri, bilezikler ile temas halinde kalır. Bu özellikleri sayesinde fazla radyal hareketin olmadığı yerlerde mafsal yerine de kullanılabilirler. Bu çalışmada ele aldığımız rotillerde de mafsal yerine fiçı makaralı rulmanlar kullanılmaktadır. Bu rulmanlar hem hammadde hem de üretim süreçleri nedeniyle maliyeti yüksek parçalardır. Bu parçalar, sürekli titreşimli yükler altında çalıştığından sık bozulmaktadır. Parça maliyeti yüksek olduğundan araç kullanıcıları için istenmeyen bir durumdur. Bu noktada parça başı maliyeti düşürmek adına, bu rotillerin yataklama sistemi geleneksel rotillerde olduğu gibi plastik yataklama elemanı ile değiştirilmiştir.



Şekil 1. Küresel mafsalı bir rotilin 3B model kesit görüntüsü

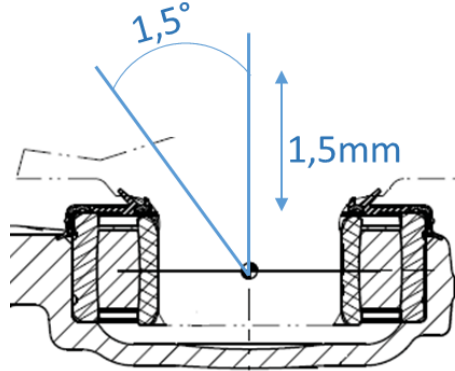


Şekil 2. Fiçı makaralı rulman ile yataklanmış rotile sahip süspansiyon sistemi.

2. MEVCUT DURUMUN İNCELENMESİ

Mevcut, rulman ile yataklanmış olan rotinin kullanıldığı süspansiyon geometrisi Şekil 2’ de gösterilmiştir. Burada kırmızı daire içerisinde gösterilen rotin, b ile gösterilen ve tekerleğin dönmesi sonucu oluşan dönme hareketini yapmaktadır. Aynı zamanda a ile gösterilen şekilde, tekerleğin içe ve dışa doğru olan yatma hareketlerini de yapmaktadır. Tekerlekler çukurlara girip çıktığında ya da çıkıntılardan üzerinden geçtiklerinde aksonun kısıtlı hareketi kadar da z ile gösterilen yönde hareket eder.

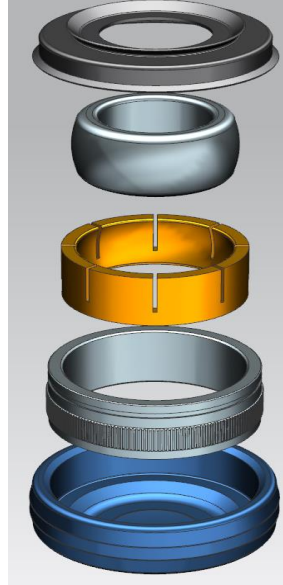
Yukarıda belirtilen hareketlerin miktarları Şekil 3’teki şemada gösterilmiştir. Şemayı incelediğimizde rotinin içerisindeki rulmanın yukarıya ve aşağıya doğru 1,5mm kadar hareket edebildiği görülmektedir. Radyal yönlerden tekerleğin yatması sonucu rulmanın da 1,5° salınım yaptığı görülmektedir. Rulmanın direksiyon yönlendirmesi sonucu kendi eksenini etrafında da döndüğü bilinmektedir.



Şekil 3. Rulman hareket miktarları.

3. TASARIM

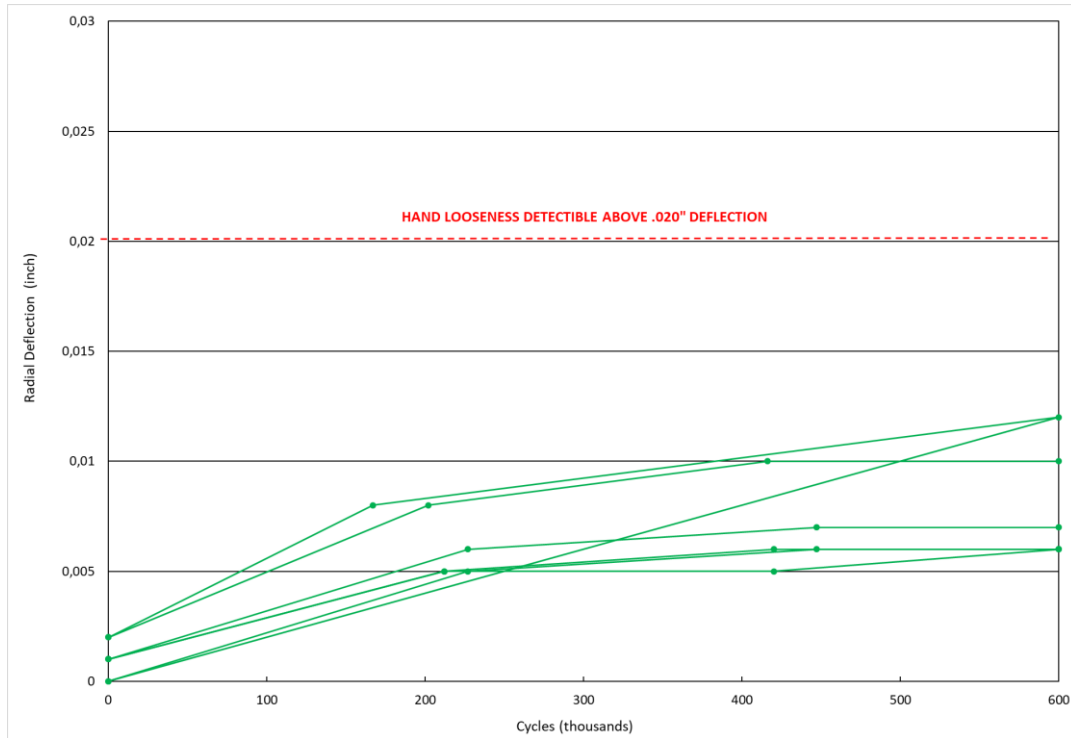
Bu çalışmada ele alınan rulman ile yataklanmış rotinin maliyetinin düşürülmesi amacıyla, asıl maliyeti arttıran fiç makaralı rulmanı sistemden çıkartarak yerine geleneksel yöntemde kullanılan POM malzemeden imal edilen plastik yataklama elemanı kullanılacaktır. Bir önceki başlıkta mevcut durumda rulmanlı rotinin fonksiyonel özelliklerini incelemiştik. Buna göre kullanacağımız plastik yataklı tasarımda da bu fonksiyonel özellikler göz önünde bulundurulacak ve parçanın fonksiyonunu eksiksiz olarak yerine getirmesi sağlanacaktır. Burada bir hareket söz konusu olduğu için mafsalı bir yapı kurgulanacaktır. Bu yapıda bir gövde, bir mafsal ve bir yataklama elemanı olmalıdır. Mafsal, yataklama elemanı ile birlikte çalışarak istenilen fonksiyonları yerine getirmelidir. Parçanın kendi eksenini etrafında dönebilmesi gerekmektedir. Dönme hareketi tekerleklerden rulmana iletiildiği için, tekerleğin rulmana bağlandığı kısım yatağın içerisinde dönebilmelidir. Dönme ihtiyacı bulunduğu için iç bilezik silindirik yapıda olmalıdır. Parçanın ikinci fonksiyonu ise tekerlek ile birlikte yatma yani salınım hareketi yapmasıdır. Burada yatma hareketini tekerlek ile birlikte çalışan iç bilezik yapmalıdır. Bu nedenle silindirik olan iç bileziğin dış yüzeyinin küresel olması gerekmektedir. Son olarak yataklama sisteminin birlikte yukarı ve aşağı hareket etmesi gerekmektedir. İç bileziğin iç yüzeyi küresel olduğu için kullanılacak plastik yatağın da bununla uyumlu bir küresel iç yüzeye sahip olması gerekir. Bu nedenle iç bilezik plastik yatak ile hareket etmelidir. Yukarı ve aşağı hareket plastik yatağın, dış bileziğin içerisinde yukarı ve aşağı hareket etmesiyle gerçekleşir. Böylece plastik yataklama sisteminin tasarımı ortaya çıkmaktadır (Şekil.4)



Şekil 4. Plastik yataklama elamanı kullanılarak yapılmış tasarım.

4. TEST VE DOĞRULAMALAR

Otomotiv süspansiyon sistemleri, araç kullanıcısının ve diğer sürücülerin güvenliğini ve konforunu doğrudan etkileyen dinamik sistemlerdir. Bu sistemin teknik durumu, farklı yol şartlarında sürüş sırasında özellikle fren mesafesi, yol tutuşu, hızlanma veya viraj alma gibi parametrelerle ilgili olarak, farklı sürüş koşulları altındaki araç davranışını belirler. [3] Süspansiyon parçalarının yataklama ömür performansını etkileyen parametrelerden biri de kullanılan malzemelerin cinsidir. [4] Bu çalışmada mevcut yataklama malzemesi çelik iken plastik POM malzeme ile değiştirilmektedir. Bu durumun yataklama ömür performansını nasıl etkilediğinin araştırılması için, hazırlanan prototipler ömür testlerine tabii tutulmuştur. Bu testler sonucunda prototip parçaların hedeflenen ömür testi değerlerini başarıyla yakaladığı gözlemlenmiştir. Test sonuçları Şekil 5'te ve test parametreleri Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Yataklama ömür test sonuçları.

Tablo 1. Ömür test parametreleri.

Parametre	Değer
Eksenel test yükü	- 445 N
Radyal test yükü	+/- 16 kN
Radyal yük uygulama frekansı	2 Hz (sinüs dalga formunda)
İç bilezik dönme açısı	+/- 20°
Dönme frekansı	0,47 Hz (sinüs dalga formunda)

5. SONUÇ

Plastik yataklama elemanı kullanılan rotilin çelik ve fiçı makaralı rulman kullanılan rotile göre, maliyetinin %32,33 düşürüldüğü hesaplanmıştır. Bu yönden araç kullanıcıları için ömür performansından ödün vermeden daha düşük fiyatlı bir ürün alternatifi oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] ÜSTÜN E.E. *Temas Mekaniği Ve Optimizasyon Yöntemleri Kullanarak Yeni Ve Enerji Etkin Silindirik Makaralı Rulman Tasarımı*. Ankara: TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2021.
- [2] MARTEAU, CECILE; HOUDAYER, CHRISTOPHE. *Fixation For a Pivotal Vehicle Wheel*. Patent. European Patent Office, No. EP1348611A1. Tarih 1 Ekim 2003
- [3] KONIECZNY, L. BURDZIK, R. (2017) Modern Suspension Systems For Automotive Vehicles And Their Test Methods, *Vibroengineering PROCEDIA*, 14, 233-237
- [4] CHETAN, J. KHUSHBU, P. NAUMAN, M. (2012) The Fatigue Analysis Of A Vehicle Suspension System- A Review Article, *International Journal of Advanced Computer Research*, 2(4), 386-390

ARAZİ ARAÇLARINDA KULLANILAN ORTA ROTLARDA ROT BAŞI VE BORU BİRLEŞTİRMESİNDE ÇEKME YÜKÜNÜN ARTTIRILMASI

Adem Çarkacı

Teknorot Otomotiv

ademcarkaci@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4517-7718

Özet

Bu çalışmada, arazi araçlarının ön takım parçalarından olan orta rot parçasının bileşeni olan rotbaşı gövdesine açılan vida dişi profilinde yeni bir tasarım yapılarak, gövdenin borudan ayrılma yükünü arttırmak amaçlanmıştır. Orta rot parçası, direksiyon yönlendirme mili ile her iki teker arasındaki bağlantıyı sağlayarak, sürüş sırasındaki titreşim ve salınımlara izin veren bir yönlendirme parçasıdır. Bu sistemde rotbaşı parçası sürüş güvenliği açısından son derece önemlidir. Bu araçların ön takım parçaları sürekli titreşimli yüklere maruz kalmaktadır. Bu yükler rotbaşı parçasını borudan çıkmaya zorlayacak şekilde gelmektedir. Tasarım değişikliği gelen kuvvetlere dayanımı arttıracak şekilde yapılmıştır. Yapılan tasarım değişikliği sonucunda min. 30kN olan çekme yükü min.50kN seviyesine çıkartılarak %66 iyileştirme elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orta rot, yönlendirme, arazi aracı, vida profili

INCREASING THE PULL OUT LOAD ON THE TIE ROD AND PIPE ASSEMBLY IN CENTER LINK USED IN OFF-ROAD VEHICLES

Abstract

In this study, it is aimed to increase the separation force of the body from the pipe by making a new design in the screw thread profile opening to the tie rod end body, which is one of the front set parts of the off-road vehicles. The center link rod is a steering part that allows vibrations and oscillations while driving by providing the connection between the steering shaft and both wheels. In this system, tie rod end part is extremely important in terms of driving safety. The front parts of these vehicles are constantly exposed to vibratory loads. These loads come in such a way as to force the tie rod end part out of the pipe. The design change has been made to increase resistance to that forces. As a result of the design change, 66% improvement was achieved by increasing the tensile load from minimum 30kN to 50kN.

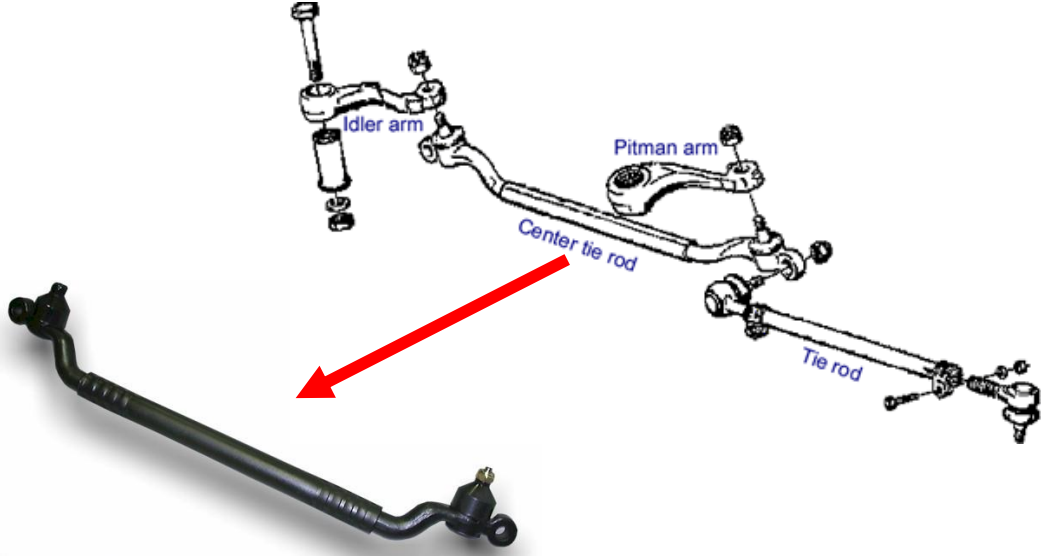
Keywords: Center link, Steering, Off-road vehicle, Tread profile

1. GİRİŞ

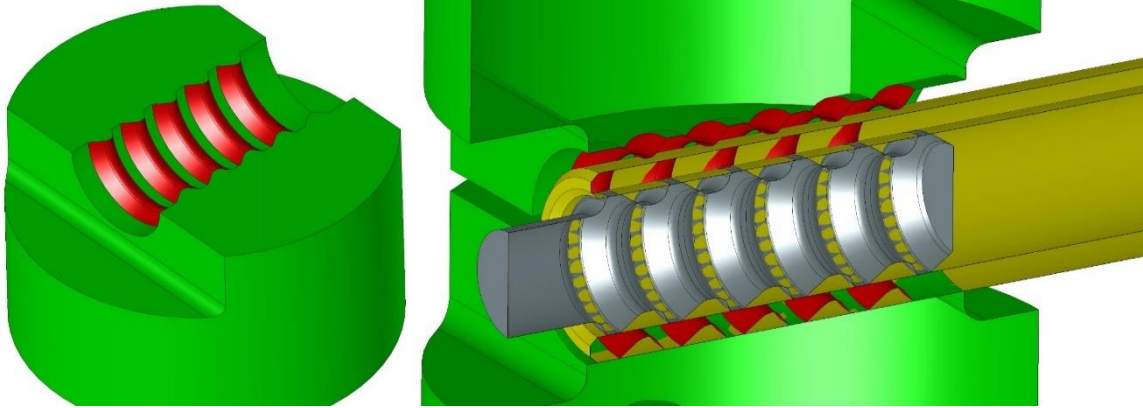
Bir araç, tümsekler, bozuk yollar ve çukurlar üzerinden geçerken yatay, dikey ve yanal kuvvetlere maruz kaldığında, bu kuvvetler süspansiyon sistemi üzerinden rotun da içinde bulunduğu diğer parçalara aktarılır. Rot bu koşullarda bası veya çeki kuvveti altındadır. Sonuç olarak rot bu kuvvetler altında hasara uğrayabilir, tekerleklerin açılarını bozarak yanlış hizalanmasına neden olabilir ve sürücü ve yolcuların hayatını tehlikeye atabilir[1],[2]. Binek araç rotu, güvenlik açısından önemli bir parçadır, hasar aldığı takdirde can ve mal kaybına neden olabilir. Bu nedenle, tasarımında gerekli önemin gösterilmesi gerekmektedir. Rot, ivmelenme, frenleme, viraj alma gibi durumlarda oluşan kuvvetleri hasar almadan taşıyacak şekilde tasarlanmalıdır. Sürüş esnasında birçok yük senaryosu meydana gelmektedir. Bunlar süspansiyon sistemine etki etmekte ve rotun da içinde bulunduğu diğer parçalara aktarılmaktadır. [3]

Orta rot parçası, mafsal içeren rot kısmı ve gövde vazifesi yapan boru kısmından oluşur (Şekil 1). Rot direksiyon ile tekerler arasında bağlantıyı sağlayan elemandır [4]. Rot sayesinde aracın tekerleklerinin sağ veya sola döndürülmesi gerçekleştirilmektedir[5]. Boru ise rot parçalarını bir arada tutan ana gövde elemanıdır. Rot parçası boru ile sökülemeyen şekilde bağlanır. Geleneksel yöntemde bu bağlantı gövde üzerine metrik diş profili açılması ve bu kısmın boru içerisine konumlandırılmasıyla, borunun dışarıdan özel bir kalıp ile dişlerin üzerine doğru ezilmesi ile gerçekleştirilir. Borunun içerisinde özel bir şekil ya da işleme olmayıp iç yüzeyi düzgündür. Boru ezilirken malzeme, rotun ucuna açılmış dişlerin boşluklarına akarak dişler boşluklarını doldurur. Bu sayede dişlerin içerisine dolan kısımlar çeki ve bası

kuvvetlerine karşı tutunmayı sağlar. Geleneksel yöntemde diş boşluklarının hacminin az olması nedeniyle istenilen çıkma yüklerini yeterince sağlayamamaktadır. Bunun nedeni ise iletilen ya da taşınan çeki/bası yüklerinin karşılandığı yüzey alanının az olmasıdır. Diğer bir dezavantaj ise rot üzerine açılan dişlerin helisel oluşudur. Ezme kalıbı (Şekil 2), boruyu aralıklı olarak ezdiği için her ezmede dişlerin sadece bir kısmının boşluklarına malzeme akışı olur(Şekil 3). Bunun sonucu olarak tutunma yüzeyi azalır ve rot gövdesinin borudan çıkma dayanımı azalır. Bu çalışmada, çıkma yükünü arttırmak için rot gövdesi üzerine açılan diş profilinde ve birleştirme için kullanılan ezme kalıbında tasarım değişikliği yapılacaktır.



Şekil 1. Orta rot parçası.



Şekil 2. Ezme kalıbı.

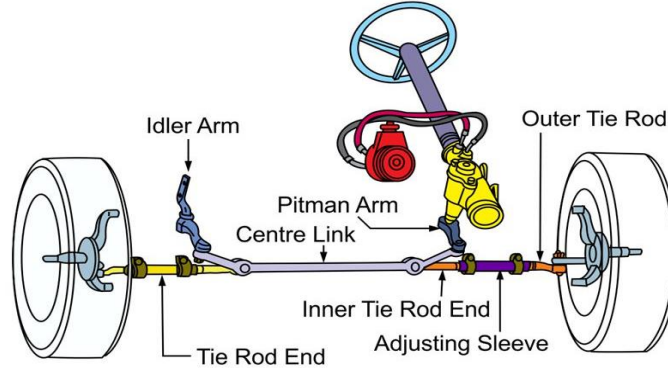


Şekil 3. Ezilmiş parçanın kesit görüntüsü.

2. SİSTEM ANALİZİ

Orta rot parçası çekme ve kesme kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Parça hafifletmek amacıyla bu parçanın gövdesi içi boş çelik borudan imal edilir. Şekil 1’de görüldüğü gibi mafsal vazifesi gören rotlar her iki uçta bulunur. Orta rot parçasında rotların gövde ekseninde hareket etmesi ya da boşluklu çalışması istenmez. Bu durum aracın rot ayarının sürekli değişmesine sebep olur. Rot ayarının bozulmasını ve rotların gövde içerisinde hareket etmesini engellemek amacıyla, gövde ve rotlar sökülemez şekilde birleştirilirler. Bu birleşim aynı zamanda araç yönlendirme sistemini de bir arada tutmakta ve her iki tarafta bulunan tekerlekleri birbirlerine bağlayarak (Şekil 4) aynı anda dönmelerine olanak sağlamaktadır. Bu özellikleriyle sürüş emniyeti açısından da son derece önemli parçalardır. Sökülemez bir şekilde birleştirilen rot ve gövdenin birbirinden ayrılması için gereken çıkma yükü, bir emniyet parametresi olup geleneksel yöntemde minimum 30 kN değerini sağlaması istenir. Ancak arazi tipi araçlarda yol değişkenliğinin fazla olması yönlendirme sistemine gelen kuvvetlerin binek otomobillere nazaran daha fazla olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle arazi tipi araçlarda emniyet açısından daha yüksek rot-gövde çıkma yüküne ihtiyaç duyulmaktadır. Bunu sağlayabilmek için çoğu üretici orta rot parçasının tamamını sıcak dövme yöntemiyle üretmektedir (Şekil 5). Ancak sıcak dövme ile üretilen parçaların içi dolu olduğundan ağırlık yönünden dezavantaj oluşturmaktadır. Ağırlığı artırmadan (gövde yapısında çelik boru kullanarak) rot-boru çekme yükünü arttırmak için, çekme sırasında tutunmayı sağlayan rot gövdesinin dış profil tasarımında bir yenilik yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

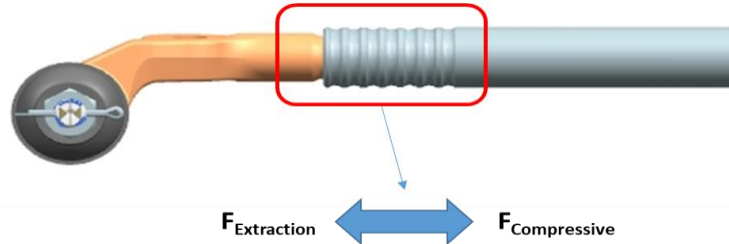
Tasarım değişikliği için öncelikle orta rot parçasına gelen kuvvetler incelenmelidir. Şekil 6’da yönlendirme ve viraj alma sırasında orta rotun, rot kısımlarını çeki ve basıya zorlayan kuvvetler gösterilmiştir. Geleneksel yöntemde kullanılan metrik dış profili 60 derecedir.[6] Bu sistemde rotu çekmeye zorlayan kuvvetler, normal ile 30 derece açı yapan bir yüzeye, normale paralel olarak uygulanmaktadır. Tasarımdaki bu durum rot-boru çekme yükünü düşürmektedir.



Şekil 4. SUV bir aracın ön düzen şeması.



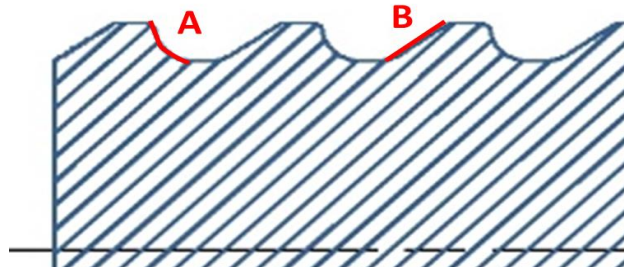
Şekil 5. Sıcak dövme yöntemiyle üretilmiş bir orta rot.



Şekil 6. Orta rot parçasına gelen çeki ve bası yükleri.

3. TASARIM

Yukarıda yapılan sistem analizinin sonucunda diş profilinin çekme yönünde zorlama yapan kuvvetlere maruz kalan yüzeyinin, uygulanan kuvvete dik ya da dike yakın olması gerektiği anlaşılmıştır. Aynı zamanda ezme sırasında diş boşluklarına malzeme akışının kolaylaşması ve boru üzerinde biriken streslerin azalması için bir yüzeyinin açılı olması gerektiği düşünülmüştür. Buradan hareketle Şekil 7’de gösterilen diş profil tasarımı yapılmıştır. Burada A ile gösterilen yüzey çekme kuvvetlerine karşı direnci arttırmak amacıyla kuvvet eksenine 78 derece olacak şekilde yapılmıştır. B ile gösterilen yüzey, kalıp içerisinde ezme yapılırken malzemenin akışını kolaylaştırmak için boru eksenine 35 derece açı yapacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca diş dip köşesi, çentik etkisi oluşmaması için yumuşatılmıştır.



Şekil 7. Yeni yapılmış birleştirme diş profil tasarımı.

4. METOT

Ezme kalıbı Şekil 8’de gösterilmiştir. Ezme işlemi eksantrik preste yapılmakta (Şekil 9) ve kalıp iki parçadan oluşmaktadır. Boru ile rot hizalandıktan parçalar kalıba yerleştirilir ve pres çalıştırılarak kalıpların kapanması sağlanır. Böylece birleştirme işlemi yapılmış olur.



Şekil 8. Ezme kalıbı.



Şekil 9. Eksantrik pres.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Tasarım değişikliği sonunda elde edilen çekme yükleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Geleneksel yöntemde rot-boru çıkma yükü minimum 30 kN istenirken tasarım değişikliği sonucu elde edilen sonuçlar ışığında bu değer minimum 50 kN seviyesinin üzerine çıkartılmıştır.

Tablo 1. Yeni tasarım ile yapılan çekme testi sonuçları.

Numune Numarası	Değer (kN)
1	79,1
2	85,23
3	85,37
Ortalama	83,21

Elde edilen sonuçlar arazi tipi araçların orta rot parçalarında sürücü ve yolcuların güvenliğinin artırıldığı ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışma sonucunda sıcak dövme yöntemiyle üretilmiş orta rot parçalarından daha hafif parçaların kullanılması sağlanmıştır. Sıcak dövme yöntemine göre hammadde ve üretim prosesi açısından kazanç sağlanacaktır. Bunlara ek olarak bu çalışma, benzer şekilde çeki yüklerine maruz kalan parçalarda hafifletme ya da çekme yükünün artırılmasında faydalı bir kaynak olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu projedeki teknik desteklerinden dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri firmasının, Ar-Ge Merkezi çalışanlarına, Üretim birimi ve Kalite birimi çalışanlarına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] Koh, S. K. 2009. *Failure analysis of an automotive steering link*, *Engineering Failure Analysis*, 16, s. 914-922.
- [2] Budak I. *Plastik Şekil Değişimine Uğramış Binek Araç Rotunun Yorulma Davranışının Deneysel ve Nümerik Analizi*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2019.
- [3] BUDAK I. N., PEKEDİS M. (2021). *Plastik Şekil Değişimine Uğramış Otomobil Rotunun Yorulma Davranışının Deneysel ve Sayısal Analizi*. DEÜFMD 23(68), 647-659.
- [4] Falah, A. H., Alfares, M. A., Elkholy, A. H. (2007). *Failure investigation of a tie rod end of an automobile steering system*. *Engineering Failure Analysis*, 14, 895-902.
- [5] Manik A. Patil, Prof. D.S.Chavan, Prof.M.V.Kavade, Umesh S. Ghorpade, “*FEA of Tie Rod of Steering System of Car*”, *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, Volume 2, Issue 5, May 2013, ISSN 2319 - 4847.
- [6] Norm Cıvata San. Ve Tic. A.Ş. Eğitim Notları, www.normcivata.com, 2015

PLASTİK ENJEKSİYONDA TAGUCHİ METODU İLE PARAMETRE OPTİMİZASYONU

Burcu Pazar Yılmaz

Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği
burcupazar.78@gmail.com

Yıldız Şahin

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

Özet

Plastik enjeksiyonda basılan parçalar montaj hattında büyük önem taşımaktadır. Basılan parçalar hem uygun ölçü ve ağırlıkta hem de kozmetik açıdan kabul edilebilir kalite değerleri arasında olmak zorundadır. Bir çok kriterin bulunduğu plastik enjeksiyonda deney tasarımı parametre optimizasyonu sağlayarak basılan parçaların en uygun kriterler arasında olmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada montaj hattı verimliliğini en çok etkileyen ve müşteri şikayeti olarak geri dönen ürün üzerindeki düğme üzerine ultrason yapılan krom kaplı ring çatlama problemi, plastik enjeksiyonda basılan düğmenin deney tasarımı metodlarından biri olan Taguchi Metodu ile optimizasyonu sağlanmıştır. Basılan her parça çekme süresini tamamladıktan sonra gramajı hesaplanarak, hem de kozmetik açıdan değerlendirilerek son olarak ürün üzerinde denemesi yapılarak parça üzerindeki ringin çatlayıp çatlamadığı kontrol edilmiştir. Son olarak yapılan tüm bu çalışmalar Minitab programında analiz edilerek optimum proses şartları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik Enjeksiyon, Deney Tasarımı, Taguchi Metodu, Minitab

PARAMETER OPTIMIZATION WITH TAGUCHI METHOD IN PLASTIC INJECTION

Abstract

The parts printed in plastic injection are of great importance in the assembly line. Printed parts must be of appropriate size and weight, as well as within acceptable cosmetic quality values. In plastic injection, where there are many criteria, experimental design will ensure parameter optimization and ensure that the printed parts are among the most suitable criteria. In this study, the chrome-plated ring cracking problem, which affects the efficiency of the assembly line the most and is returned as a customer complaint, is optimized with the Taguchi Method, which is one of the experimental design methods of the button pressed in plastic injection. After completing the drawing time of each printed piece, its weight was calculated and evaluated in terms of cosmetics, and finally, it was tested on the product and it was checked whether the ring on the piece was cracked or not. Finally, all these studies were analyzed in Minitab program and optimum process conditions were determined.

Keywords: Plastic Injection, Experimental Design, Taguchi Method, Minitab

1.GİRİŞ

Plastik parça imalatı günümüzde önemini arttırmaktadır. Bunun en büyük etkeni plastik malzemelerin seri imalata uygun olmaları ve optimize edilebilmeleridir. Enjeksiyon işleminde birçok parametre plastik parçaya büyük etki etmektedir. Plastik hammadde seçimi, kalıp tasarımı ve enjeksiyon makine parametreleri parçanın kalitesine doğrudan etkilidir. Plastik parçalardaki hatalar hem enjeksiyon bölümünde hem de montaj hattında büyük verimlilik kayıplarına yol açmaktadır. Ürünü kalitesini etkileyerek müşteri geri dönüşlerine sebep olmaktadır. Sadece ürün kalitesi olmamakla birlikte üretimin durmasına, işçilik kaybına, hurda miktarının artmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple plastik parçanın optimum koşullarda basılması firma için büyük kazanç sağlamaktadır. Bu çalışmada, bir ürünün ön yüzeyinde bulunan düğmenin ölçü hatasından dolayı ultrason işlemiyle takılan krom kaplı ring çatlamaktadır. Bu sebeple hem krom kaplı ring hem de düğme hurda olmaktadır. Hurda sayısının artması ile birlikte ultrason prosesinin çevrim süresi uzadığından montaj hattının yavaşlamasına sebep olmaktadır. Taguchi metodu ile düğmenin enjeksiyon makinesinde parametre optimizasyonu

sağlanarak, düğme teknik resme uygun ölçülere uygun basılarak krom kaplı ringin çatlaması engellenmiştir. Bu sayede hem enjeksiyon birimi hem de montaj verimliliği artarak hurdaya ayrılan düğme ve krom kaplı ring minimize edilmiştir.

2.MALZEME VE METOD

Bu çalışmada ele alınan düğmenin hammaddesi Akrilonitril butadien stiren (ABS) kullanılmıştır. ABS plastiklerinin kolay işlenebilir olması, rijit özelliğinin bulunması, elektriği iyi bir şekilde iletmesi, darbe mukavemetinin yüksek olması, boyutlarının kararlılık özelliği, alev geciktiricilik özelliği geniş termal ve mekanik özellik aralığının geniş oluşu, metal ve ahşaba alternatif oluşturabilecek, bir çok sektörlerde sıkça kullanılan bir plastik çeşididir. Dezavantajlarının arasında düşük çözücü direncinin olması, uzama katsayısının düşük olması, sürekli servis sıcaklığının düşük olması gelmektedir (Lokensgard,2004). Termoplast sınıfının bir kopolimeridir ve bu kopolimeri oluşturan üç monomer akrilonitril, butadien ve stirendir. İçerdiği monomerler olarak % 15–35 arası akrilonitril, %5–30 butadien, %40–60 arası ise stiren gösterilebilir. Akrilonitril açık hava koşullarına karşı direnç kazandırırken ve malzemenin ısı mukavemetini artırır. Stiren sertlik ve kolay işlenebilirlik ve rijitlik kazandırırken butadien ise düşük ortam sıcaklıklarına karşı darbe dayanımını sağlar (Uçar, 2013).

2.1. Parça İmalat Süreci

Plastik enjeksiyon, sıcaklık ve ısı yardımı ile hammaddenin eritilmesinden sonra bir kalıba enjekte edilip o kalıbın şeklini alarak soğutulduktan sonra kalıptan şekillenmiş bir malzeme şeklinde çıkarılması yöntemidir. Bu yöntem sayesinde en küçük malzemelerden, sandalye, masa gibi büyük ebatlardaki bir çok plastik parçalar imal edilebilir.

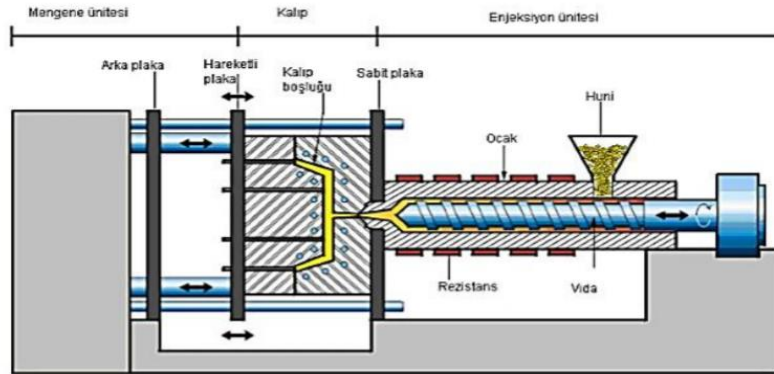
Bir enjeksiyon makinesi mengene, enjeksiyon ve kalıp olmak üzere üç temel bölümden oluşmaktadır.

İmalat Ön Hazırlık Süreci: Parça basılmadan önce hammadde özelliklerine göre nem almalı fırınlarda nemi alınarak hammadde prosese hazır edilir. Kalıp, makinanın mengesine erkek ve dişi taraflı olmak üzere uygun bir şekilde bağlanır. Kalıp suları parça proses bilgilerine göre ayarlanır. Kalıbın itici ayarları ve mengene açma kapama ayarları yapılır. Makinada ise mal alma, sıcaklık, hız, basınç vb. parametreler proses bilgilerine göre ayarlanır. Ayarlamalar yapıldıktan sonra parça imalat süreci başlar.

Kalıbın Kapama Süreci: Kovana vidası geri gelerek besleme ünitesinden belirlenen miktar kadar hammadde alır. Plastik enjeksiyon kalıbının iki tarafını birleştiren (dişi ve erkek) ünite kapanır. Kovana alınan hammadde kalıp memesinden geçerek kalıbın içine akar. Kalıbın içine dolan eriyik haldeki hammadde kovandaki hammadde ile belirli basınç, hız ve süre ile sıkıştırılır.

Soğuma Süreci: Kalıp proses parametrelerine göre verilere soğutma süresince bekler. Soğuma esnasında vida geri gelerek tekrar kovana mal alır. Soğutma işlemi tamamlandıktan sonra mengene açılır ve çoğunlukla erkek taraftaki itici ileri doğru hareket ederek belirlenen ölçü kadar parçayı kalıp yüzeyinden dışarı çıkarır.

Parçanın Kalıptan Dışarı Çıkarılması Süreci: Bitmiş parça robot, el veya itici yardımıyla çıkarılır.



Şekil 2:Enjeksiyon Makinesi Şematik Gösterimi (Eker,2008)

2.2. Deney Tasarımı Ve Taguchi Yöntemi

Deney tasarımı son zamanlarda yaygın olarak kullanılmakta olup verimliliği bir çok düzeyde arttıran özellikle müşteri tarafın kalitesel anlamda memnun eden bir kalite iyileştirme tekniğidir. Deney tasarımı üretim sürecinin iyileştirip geliştirilmesinde, yeni ürün veya üretimi devam eden ürünlerin geliştirilmesinde, iş süreçlerinin iyileştirilmesi gibi birçok mühendislik alanında kullanılan etkin ve yaygın bir tekniktir.

Taguchi deney tasarım metodu, en az sayıda deney ve az maliyetle işleme performansını arttıracak optimizasyon problemlerinin çözümünde başarılı bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır (Asiltürk ve Neşeli, 2012). Taguchi yöntemi ile onun geliştirdiği dikey dizinleri kullanılarak deney sayılarını azaltarak, zaman ve maliyet kaybının azaltılması hedeflenmiştir.

Taguchi metodunun en büyük avantajından biri, sonucu önceden tahmin edebilmesidir (Taylan,2009). Taguchi metodu, çözümün sadece en az sayıda deneyle elde edilmesini sağlamakla kalmaz, yüksek kalitede proses ve ürün geliştirilmesini de her açıdan destekler. Prosesin veya ürünün üretim şartlarına ve kontrol edilemeyen faktörlere karşı minimum hassasiyeti gösterir. Gereklili toleransların en düşük maliyetle sağlanması ve Taguchi kayıp fonksiyonu sayesinde ürünün toplumda yol açtığı kaybı en az seviyeye indirerek, yeni bir kalite maliyeti anlayışı geliştirir. Deney tasarım ve analizi olarak Taguchi metodunun temel basamakları;

- 1-Faktör ve etkileşimlerin oluşturulması,
- 2-Her bir faktörün seviyelerinin oluşturulması,
- 3-Girdi ve çıktılara uygun dikey matrisinin seçilmesi,
- 4-Faktör ve etkileşimlerin seçilen dikey matrislerin sütunlarına aktarılması,
- 5-Deneylerin oluşturulması,
- 6-Verilerin analizi ve optimal seviyelerin oluşturulması,
- 7-Doğrulama deneylerinin yapılmasıdır (Chen ve Zheng, 1996).

Dolayısıyla, Taguchi metoduyla gereksiz yapılacak deneylerden kaçınılmakta zaman ve maliyet tasarrufu sağlanmaktadır (Turhan,2010).

Taguchi metodu geleneksel deney tasarımının dikkate almadığı kontrol edilemeyen faktörlerin meydana getirdiği değişkenliğin denetimine izin verir. Bu faktörlere karşı kontrol faktörlerinin seviyelerinin performans karakteristiğini ölçmek için amaç fonksiyonu değerlerini sinyal/gürültü oranına (S/N) dönüştürür. S/N oranı, istenilmeyen rastgele gürültü değeri için istenilen sinyal oranı olarak tanımlanmakta olup, deneysel verilerin kalite karakteristiklerini gösterir. Amaç fonksiyonu olarak bilinen ve aynı zamanda S/N oranı olarak ifade edilen “en küçük en iyi, en büyük en iyi ve hedef değer en iyi” olmak üzere temelde üç farklı fonksiyon kullanılır (Fagan,1015). Enjeksiyon parametre değerleri için uygun olan En küçük en iyi S/N formülü aşağıda verilmiştir.

$$S / N = -10 \cdot \log \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n Y_i^2 \right)$$

Y : Performans karakteristik değeri

n : Y değerlerinin sayısı

Buradaki amaç S/N oranını maksimize etmektir. Maksimize olması demek, bir yandan sinyali arttırırken, diğer yandan da varyansı azaltmayı hedeflemektedir.

3.UYGULAMA

Bu çalışmada bir ürün üzerindeki düğme parçasının enjeksiyon parametreleri Taguchi metodu ile optimize edilmiştir.



Şekil 3: Düğme parçasının görseli

Düğmenin üzerine takılan krom kaplı ring düğmeye sıkı geçtiğinden ultrason işleminden sonra çatlamaktadır. Bu sebeple taguchi analizi parçanın çekmesine ve gramajına etki eden değerlerini belirlemek için yapılmıştır. Sonuç olarak bu değerleri belirlemek için en uygun parametre ve seviye kombinasyonları belirlenmiştir.

Parametreler;

- Mal alma noktası
- Enjeksiyon geçme noktası
- Ütüleme basıncı
- Ütüleme zamanı
- Ütüleme hızı

Parametre değerleri 3 seviyeli olarak belirlenmiştir. Bu yüzden Taguchi Metodunun L27 ortogonal dizisi kullanılarak üretim şartları oluşturulmuştur. Bu proses parametreleri kullanılarak Minitab istatistiksel analiz programı yardımıyla oluşturulup analiz edilmiştir.

Tablo 4: Proses Parametreleri ve Seviyeleri

Parametreler	Birim	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Mal Alma Mesafesi	mm	50	55	60
Enjeksiyon Geçme Noktası	mm	19	20	21
Ütüleme Basıncı	bar	80	85	90
Ütüleme Zamanı	saniye	5	6	7
Ütüleme Hızı	m/saniye	6	8	10

Proses ayarları Taguchi Metodunun L27 (3*5) ortogonal dizisi Tablo 2'ye göre oluşturulmuştur.

Tablo 5: L27 (3*5) Ortogonal Dizisi

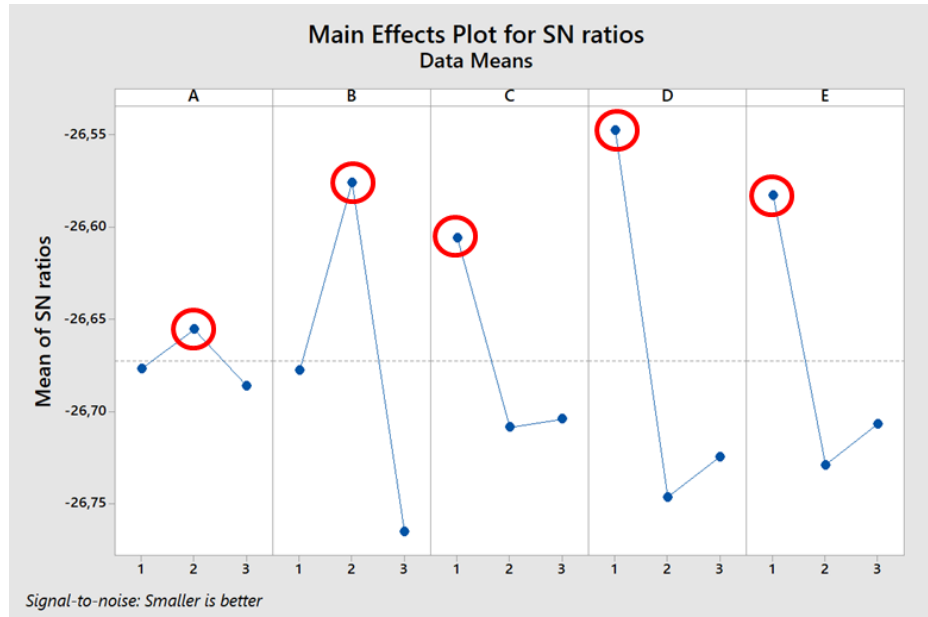
DENEY SIRASI	FAKTÖR SAYISI				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	3
4	1	2	2	2	1
5	1	2	2	2	2
6	1	2	2	2	3
7	1	3	3	3	1
8	1	3	3	3	2
9	1	3	3	3	3
10	2	1	2	3	1
11	2	1	2	3	2
12	2	1	2	3	3
13	2	2	3	1	1
14	2	2	3	1	2
15	2	2	3	1	3
16	2	3	1	2	1
17	2	3	1	2	2
18	2	3	1	2	3
19	3	1	3	2	1
20	3	1	3	2	2
21	3	1	3	2	3
22	3	2	1	3	1
23	3	2	1	3	2
24	3	2	1	3	3
25	3	3	2	1	1
26	3	3	2	1	2
27	3	3	2	1	3

Tablo 2'ye göre üretim koşulları oluşturularak numune parçaların baskıları alınmıştır. Bu numune parçalar etiketlenerek 1/100 gr'lık hassas teraziyile birebir tartılmıştır. 4 gözlü kalıptan çıkan 4 adet düğmenin toplam ağırlığı baz alınmıştır.

Tablo 6: Taguchi Deney Tasarımı

DENEY SIRASI	MAL ALMA KAPASİTESİ (g/sn)	ENJEKSİYON ÇEKME NOKTASI (g/sn)	ÜTÜLEME BASINCI (bar)	ÜTÜLEME ZAMANI (sn)	ÜTÜLEME HIZI (m/sn)	AĞIRLIK (gr)
1	50	19	80	5	6	21,11
2	50	19	80	5	8	20,92
3	50	19	80	5	10	21,30
4	50	20	85	6	6	21,02
5	50	20	85	6	8	21,86
6	50	20	85	6	10	21,93
7	50	21	90	7	6	21,67
8	50	21	90	7	8	22,05
9	50	21	90	7	10	22,31
10	55	19	85	7	6	21,53
11	55	19	85	7	8	21,96
12	55	19	85	7	10	21,75
13	55	20	90	5	6	21,15
14	55	20	90	5	8	21,31
15	55	20	90	5	10	20,69
16	55	21	80	6	6	21,11
17	55	21	80	6	8	22,45
18	55	21	80	6	10	21,75
19	60	19	90	6	6	22,01
20	60	19	90	6	8	21,78
21	60	19	90	6	10	21,81
22	60	20	80	7	6	21,46
23	60	20	80	7	8	21,01
24	60	20	80	7	10	21,48
25	60	21	85	5	6	21,00
26	60	21	85	5	8	22,00
27	60	21	85	5	10	21,81

27 adet deney sonuçları hassas terazi ile ölçülmüştür. Amaç ürünün görselliğini bozmadan ağırlığını minimum düzeyde tutmaktır. Optimizasyon çalışması Minitab programı aracılığıyla değerlendirilmiştir. Aşağıda Şekil 5' te Minitab programı ile oluşturulmuş Taguchi analizine ait S/N grafiği görülmektedir.



Şekil 3: Taguchi Yöntemi S/N Grafiği

Şekil 3'te verilen Taguchi S/N grafiğine göre ağırlık değerini minimum elde etmek için proses parametreleri şu şekilde belirlenmiştir:

- Mal Alma Kapasitesi: 55 g/sn
- Enjeksiyon Geçme Noktası: 20 g/sn
- Ütuleme Basıncı: 80 bar
- Ütuleme Zamanı: 5 sn
- Ütuleme Hızı: 6 m/sn

Optimum enjeksiyon parametre değerleri ile 10 adet numune baskı alınarak düğme parçasının ağırlıkları aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 7 : Doğrulama Deney Sonuçları

Deney Numarası	Ağırlık (gr)	Deney Numarası	Ağırlık (gr)
1	20,55	6	20,48
2	20,65	7	20,53
3	20,56	8	20,49
4	20,61	9	20,58
5	20,62	10	20,51

Yapılan 10 adet doğrulama deneylerinin ortalaması 20,56 gr, standart sapması ise 0,057 olarak bulunmuştur. Doğrulama deney sonuçları ile optimum proses değerlerinin uygunluğu tespit edilmiştir. Bu 10 adet düğme parçasına ultrason yapılan krom kaplı ringin çatlayıp çatlamadığı kontrol edilmiştir. Optimum parametre koşulları ile alınan baskı ile yapılan ultrason işleminden sonra krom kaplı ringler

çatlamamıştır. Kalite kontrol birimi tarafından kontrol edilen düğmeler ise kozmetik açıdan kontrol edilerek kalite kriterleri içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

4.SONUÇ

Bu çalışma küçük ev aletleri üreten bir firmanın plastik enjeksiyon departmanında yapılmıştır. Montaj hattında görülen hatalar, verimliliğin azalmasına neden olan etkenler ve müşteri şikayetleri olarak geri dönen bildirimler incelediğinde ve kök sebep analizi yapıldığında ürünün plastik parçasından kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Plastik enjeksiyonun parça kalitesinde hammadde, kalıp ve proses koşulları büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple hatalarda öncelik verdiğimiz proses koşullarını iyileştirmek için Taguchi metodu ile proses parametrelerinin optimizasyonu üzerine çalışılmıştır. Çalışmada ele alınan faktörler mal alma kapasitesi, enjeksiyon geri kaçma noktası, ütüleme basıncı, ütüleme zamanı ve ütüleme hızıdır. Bu girdilere karşılık değerlendirilen çıktı değeri ise ürünün ağırlığıdır. L27 ortogonal dizisine göre yapılan 27 adet deney sonucunda optimum proses değerleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Burada amaç krom kaplı ringin çatlamamadır. Bu bağlamda düşük gramajlı düğme parçası amaçlanmıştır. Bunun yanında baskı sonrası kozmetik açıdan (çöküntü, parlama vb.) parçanın kalite kriterlerine uyması gerekmektedir. Bu optimum proses değerleri ile 10 adet düğme baskısı alınarak doğrulama deneyleri yapılmıştır. Bu değerlerle basılan düğmeler prosese götürülerek, üzerine krom kaplı ring takılıp ultrason yapıldıktan sonra hiçbir çatlama olmadığı gözlemlenmiştir. Kalite kontrol departmanı tarafından ise düğmenin kozmetik ve görsel açıdan (çöküntü, parlama vb.) kalite kriterleri içerisinde uygun olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar Taguchi yönteminin endüstride etkin ve doğru bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Sadece bu parça ile kalmaksızın bir çok hatalı baskısı alınan veya alınabilecek parçalara Taguchi yönetimi çözüm olacaktır.

KAYNAKLAR

- A. Eker (2008). Plastik Enjeksiyon Yöntemiyle İmal Edilen Parçalarda Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri. İstanbul.
- D. Taylan. 2009. Taguchi deney tasarımı uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta-Türkiye
- ED Fagan Inc. 2015. General Guide to Machining Molybdenum and molybdenum Alloy, http://www.edfagan.com/litPDF/Machining_Guide_Molybdenum_Moly_Alloys.pdf (Erişim Tarihi: 27.03.2017)
- E. Lokensgard, 2004. Industrial plastics: Theory and application, (4th ed.). New York: Delmar Learning
- İ. Asiltürk, S. Neşeli . 2012. Measurement 45 785–794.
- M. Ay, A. Turhan. 2010. Electronic Journal of Machine Technologies 7, 55-67.
- Mehmet Uçar. 2013. Yapıştırılmalı Ve Kaynaklı Bağlantıların Deneysel Ve Nümerik Olarak Karşılaştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Y. H. Chen, S. C. Tam, W. L. Chen, H. Y. Zheng. 1996. International Journal of Materials & Product Technology 11, 333-344.

KAUÇUK BURÇLARIN ÇIKMA YÜKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Ali Osman Gündoğdu

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
a.osmangundogdu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7503-4657

Özet

Bu çalışmada araçların süspansiyon parçalarından biri olan kauçuk burçların bağlı oldukları sistemdeki çıkma yükleri farklı metotlar ile incelenmiştir. Burçlar, şasi ya da süspansiyon sistemini karosere bağlayan, genelde salıncaklar, rotilli kollar ve çeşitli alt kollara monte edilen doğal kauçuk içeren elastik bağlayıcılardır. Aynı zamanda sürüş esnasında yoldan gelen çeşitli darbeleri ve titreşimleri izole ederek aracın sürüş kontrolünü ve konforunu sağlar. Burçların kauçuk, metal vb. olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır. Bu bildiride kauçuk burçlar üzerinde çalışılmıştır. Burçlar bağlı oldukları süspansiyon parçalarına sıkı geçme metodu ile monte edilmektedir. Aracın sürüşü esnasında burcun bağlı olduğu sistemden ayrılması durumunda araçta güvenlik riski oluşabilir ve sürücü istenmeyen durumlar ile karşı karşıya kalabilir. Yapılan çalışma sonucunda 5 farklı montaj sıvısı ile farklı zaman dilimlerinde burç çıkma yükleri test edilmiştir. Armalease 500 montaj sıvısı dışında diğer sıvılar ile montajlanan burçlarda mevcut duruma göre önemli iyileştirmeler sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: kauçuk, burç, süspansiyon, otomotiv

IMPROVEMENT OF PULL OUT LOADS OF RUBBER BUSHINGS ON SUSPENSION

Abstract

In this study, the overhang loads of the rubber bushings, which are one of the suspension parts of the vehicles, on the system they are connected to, were investigated by different methods. Bushings are natural rubber-containing elastic connectors that attach the chassis or suspension system to the bodywork, usually mounted on wishbones, ball-joint arms and various lower arms. At the same time, it provides driving control and comfort of the vehicle by isolating various bumps and vibrations from the road while driving. Bushings can be made of rubber, metal etc. There are varieties including. In this paper, rubber bushings were studied. The bushings are mounted to the suspension parts to which they are attached by the tight fit method. If the bushing is disconnected from the system it is connected to while driving, a security risk may occur in the vehicle and the driver may face undesirable situations. As a result of the study, bushing dislocation loads were tested with 5 different assembly fluids in different time periods. Significant improvements have been achieved in the bushings, which are mounted with other fluids other than Armalease 500 mounting fluid, compared to the current situation.

Keywords: rubber, bushing, suspension, automotive

1. GİRİŞ

Burçlar araçların süspansiyon sistemindeki en önemli parçalarından biridir. Yol şartlarından ve aracın hareketli aksamlarından gelen darbe ve titreşimleri izole ederek aracın parçalarının ömrünün azalmasını önler ve aynı zamanda sürücüye sürüş konforu sağlar. Bir araçta yaklaşık 50 adet burç vardır. Burçlar otomobillerin yanında hareketli aksamı bulunan hemen hemen bütün araçlarda kullanılır. Şekil 1' de farklı burçlar gösterilmiştir.



Şekil 1. Çeşitli burç görselleri

Şekil 1’de gösterildiği gibi burçların kauçuk, metal, alüminyum veya dövme gövdeli vb. olmak üzere çeşitleri vardır. Burçlar kauçuk ve metalden oluşmaktadır (İ. C. Öncü ve A. Dova, 2018).

Süspansiyon sistemi tasarımına ilk olarak yolcuların arzu ettiği sürüş konforu ve taşınacak olan yükün yapabileceği titreşimler düşünülerek başlanmalıdır. (Fenton, 2015) Süspansiyon sistemi araç şasesi ile tekerlekleri birbirine bağlayan bir sistemdir. Bu sistem yol, araç ve sürücü arasında uyum sağlayarak hareket kontrolü sağlar ve aracın yol tutuşuna destek olarak stabil bir sürüş imkanı verir. Tekerlekler ile yol arasındaki teması daimi kılarak yol bozukluklarında ya da virajlarda aracın gövde kontrolünün kaybedilmesini engellemeye yönelik bir sistemdir. Böylece araçlar için hem yolcu güvenliği ve rahatlığı hem de aracın dayanıklılığı açısından oldukça önemli bir sistem haline gelmiştir (Putgül ve Altıparmak, 2016). Süspansiyon sistemi amortisör, yay, burç, salıncak, z rot, rotül ve bağlantı çubuklarından oluşur (Emekli, M.E, 2008).

Otomotiv süspansiyon sistemi en genel tanımla motorlu araçlarda şok ve titreşimleri emmek için yapılmış parçaların bütününe verilen isimdir. Sistemin çalışma ilkesi, lastiklerle yol arasındaki sürtünmeyi dengeleyerek virajları en az kusurlu bir şekilde almaya dayanır. Taşıtı savrulmaktan, yan yatmaktan, takla atmaktan kurtaran hayati bir sistemdir. Günümüz araçlarının yüksek hızlara güvenli ve rahat bir şekilde ulaşması ve konforlu sürüş şartları sağlaması kaliteli tasarlanmış süspansiyon sistemleriyle ortaya çıkmıştır. (Otomobil Teknolojisi, 2018). Salıncak kolu parçası, otomobilde ön tekerleklerin şaseye bağlantısını sağlayan elemanlardır. Salıncak kolu şaseye burçlar vasıtasıyla araç sürüş ekseninde dönme serbestliği verilerek monte edilmektedir (Congress A.T., 2018).

Burçlar, endüstride değişen uygulama alanlarında, genel olarak kullanılan süspansiyon elemanlarıdır. Titreşim takozu, kaynaklı bağlantı elemanı, yataklama elemanı olarak kullanılır. Yaygın imalat yöntemlerinin hemen hepsi ile üretilebilir. Büyük hacimli üretimlerde hız ve maliyet önemlidir. Bu sebeple enjeksiyon kalıplama yöntemleri sıkça tercih edilmektedir (Özçiçek,2020). Burcun kullanım yerine göre montajlanmasından sonra tabii tutulan ölçüm ve ömür testlerinde standardı kritik olan çıkma yükleri ve bunların iyileştirilmesi günümüz otomotiv endüstrisinde yüksek önem arz etmektedir (Eskandari et al.,2006).

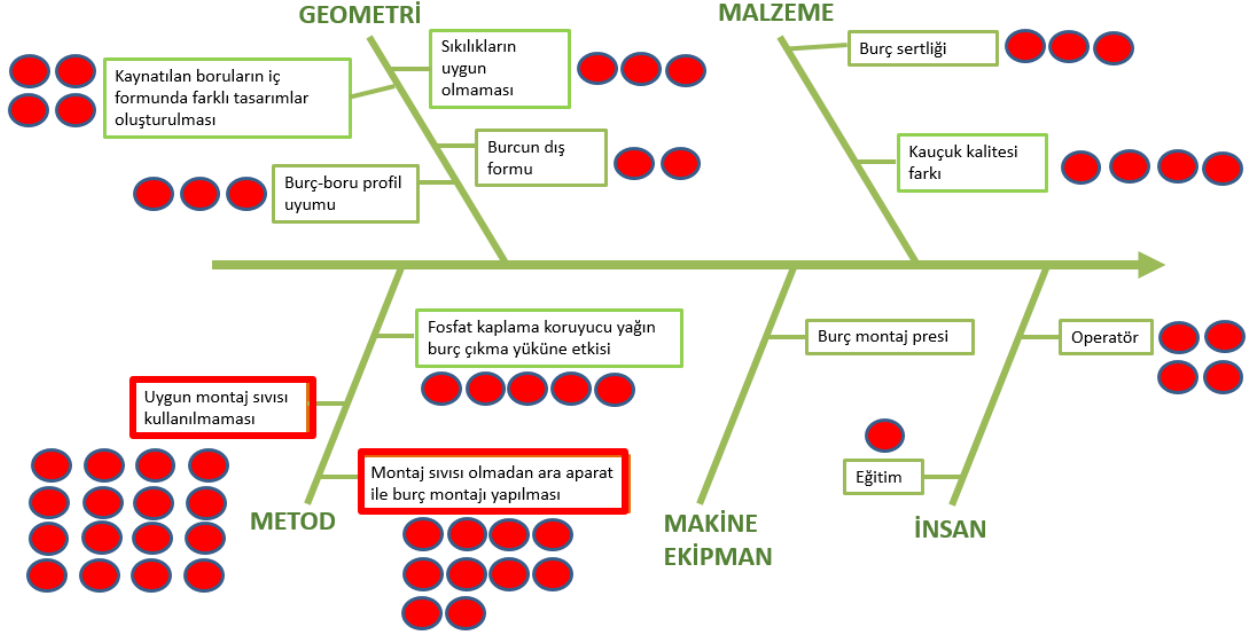
2. MATERYAL VE METOD

Süspansiyon parçalarından biri olan burçlar vulkanizasyon yöntemi ile üretilmektedir. Burçlar süspansiyon sistemi parçalarının ana gövde ile bağlantısını sağlamaktadır. Aşağıdaki görselde kauçuk burçların kullanıldığı çeşitli süspansiyon parçaları gösterilmiştir(Şekil 2). Burçların bu parçalardan ayrılarak süspansiyon sistemi bağlantısını ortadan kaldırmaması gerekmektedir. Bu sebeple bu çalışmada kauçuk burçların çıkma kuvveti min. 3 kN olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2. Çeşitli süspansiyon parçaları

Bu çalışma yapılırken balık kılıçığı metodu kullanılmıştır(Şekil 3). Balık kılıçığı metodunda burç çıkma kuvvetlerinin iyileştirilmesi için üzerinde en fazla durulması gereken problemler belirlenmiş ve çalışmada bu problemler ele alınmıştır(Şekil 3).



Şekil 3. Problemin ortaya konulması

Balık kılçığı metodundan çıkan uygun montaj sıvısı kullanılmaması sonucuna göre 4 farklı montaj sıvısı belirlenmiştir. Belirlenen montaj sıvıları aşağıda belirtilmiştir.

- Kluber S06-100 M4,
- Kluber S03-105,
- IKV PE1563,
- Armalease 500.

Bu montaj sıvıları ile 80 adet 2 farklı kauçuk burç montajı yapılmıştır (Şekil 4).

- Montajı Yapılan Burç Görselleri → 021548



IKV PE1563



KLUBER S03-105



KLUBER S06-100 M4



ARMALEASE 500

- Montajı Yapılan Burç Görselleri → 021535



IKV PE1563



KLUBER S03-105



KLUBER S06-100 M4



ARMALEASE 500

Şekil 4. Kauçuk burç montaj görselleri

Montajlanan burçlara burç çıkma kuvvetlerinde zamanın da etkisini görebilmek için farklı zaman dilimlerinde burç çıkma testi yapılmıştır. Burç çıkma test sonuçları tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Burç çıkma kuvvetleri tablosu

Burç Kodu	Kullanılan Montaj Sıvıları	Burç Çıkma Kuvveti, kN (3.gün)		Burç Çıkma Kuvveti, kN (7.gün)		Burç Çıkma Kuvveti, kN (14.gün)		Burç Çıkma Kuvveti, kN (21.gün)		Burç Çıkma Kuvveti, kN (28.gün)	
		Numune 1	Numune 2	Numune 1	Numune 2	Numune 1	Numune 2	Numune 1	Numune 2	Numune 1	Numune 2
021535 (min. 3 kN)	Kluber S06-100 M4	4,4	4	4,1	4,5	4,5	3,9	5,4	4	4,8	4,7
	Kluber S03-105	3,5	4,4	3,4	3,6	3,2	2,7	4,4	5,3	4	4,1
	IKV PE1563	3,7	3,6	3,7	3,7	3,8	4	4,5	4,4	3,9	4,6
	ARMALEASE 500	1	1,3	1,6	1,1	1,6	0,9	2,4	2,1	1,6	1,2
021548 (min. 3 kN)	Kluber S06-100 M4	3,6	3,2	3,5	3,5	3,4	3,4	3,5	3	3,5	3,4
	Kluber S03-105	2,6	2,9	2,7	2,5	2,9	2,7	2,9	2,3	3,2	3
	IKV PE1563	2,7	1,5	2,5	2,4	2,7	2,6	2,8	3,1	2,7	2,8
	ARMALEASE 500	0,7	0,8	0,5	0,9	0,9	0,8	1,1	0,9	0,8	1,3

3. SONUÇ

Bu çalışmada seri şartlarda kauçuk burçların çıkma yüklerindeki problemler ele alınmıştır. Mevcut durumda burç çıkma yüklerindeki düşük değerler, Kluber S06-100 M4 montaj sıvısı kullanılarak yapılan çalışmalarla iyileştirilmiştir. Farklı yağlardaki kauçuk burç çıkma değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 2). Kluber S06-100 M4 montaj sıvısının maliyet ve üretim kolaylığı açısından diğer sıvılara göre üstün olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 2. Burç çıkma test sonuçları

Burç Kodu	Mevcut Burç Çıkma Kuvveti, (kN)	Kullanılan Montaj Sıvıları	Burç Çıkma Kuvveti, kN (3.gün)	Değişim, (%)	Burç Çıkma Kuvveti, kN (7.gün)	Değişim, (%)	Burç Çıkma Kuvveti, kN (14.gün)	Değişim, (%)	Burç Çıkma Kuvveti, kN (21.gün)	Değişim, (%)	Burç Çıkma Kuvveti, kN (28.gün)	Değişim, (%)
			Ortalama		Ortalama		Ortalama		Ortalama		Ortalama	
021535 (min. 3 kN)	3,1	Kluber S06-100 M4	4,2	35,48	4,3	38,7	4,4	41,9	5,35	72,5	4,75	53,2
		Kluber S03-105	3,95	27,4	3,5	12,9	2,95	-4,8	4,2	35,48	4,05	30,6
		IKV PE1563	3,65	17,7	3,7	19,35	3,9	25,8	4,45	43,5	4,25	37,1
		ARMALEASE 500	1,15	-62,9	1,35	-56,4	1,25	-59,7	2,25	27,4	1,4	-54,8
021548 (min. 3 kN)	1,5	Kluber S06-100 M4	3,4	126,6	3,5	133,3	3,4	126,6	3,25	116,6	3,45	130
		Kluber S03-105	2,75	83,3	2,6	73,3	2,8	86,6	2,6	73,3	3,1	106,6
		IKV PE1563	2,1	40	2,45	63,3	2,65	76,6	2,95	96,6	2,75	83,3
		ARMALEASE 500	0,75	-50	0,7	-53,3	0,85	-43,3	1	-33,3	1,05	-30

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

ALTIPARMAK D., PUTGÜL Y. (2015), Taşıt Süspansiyon Sistemi Çeşitleri ve Ön Düzen Geometrisine Etkileri

A. T. CONGRESS, "Proceedings of the International 9 th May 7-8 , 2018 , Bursa , Türkiye," Automotive Technologies Congress, Bursa, pp. 531–538, May-2018.

DOVA, A., ÖNCÜ, C. (2018), Academic Platform Journal of Engineering and Science :Bursa

EMEKLİ, M.E., (2008) "Hafif ticari bir araç için yarı aktif süspansiyon sistemi tasarımı", İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye, 1-133

ESKANDARİ A., O. Mirzadeh, and S. Azadi, "Optimization of a mcPherson suspension system using the design of experiments method," 14-Feb-2006.

FENTON, J., (1998). "Handbook of Automotive Powertrain and Chassis Design", Professional Engineering Publishing, London, 162.

Otomobil Teknolojisi. (2018, 07 Aralık). Süspansiyon sistemi nedir? [Online]. Erişim: <https://bilgihanem.com/suspansiyon-sistemi-nedir-nasil-calisir/>.

TAŞITLARDA KULLANILAN ROTİLLERİN TORK OPTİMİZASYONU

Mürvet Betül Gündoğdu

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
betulnalcioğlu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1163-7800

Özet

Bu çalışmada otomobillerin ön düzenlerinde kullanılan rotillerde yaşanan küresel mafsallarda kademeli çalışma problemi ve torkların istenilen ölçülerde olmamasından dolayı iyileştirme çalışması yapılmıştır. Rotil, bir otomobilde kontrol kollarını direksiyon mafsallarına bağlayan küresel yataklardır. Farklı pozisyonlarda yer alan tekerleklerin bağlantısını sağlayan bir pim vazifesi görür ve araca yön verebilmesini sağlar. Bu projede B segment bir aracın rotili ele alınmıştır. Mevcut tasarımda sıkıştırma mesafesi daha fazla olduğu için yatak, aşıkla kapak arasında daha fazla ezilmekteydi. Bu sebeple yatak üst kısmında gerilme yoğunluğu yüksekti. Ölçüsel olarak değiştirilen gövde işleme boyu, yatak-gövde sıklık oranı ve mafsal küre yüzeyindeki işleme kenarlarına radüs eklemek gibi geometrik ölçü değişiklikleri yapılmıştır. Bu kapsamda gövdelerin iç işleme formlarında ve mafsal arka düzlüklerinde değişiklik yapılarak tork değişimleri ve küresel mafsalların kademeli çalışıp çalışmadığı incelenmiştir. Ayrıca tüm parametreler sabit tutularak yağ değişikliğinin parçanın performansına olan etkisi incelenmiş bu durumun ürünün ömür performansına olumlu etkisi gözlemlenmiştir. Ölçüm sonuçları ışığında hareket ederek en uygun işleme ölçüleri ve yağ değişikliği yapılarak çalışmalarda olumlu sonuç elde edilmiş ve seri üretimde tüm rotillere uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tork, otomotiv, süspansiyon, işleme

TORQUE OPTIMIZATION OF BALL JOINTS USED IN VEHICLES

Abstract

In this study, due to the gradual working problem of ball joints in ball joints used in the front layouts of cars and the fact that the torques are not in the desired dimensions, an improvement study has been carried out. Ball joints are spherical bearings that connect the control arms to the steering knuckles in an automobile. It acts as a pin that connects the wheels in different positions and provides direction to the vehicle. In this project, the ball joint of a vehicle of the B segment is discussed. In the current design, the bearing was crushed more between the purlin and the cover, as the compression distance was longer. For this reason, the stress density was high in the upper part of the bed. Dimensionally changed body machining length, bearing-body tightness amounts, and geometric dimension changes such as adding radius to the machining edges on the joint sphere surface were made. In this context, torque changes and whether the ball joints work gradually were investigated by changing the internal machining forms of the bodies and the joint back planes. In addition, keeping all parameters constant and looking at the effect of oil change on the performance of the part, this had a positive effect on the life performance of the product. Acting in the light of the measurement results, the most appropriate machining dimensions and oil changes were made and positive results were obtained in the studies and it was applied to all ball joints produced in the series.

Keywords: Torque, automotive, suspension, machining

1. GİRİŞ

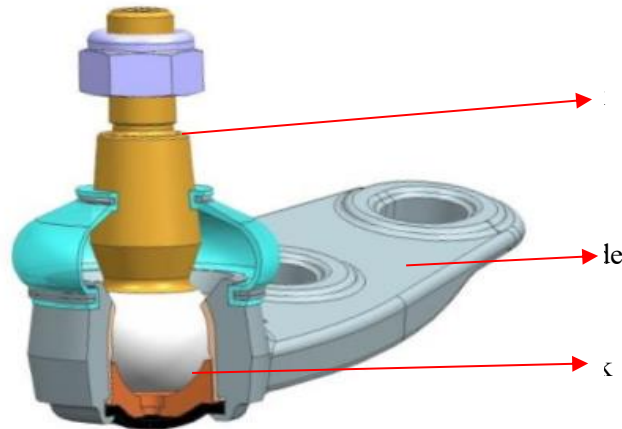
Süspansiyon ve yönlendirme parçaları taşıtların sürüş güvenliği sağlayan elemanlardır. Bu mekanizmanın kusursuz çalışabilmesi, farklı işlevlere sahip yataklara bağlıdır. Bu küresel yataklar sıkı geçme ve boşluksuz olarak montaj yapılır. Montaj esnasında aşırı sıklık yüksek momente neden olurken, düşük sıklık mafsalsı içerisinde boşluk oluşturmaktadır ve bunlar istenmeyen durumlardır. Küresel yatak ve mafsal sisteminin yüksek moment değerleri sürüş konforunu önemli oranda azaltır. Fakat düşük moment değerleri ise sürüş güvenliğini giderek azaltmaktadır (Çakır,2011). Son gelişmeler ile itici bir güçle gelişen teknoloji logaritmik olarak yükselmekte ve bu artış hız limitlerinde yükselmesine, konforlu ve güvenilir araç kullanımının öneminin artmasında aynı oranda etkili olmuştur. Bu bağlamda rotil-plastik yatak-çelik yatak-aşık-segman-körük bileşenleri bir bütün olarak

düşünüldüğünde teker bağlantı ve yönlendirme sistemlerinin emniyet görevini yerine getirir. Eksenel yüklere uyumu, gövdeye bağlanması ve yönlendirme işlevini bünyesinde barındıran bu parçalarda optimizasyon çalışmaları her geçen gün artmaktadır (Cerşit,2007).

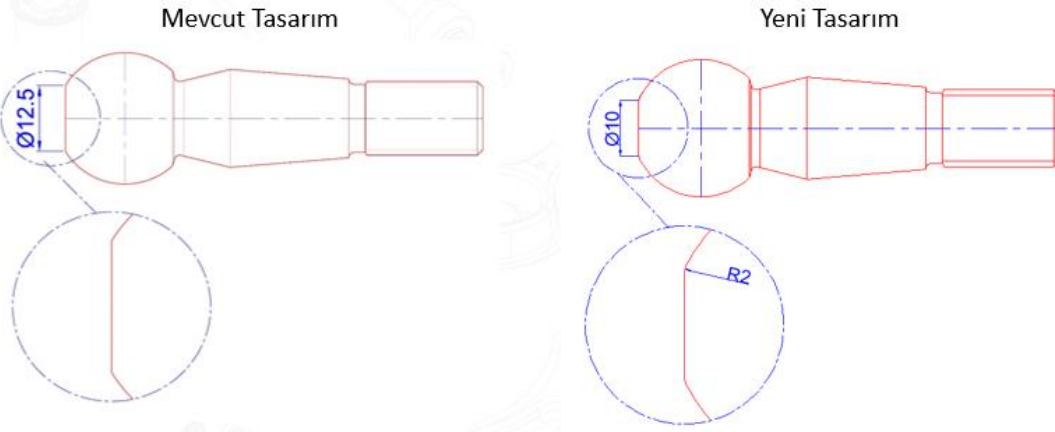
Otomobiller, otobüsler, kamyonlar, traktörler ve aklımıza gelen tüm karayolu taşıtlarında, direksiyon sistemi ile tekerlekler arasındaki bağlantının oluşmasını rotlar sağlar. Rotların bir başka görevi de tekerleklerin dönmesi ve kullanıcının aracı nereye yönlendirmek istiyorsa o yöne yönlendirmesini sağlamaktadır (Türk Standartları, Rotbaşı, Ankara). Rotbaşı, karayolu taşıtlarında direksiyondan verilen eksenel hareketleri, ön tekerleklere ileterek, tekerleklerin düşey eksene göre sağa sola dönmesini sağlar. Direksiyon rot kolunu eğri boyuna bağlar. Konvansiyonel tip süspansiyon sistemlerinde eğri boyunun rotin etrafında dönmesini sağlar. MacPherson süspansiyon sistemlerinde ise rotin yerini rot başı almaktadır (Türk Standartları, Rotbaşı TS 5476, Ankara). Günümüzde bütün firmalar arasında rekabet unsuru en önemli yapı taşlarından biridir. Firmalar, rekabetçi özelliğini kaybetmeden ve kendilerini daha ileriye taşımak amacıyla yeni ürünler tasarlamak zorundadırlar. Müşterilerinin beklentilerini ve ihtiyaçlarını karşılayacak yeni ürünler çıkarmalıdır. Tüm bunların yanında uygun fiyatlardan çıkarmak durumundadırlar. Aksi takdirde rekabetçiliklerini kaybedip piyasada devamlılığını sağlayamamaktadır. Bu sebepten firmalar yeni çıkacak ürünlerin henüz tasarım aşamasında iken maliyetlerini öngörerek tasarıma ve çalışmaya başlamaktadırlar. Bu durum firmaları “Daha az ile daha iyiyi nasıl üretiriz?” sorusuna cevap aramalarına sürüklemektedir. Bu soru ise tüm sektörlerde optimizasyon ile en mükemmel tasarımı bulmalarına neden olmaktadır (Nalbant, 2021)

2. MATERYAL VE METOD

Rotiller, araçlarda kullanılan direksiyon ve süspansiyon sistemlerinden biri olup taşıtların sürüş güvenliğini sağlayan parçalardır (Şekil 1). Standart tasarım anlayışına göre rotin parçası, bir plastik yatağın içerisine yerleştirilmiş bir küresel mafsalin işlenmiş gövde içerisine oturtularak bir metal kapak ile sıvanmasından oluşmaktadır. Bu sistemlerin mekanizmalarının problemsiz olarak çalışabilmesi, birçok parçanın işlevine bağlıdır. Bu işlevlerden biri de tork problemidir. Torku yüksek olursa hareket halindeki aracın seyir konforu azalır ve torkunun yüksek ya da düşük olması küresel bağlantının ömrünü azaltır. Bu nedenle montaj esnasında plastik yatağın uygun bir miktarda sıkı birleştirilmesi gerekmektedir. Bu sıkılık miktarı tork değerlerini belirler. Bu çalışmaya etken olan neden rotillerin tork problemlerini ortadan kaldırmak için farklı parametrelerde rotin gövde değişikliklerine gerek duyulmasıdır. Bu çalışma kapsamında torkun istenilen ölçülerde gelmesi için işleme boyu (Şekil 3), montaj yağı, küresel mafsalin arka düzlük formu (Şekil 2), yatak-gövde sıkılık oranı (Şekil 3) parametreleri değiştirilerek çalışma yapılmıştır.

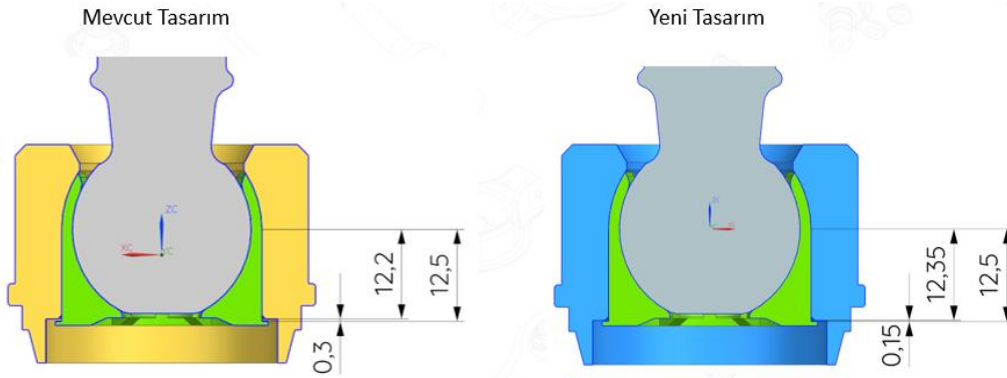


Şekil 1. Rotin



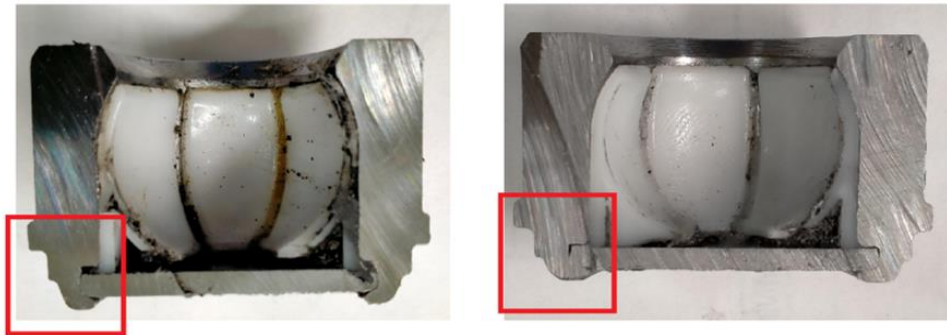
Şekil 2. Aşık tasarım çalışması

Yapılan ilk çalışmada küresel mafsalsın arka düzlük formu azaltılarak 12,5 mm ölçüsü 10 mm'ye düşürüldü ve bu sayede yatak içerisindeki küre tarafından doldurulan alan miktarı artırılmıştır. Ayrıca küresel mafsaldaki kademeli çalışma probleminin ortadan kalkması için küre arkasındaki düzlük başlangıcına R2 eklenerek kademeli çalışma problemi ortadan kaldırılmıştır. (Şekil 2)



Şekil 3. Gövde-Yatak Sıkıştırma Oranı

Tork probleminin ortadan kaldırılması için rotin gövdesi ve yatak arasında sıkıştırma oranı çalışması yapılmıştır. Mevcut tasarımda 12,2 mm ölçüsü 12,35 mm'ye revize edilerek Z yönünde 0,30 mm olan sıkıştırma oranı 0,15 mm'ye düşürülmüştür. (Şekil 3)

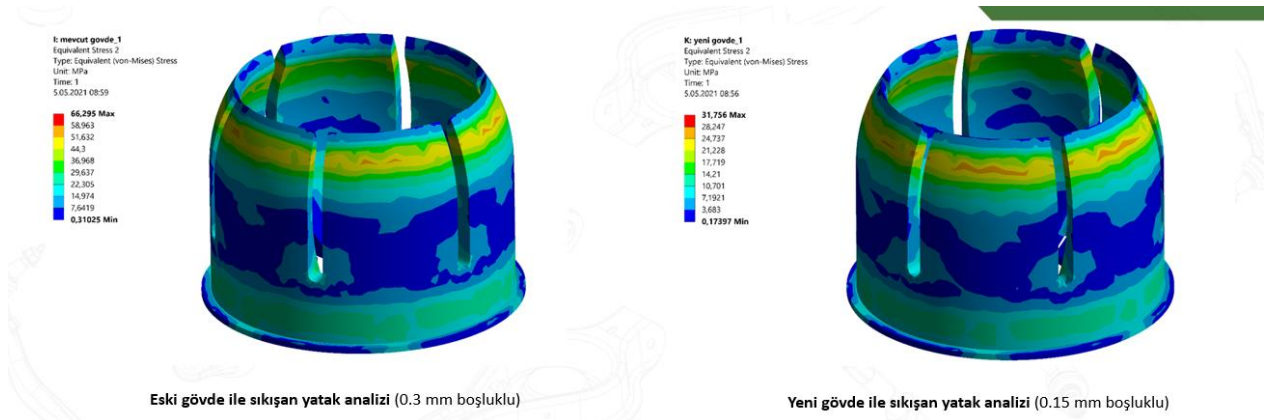


Mevcut Kapama

Tam Kapama

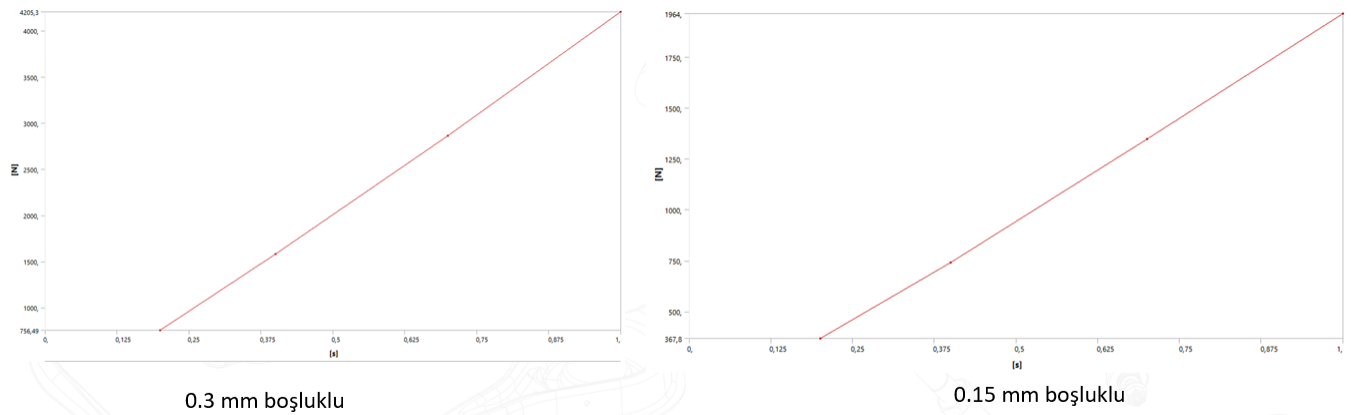
Şekil 4. Kapama prosesi

Rotillerin montajı yapılırken sıvama prosesi de önem arz etmektedir. Tam kapama yapılması parçaların montaj sonrası birleşiminde boşluk kalmasının önüne geçerek toplam boşluk miktarını azaltmıştır. Bu durum parçaların ömür performansına olumlu etkisi olduğu görülmüştür.(Şekil 4)



Şekil 5. Yatak sıkıştırma analizi

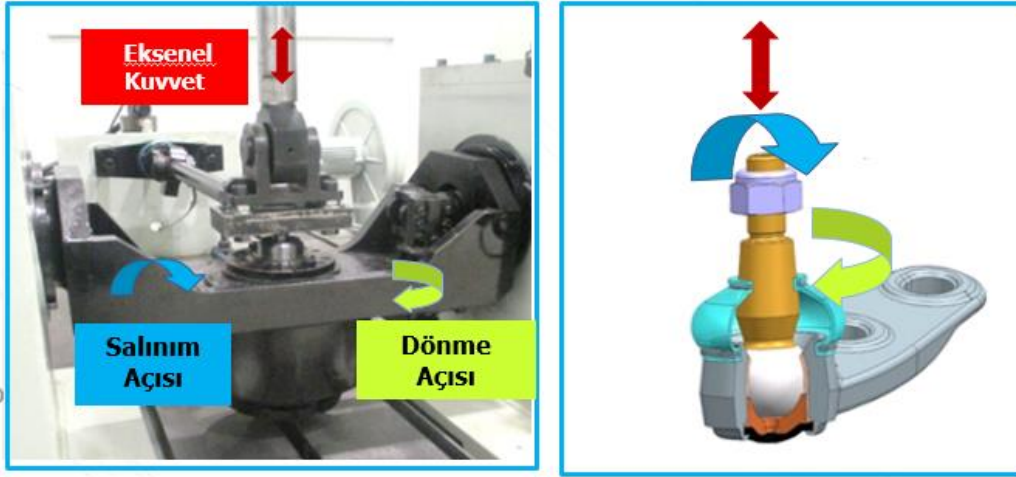
Yapılan yatak sıkıştırma analizinde mevcut tasarımda sıkıştırma mesafesi daha fazla olduğu için yatak, aşıkla kapak arasında daha fazla ezilmektedir. Bu sebeple yatak üst kısmında gerilme yoğunluğu fazladır. Yeni tasarımda sıkıştırma mesafesi az olduğu için yatak üzerindeki gerilme değerleri de düşük çıkmaktadır. Gerilmenin maksimum olduğu yer ise yatağın uç kısımlarında oluşmaktadır(Şekil 5),.



Şekil 6. Yatak sıkıştırma kuvvet değerleri

Mevcut tasarımda sıkıştırma için gerekli kuvvet 4205 N bulunurken yeni tasarımda ise yatağı sıkıştırmak için gerekli kuvvet 1964 N olarak tespit edilmiştir (Şekil 6).

Bu çalışma esnasında parçaların termal kalibrasyon öncesi ve sonrası değerlere de bakılmıştır.Farklı parametrelerde çalışılan parçalar ömür testi yapılmıştır.Ömür test sonuçlarının da aşağıda belirtilen test metodu ve kabul kriteri referans alınmıştır(Şekil 7).



Şekil.7 Ömür Test Cihazı

	TERMAL KALİBRASYON ÖNCESİ					TERMAL KALİBRASYON SONRASI					ÖMÜR TESTİ SONRASI	
	DÖNME TORK (Hedef Değer 1.5 / 5 Nm)	KIRILMA TORK (Hedef Değer Max.10 Nm)	SALINIM TORK (Hedef Değer 1.5 / 5 Nm)	SALINIM KIRILMA TORK (Hedef Değer Max.10 Nm)	EKSENEL BOŞLUK (Hedef Değer 0-0.2mm)	DÖNME TORK (Hedef Değer 1.5 / 5 Nm)	KIRILMA TORK (Hedef Değer Max.10 Nm)	SALINIM TORK (Hedef Değer 1.5 / 5 Nm)	SALINIM KIRILMA TORKU (Hedef Değer Max.10 Nm)	EKSENEL BOŞLUK (Hedef Değer 0-0.2mm)	ÖMÜR TESTİ SONRASI DÖNME TORKU (Hedef Değer min 0.5mm)	ÖMÜR TESTİ SONRASI EKSENEL BOŞLUK MM (Hedef Değer 0-0.25 mm)
MEVCUT TASARIM (0.3 SIKIŞTIRMA) J-71 402 (MEVCUT YAĞ)	6	7	5	6.5	0,06	1,5	1,8	1.2	1.5	0,12	0,8	0,2
	6	7	5	6.5	0,05	1,5	2	1.2	1.5	0,14	0,6	0,16
YENİ TASARIM (0.15 SIKIŞTIRMA) J44-402 (BEYAZ YAĞ)	3,5	4	3	3.5	0,07	2,4	3,6	2	3	0,08	0,5	0,14
	2,5	3,5	2	3	0,05	1,8	3	1.6	2.5	0,06	0,5	0,11
YENİ TASARIM (0.15 SIKIŞTIRMA) J-71 402 (MEVCUT YAĞ)	3	4,5	2.5	4	0,08	2,4	4	2	3.5	0,1	0,8	0,13
	3	3,5	2.5	3	0,07	1,8	2,8	1.5	2.5	0,09	1.6	0,1
YENİ TASARIM (0.15 SIKIŞTIRMA) J44-402 (BEYAZ YAĞ) (ÇOK BASILMIŞ)	15	18	12	15	0,04	2,8	4,4	2.5	4	0,046	1,2	0,08
	16	18	15	15	0,04	2,6	3,2	2.4	3	0,043	0,8	0,09

Şekil 8. Parametre değişiklik tablosu

Yapılan çalışmada 4 farklı parametre üzerinde inceleme yapılmıştır. Her bir parametre için 20 adet numune çalışması yapılmıştır. Şekil 8’te gösterilen tabloda her parametreden 2’şer adet ölçüm değeri alınarak performanslar değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre mevcut tasarımda dönme tork değerleri yüksek gelmekteydi. Şekil 8’de görülen tabloya göre gövde içerisindeki iç form ölçüsü değiştirilerek istenilen ölçülerde değerler elde edilmiştir(Şekil 8).

3. SONUÇ

Mevcut durumda yatak sıkıştırma miktarını 0.3 mm ‘den 0.15 mm’ye düşürülerek plastik yatak üzerinde oluşan ve yatak malzemesinin akma sınırını aşan gerilmeler ortadan kaldırılmıştır. Yapılan analiz çalışmaları sonunda 0.15 mm sıkıştırma miktarı standartlaştırılarak ve tüm ürünlerin ömür ve tork performansı iyileştirilecektir. Termal kalibrasyon yapmanın parçanın montaj sonrası performans değerlerini optimize ederek mevcut olan boşlukları ortaya çıkardığı gözlemlenmiştir. Tam kapama yapılması parçaların montaj sonrası gövde-yatak-kapak birleşiminde boşluk kalmasının önüne geçerek toplam boşluk miktarını azaltmıştır. Bu durum ürünün ömür performansına olumlu etkisi olmuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.’ye teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- CERŞİT, S.,Cimatron Programı ile Tarım Araçlarının Rot ve Rotil Tasarımı, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,2007.
- ÇAKIR, S., GÜRSEL K.T, (2011) *Sıvama ile Monte Edilen Mekanizmalarda Oluşan Sıkıştırma Kuvvetlerinin Saptanması*, İzmir Cilt 17, Sayı 3, 2011, Sayfa 143-156
- NALBANT, M., H., Dövme Yöntemi İle Üretilmiş Rotilli Salıncak Kolunun Topoloji Optimizasyonu İle Tasarım İyileştirmesi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,2021.
- TÜRK STANDARTLARI, Rotbası TS 5476, Ankara
- TÜRK STANDARTLARI, Rotil TS 9444, Ankara

KAUÇUK PIŞİRME SÜRESİNİN BURÇLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN DENEYSEL YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

Fevziye ERDEM

Teknorot, Ar-Ge Merkezi, Beyköy, Düzce, Türkiye
fevziyealtas@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2504-2314

Özet

Bu çalışmada taşıt ön süspansiyon sistemlerinde kullanılan burçlarının üretilmesi ele alınmıştır. Burçların mekanik özelliklerini tasarım, reçete, yapıştırıcı ve proses parametresi etkilemektedir. Bunlardan tasarım, reçete, yapıştırıcı parametresi sabit tutularak proses parametresinde pişirme süresini ve pişirme sıcaklığını değiştirerek çalışmalar yapılmıştır. Pişirme süresi ve pişirme sıcaklığı kendi içinde birbirine bağlı parametrelerdir. Bu çalışmamızda pişirme süresinin burcun mekanik özelliklerine olan etkisini belirlemek için 130° C – 2000 sn, 140° C – 1000 sn, 150° C – 500 sn, 160° C – 250 sn olarak 4 farklı sıcaklık ve süre de deneme yapılmıştır. Bu parametreler kauçuk tedarikçimizle görüşerek belirlenmiştir. Denemelerin yapılacağı ürün komplike tasarıma sahip burç tercih edilmiştir. Böylece X-Y-Z eksenlerinde test etme fırsatı sunulmuştur. Vulkanize olmuş prototip ürüne konfor ve ömür testi yapılarak sonuçlar raporlanmıştır. Kauçuk pişirme sürelerinin ürün performansına olan etkileri belirlenerek ömür testi; 140° C – 1000 sn parametresi en iyi sonuç verirken konfor testinde ise 130° C – 2000 sn parametresinde en iyi sonuç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Burç, konfor, ömür, otomotiv, süspansiyon

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF RUBBER CURING TIME ON MECHANICAL PROPERTIES OF BUSHINGS BY EXPERIMENTAL METHODS

Absract

In this study, the production of bushings used in vehicle front suspension systems is discussed. Design, recipe, adhesive and process parameters affect the mechanical properties of bushings. Among these, studies were carried out by keeping the design, recipe, adhesive parameters constant and changing the curing time temperature in the process parameter. Curing time temperatures are interdependent parameters. In this study, in order to determine the effect of curing time on the mechanical properties of the bushing, 4 different temperatures and times were tested such as 130° C – 2000 sec, 140° C – 1000 sec, 150° C – 500 sec, 160° C – 250 sec. These parameters are determined by contacted our supplier. Bushing with a complicated design was preferred as the test product. Thus, it provided the opportunity to test in X-Y-Z axes. Comfort and fatigue tests were performed on the vulcanized prototype product, and the results were reported. Fatigue test by determining the effects of rubber curing times on product performance; While 140° C – 1000 sec parameter gives the best results, the best result is obtained in the 130° C – 2000 sec parameter in the comfort test.

Keywords: Bushing, stiffness, fatigue, automotive, suspension

1. GİRİŞ

Kauçuklar, araç lastikleri dışında da, otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Burçların sürüş güvenliğine olan belirgin etkisi ve güncel şasi yapılanmalarında kullanılmaya başlanan çok sayıda rotilli kol ve sac salıncaklar, otomotivde kauçuk-metal parçaların kullanımını artırmıştır.

Burçlar, istenmeyen titreşimleri ve gürültüyü azaltmak üzere özel olarak tasarlanmış, konfor ve emniyet sağlayan süspansiyon parçalarıdır ve iç boru, doğal kauçuk (NR) ve dış borudan oluşmaktadır. Doğal kauçuk ve metal arasındaki yapışma sistemi, araçta oluşan titreşimler göz önünde bulundurularak özel olarak tasarlanır ve bu tasarımlar sürüş konforunu sağlamakta önemli bir katkı sağlar.

Kauçuk-metal bileşenler için ana uygulama alanı otomotiv endüstrisidir; motor yatakları, aks süspansiyonları, amortisörler, esnek kaplinler, mil keçeleri, sürtünme ve burulma yatakları, metal takviyeli profillerdir. Benzer diğer endüstriler; mekanik ve inşaat endüstrileri (titreşim sönmüleme

elemanları, makine ve köprü yatakları vb.), kâğıt, baskı endüstrileri (kauçuk kaplı silindirler), lastik endüstrisi, savunma endüstrisi (tank paletlerinin kaplanmasında vb.), boru, kablo imalatı, konveyör bantlarıdır [1].

Kauçuk, çapraz bağlanabilen bir polimerdir. Çapraz bağlanan kauçuk, esneklik kazanır ve dayanıklı bir hal alır. Bu özelliği de, kauçuğu, hayatın pek çok alanında aranan bir ürün haline getirir. Sesi ve titreşimleri önlemesi, ömrünün uzun olması, elastikiyeti başlıca özelliklerindedir. Kauçuk sektörü çok geniş bir alana hitap ettiğinden keşfinden günümüze kadar dünya genelinde pek çok araştırmalara konu olmuştur ve çalışmalar devam etmektedir. Datta ve arkadaşları da, farklı kimyasallar kullanarak kauçuğun geri dönüşüm dayanımını iyileştirmek adına çalışmalar yapmışlardır. Mevcut teknolojiyle karşılaştırma yaparak sülfür esaslı termal yaşlandırma dayanımını geliştirmeyi sağlamak adına farklı kimyasallarıyla denemeler yapmışlar ve bunları pişirici sistemleriyle karşılaştırmışlardır. Levin ve arkadaşları, yüksek güçlü ultrasonik ışınlamayla bozunmuş Stiren Bütadien kauçuğundaki sülfürü, ilk halindeki aynı şartları kullanarak tekrar pişirmişlerdir. Böylece bozunmuş ve yeniden pişirilmiş Stiren Bütadien kauçuğunun çapraz bağ yoğunluğunu araştırmışlardır. Olkhov ve Kurkowski, katı polimerin termo mekanik analizini esas alan, sülfürün farklı tiplerinin moleküler yapısı üzerine çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada kristallik derecelerini incelemişler ve yapılarındaki mineral ve polimerik sülfürlerin fonksiyonel farkını bulmuşlardır [2].

Yukarıda bahsedilen çalışmaların aksine bu çalışma kapsamında, kimyasal denemelerden çok, kimyasalı yani hamuru aynı tutarak geleneksel üretim yöntemlerinden farklı bir yol izlenmiştir. Kauçuk hamurunun içindeki bağ yapma durumu göz önünde tutularak, sıcaklık ve süre arasında orantı kurularak çalışma yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında referans alınacak burcun 3D tasarımı için Siemens Unigraphics (NX) programı kullanılmıştır. Ön süspansiyon parçası olan burçta kullanılan komponentlere ait üretici bilgileri ve genel özellikler tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Ham Maddelerin Üretici Bilgileri ve Genel Özellikleri

Hammadde	Ticari ad	Özellik
Kauçuk hamuru	Kauçuk hamuru	Doğal kauçuk 75 Shore A
ST 34	İç boru	Min 138 HB
ST 52	Dış boru	Min 192 HB

2.2. Metod

2.2.1. Burç Tasarımı

Çalışmada kullanılacak olan burç, Siemens Unigraphics (NX) programı kullanılarak, tersine mühendislik yöntemi ile 3D tasarımı yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. 3D Burç tasarımı

2.2.2. Metal-Kauçuk Hazırlanışı

2.2.2.1. Metalleri Yıkama

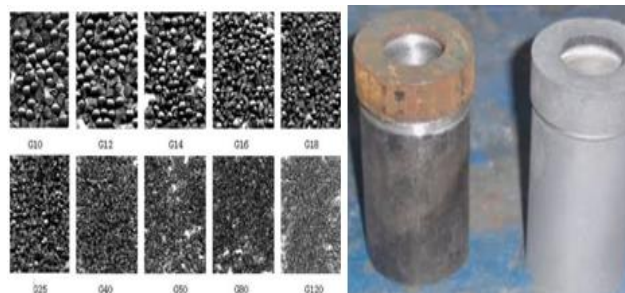
Parça temizleme işlemleri genelde kir, flaş veya çapak dediğimiz maddelerin giderilmesinden oluşur. Bu istenmeyen maddeler, parçanın yüzeyine yapışan katı veya sıvı bileşenlerden oluşabilir. Parça üzerinden yağ kaldırma işlemi parça temizlemeye iyi bir örnektir (Şekil 2). Kauçuğun metal yüzeyine %100 yapışmasını sağlamak için metallerin yüzeylerinin temizlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle metallerle ön temizleme işleme uygulanmıştır.



Şekil 2. Metal yıkama makinesi

2.2.2.2. Metalleri Kumlama

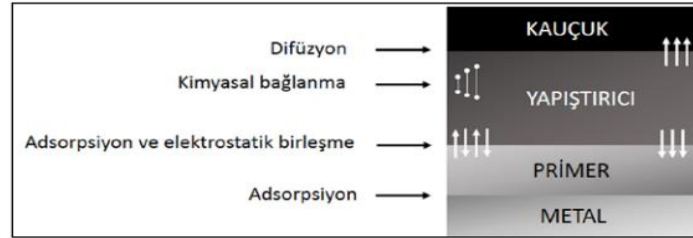
Kumlama kumunun yüksek basınçlı hava ile metal yüzeye çarptırılması işlemidir. Bu çarpma esnasında kum metal yüzeyi mikron seviyesinde aşındırması sağlanmıştır. Böylece metallerin yüzeyine uygulanacak olan yapıştırıcının metalin yüzeyine tutunması için gerekli yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir. (Şekil 3).



Şekil 3. Metallerin kumlanmasında kullanılan kum taneleri ve kumlama sonrası metal

2.2.2.3. Metallerin Yüzeyinin Yapıştırıcı ile Kaplaması

Güncel teknolojide kauçuk-metal yapışması, kauçuk-yapıştırıcı-primer-metal arasında pişirme (vulkanizasyon) sırasında oluşan reaksiyonlar sonucunda sağlanır. Şekil 4’de gösterilen bu süreçte ilk reaksiyon primer ve metal arasında gerçekleşmektedir. Primer yapısında bulunan organik reçine ve bağlayıcılar, metal yüzeyinde önceden oluşmuş metal oksitler ile güçlü bağlar oluştururlar. İkinci reaksiyon primer ve yapıştırıcı arayüzeyinde meydana gelir. Yapıştırıcıdaki pişirici ajanların proses sırasında kısmen primer tabakasına göç ederek yayılması ile yapıştırıcı-primer arasında bağlanma gerçekleşir. Reaksiyon serisinin son adımı ise kauçuk ve yapıştırıcı arasındaki bağlanmadır. Yapıştırıcıdaki pişirici ajanların bir kısmı da proses sırasında kauçuk yapısına geçer ve kauçukda pişirici olarak kullanılan kükürt ya da kükürtlü bileşikler ile birlikte çalışarak çapraz bağlanma sürecini tamamlar, böylece tüm bileşenlerin birbirine bağlanması sağlanır [3].



Şekil 4. Vulkanizasyon süreci sırasında kauçuk-yapıştırıcı-primer-metal arasında meydana gelen yapışma süreci

Yapışma mukavemetinin kauçuk mukavemetinden büyük olması için metallerin yüzeyi ilk olarak astar (primer) boya olan Chemosil 211 ile gri renge boyanarak kurutulmuştur. Akabinde aynı yüzey Chemosil 225 ile siyah renge boyanarak kurutulmuştur. Böylece metal yüzeyi ile kauçuğun bir birine tutunması için gerekli yüzey hazırlama işlemi sağlanmıştır.

2.2.2.4. Vulkanizasyon ve Vulkanizasyon Parametresinin Belirlenmesi

Çapraz bağlanma özelliği, vulkanizasyonu sağlayan maddenin miktarına, aktivitesine ve reaksiyon zamanına bağlıdır. Bu özellik vulkanizasyon derecesi ve çapraz bağlanma yoğunluğu olarak ifade edilir. En çok kullanılan kükürt vulkanizasyonunda, diğer katkı maddelerinin, özellikle kullanılan hızlandırıcıların cins ve miktarına bağlı olarak, farklı çapraz bağlanma şekilleri oluşabilmektedir. Vulkanize kauçuğun özellikleri büyük ölçüde çapraz bağlanma şekline ve yoğunluğuna bağlıdır. Doğal kauçuk esaslı reçete sabit tutularak 4 farklı sıcaklık ve süre parametresi kauçuk tedarikçimizle görüşerek belirlenmiştir (tablo 2).

Tablo 2. Sıcaklık ve süre parametresi

Pişirme (Tezgah) Sıcaklığı (° C)	Pişirme Süresi (sn)
130° C	2000 sn
140° C	1000 sn
150° C	500 sn
160° C	250 sn

Belirlenmiş olan dört farklı sıcaklık ve süre parametresi kullanılarak prototip ürün üretilmiştir. Vulkanizasyon işlemi sonrası prototip ürünler gözle kontrol yapılmıştır (tablo 3).

Tablo 3. Üretim sonrası gözle kontrol

Piştirme Sıcaklığı (°C)	Piştirme Süresi (sn)	Gözlemlenen
130° C	2000 sn	Numuneler ilk çıktığında çıgdi. Soğuma esnasında beklerken pişti.
140° C	1000 sn	Numuneler pişti.
150° C	500 sn	Numuneler pişti.
160° C	250 sn	Numuneler pişti.

2.2.2.5. Fosfat Kaplama

Metallerin yüzeyinin korozyona karşı korumak için vulkanize olmuş prototip ürünler fosfat ile kaplanmıştır (Şekil 5).


Şekil 5. Prototip ürünün fosfat kaplama sonrası görünümü

3. SONUÇ

3.1. Konfor (Kuvvet-Seğim Kat Sayısı) Testi

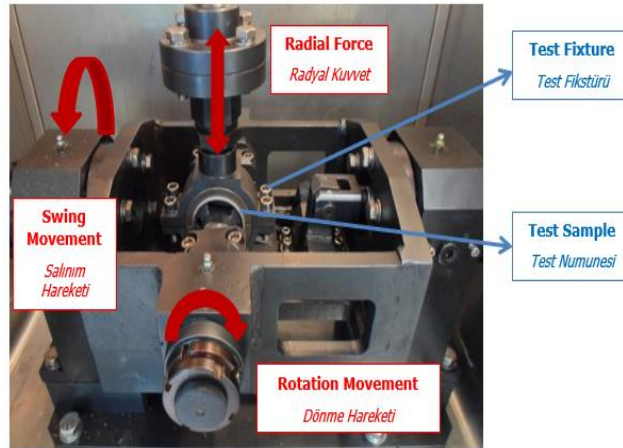
Üretimi gerçekleştirilen prototip ürünlere konfor (kuvvet-seğim kat sayısı) testleri konfor test makinesinde gerçekleştirilmiştir. Konfor testi, soğumuş prototip ürüne yapılmaktadır. Test makinesine yerleştirilen prototip ürüne firma bünyesinde belirlenen şartlarda kuvvet ve deplasman X-Y-Z yönünde uygulanmıştır. Durağan olarak yapılan bu testlerde prototip ürüne üç kez bas bırak şeklinde şartlandırıldıktan sonra bir defa gerçek teste tabi tutulur ve prototip ürünün konforu elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan konfor test makinesi ile test hızı 2 mm/dk yapılarak X yönünde deplasman Y-Z yönünde ise kuvvet uygulanarak test yapılmıştır. Konfor testi her parametre için üçer adet prototip ürüne test edilerek ortalaması alınmıştır (tablo 4).

Tablo 4. Burç konfor test sonucu

	Z	Y	X
Mevcut	1,43 MM	1,32 MM	50,54 KGF
130°C-2000sn	1,55 MM	1,4 MM	54,77 KGF
Mevcut %	8%	6%	8%
140°C-1000sn	1,61 MM	1,49 MM	50,48 KGF
Mevcut %	13%	4%	0%
150°C-500sn	1,58 MM	1,57 MM	46,83 KGF
Mevcut %	10%	19%	-7%
160°C-250sn	1,66 MM	1,54 MM	46,83 KGF
Mevcut %	16%	17%	-7%

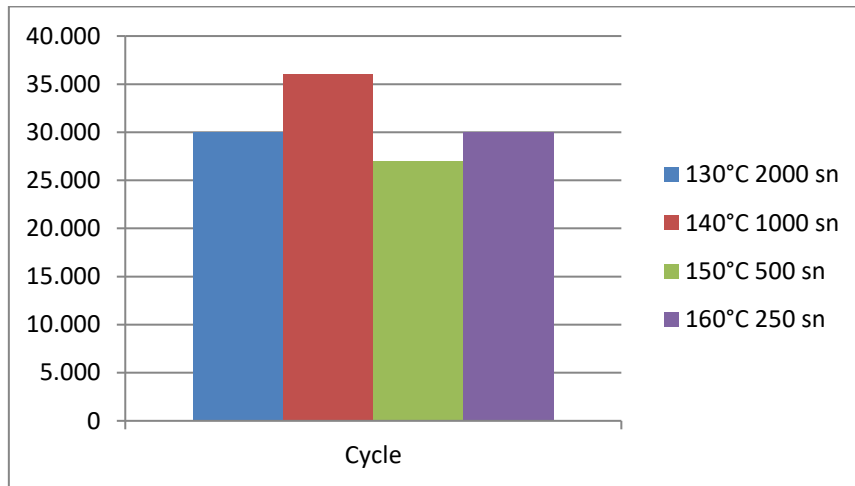
3.2. Ömür Testi

Ömür testi, soğumuş prototip ürüne yapılmaktadır. Test makinesine yerleştirilen prototip ürüne firma bünyesinde belirlenen şartlarda ürünler test edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Burç ömür test cihazı

Ömür testi her parametre için üçer adet prototip ürüne test edilerek ortalaması alınmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Burç ömür test sonucu

4. TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında dört farklı parametre ile vulkanizasyon üretimi yapılan prototip ürünler üretim sonrası kontrol edildiğinde çığ prototip ürün çıkmamıştır.

Yapılan konfor test sonuçlarına göre;

130 °C 2000 sn de vulkanizasyon işlemi diğer çalışmalara göre tercih edilebilir parametredir.

Yapılan ömür test sonuçlarına göre;

140 °C 1000 sn de vulkanizasyon işlemi diğer çalışmalara göre tercih edilebilir parametredir.

Böylece müşteri özel isteğine göre uygun parametre seçilerek prototip ürün üretilebilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Teknorot Otomotiv A.Ş Ar-Ge Merkezi tarafından desteklenmiştir. Ayrıca, Ar-Ge Merkezi Direktörü Sayın Murat ARSLANOĞLU, Ar-Ge Müdürü Sayın Gökhan AKGÜL, Ar-Ge Proje Müdürü Fatih ÇAĞIRANKAYA'ya teknik desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] CROWTHER, B.G. (1996), *Rubber to Metal Bonding*, United Kingdom: Rapra Technology Limited.
- [2] KERVA, F. (2010), "Ultra Hızlı Pişirme (Uhp) Üretim Yönteminin Geleneksel Pişirme Üretim Yöntemleriyle Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- [3] ÜNÜGÜL, T., AKYILDIZI T., KARAAĞAÇ B. (2021), Kauçuk-Metal Yapışması, *Kauçuk Derneği*, (76), 46-61.

DARBE KİRİŞİ TASARIMI VE DENEYSEL ANALİZİ

Caner YÜKSEL

Doğuş Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
cyuksel@dogus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6837-0337

C. Oktay AZELOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
azeloglu@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5283-9447

Özet

Trafik kazalarında ölüm ve yaralanmaların en önemli ikinci nedeni yandan çarpışmalardır. Bu tür çarpışmalar önden çarpışmalarda olduğu gibi darbeleri sönmüleyecek özel tamponlar bulunmadığından ve yolcu ile kapı arasındaki boşluk oldukça sınırlı olduğundan önden çarpışmalara göre daha fazla risk taşımaktadır. Bu nedenle araç kapılarının içerisine çarpışma esnasında darbeleri absorbe edebilmek ve yolcu güvenliğini sağlamak için darbe kirişleri yerleştirilir. Bu çalışmanın amacı darbelere karşı daha emniyetli bir darbe kirişi elde etmektir. Bu amaçla çalışmada, cam elyaf takviyeli polimer kompozit malzemeden bir darbe kirişi tasarlanmış ve aynı malzemeden geleneksel kirişle birlikte test edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Darbe kirişlerinin test edilmesinde enerji emilimlerini ve dayanımlarını görebilmek için yarı statik sıkıştırma testleri (basma testi) uygulanmıştır. Sonuçta, deneylerden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve tasarlanan darbe kirişinin etkinliği tartışılmıştır. Çalışmanın sonuçları bu tür yapısal elemanların ağırlık ve dayanım açısından optimum şekilde değerlendirilerek daha emniyetli hale getirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Darbe kirişi, cam elyaf takviyeli polimer kompozit, basma testi, enerji sönmüleme, yandan çarpışma

IMPACT BEAM DESIGN AND EXPERIMENTAL ANALYSIS

Abstract

Side collisions are the second most important cause of death and injury in traffic accidents. Such collisions are more risky than frontal collisions as there are no special bumpers to absorb the impacts as in frontal collisions and the space between the passenger and the door is very limited. For this reason, impact beams are placed inside the vehicle doors to absorb the impacts during a collision and to ensure passenger safety. The aim of this study is to obtain a safer impact beam against impacts. For this purpose, an impact beam of glass fiber reinforced polymer composite material was designed and tested with a conventional beam of the same material, and the results were compared. In testing the impact beams, quasi-static compression tests (compression test) were applied to see their energy absorption and strength. In conclusion, the data obtained from the experiments were compared and the efficiency of the designed impact beam was discussed. The results of the study show that such structural elements can be made safer by optimum evaluation in terms of weight and strength.

Keywords: impact beam, glass fiber reinforced polymer composite, compression test, energy absorption, side collision.

1. GİRİŞ

Dünyada nüfus her geçen gün artış göstermektedir. Nüfus artışına paralel olarak otomobil kullanımı da artmaktadır. Otomobil sayısının artması da beraberinde çok fazla trafik kazasını meydana getirmektedir. Ülkemizde de bu durum dünyadakiyle paralellik göstermektedir. Kaza sayılarının artması otomotiv endüstrisini daha yüksek güvenlik seviyelerine sahip otomobillerin üretilmesi ve geliştirilmesi üzerine çalışma yapmaya odaklanmaktadır. Daha uygun tasarımların ve yüksek darbeleri sönmüleme imkanı verecek malzemelerin kullanımı ile güvenlik seviyesinin artması sağlanacaktır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Trafik Hizmetleri Daire Başkanlığınca hazırlanan trafik kazaları istatistiklerinde, kazaların oluş şekline göre en fazla olan kaza türü yandan çarpmalı kazalardır. 2021

yılı istatistikleri incelendiği kazaların oluş türüne göre toplam istatistiği 154.455' tir. Yandan çarpma istatistiği ise 50.316' dır (Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı, 2021). Yandan çarpma istatistiklerinin toplam kaza oluş türüne göre yüzdesi 32,57' dir. Bu yüzde yandan çarpmaların önemli ölçüde göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir.

Araç güvenliği araştırmalarında en çok çalışılan çarpışma türleri önden ve yandan çarpışmalardır. Trafik kazalarında ölüm ve yaralanmaların en önemli ikinci nedeni yandan çarpışmalardır. Bu tür çarpışmalar önden çarpışmalarda olduğu gibi darbeleri sönmüleyecek özel tamponlar bulunmadığından ve yolcu ile kapı arasındaki boşluk oldukça sınırlı olduğundan önden çarpışmalara göre daha fazla risk taşımaktadır. Bu nedenle araç kapılarının içerisine çarpışma esnasında darbeleri absorbe edebilmek ve yolcu güvenliğini sağlamak için darbe kirişleri yerleştirilir. Bu çalışmanın amacı darbelere karşı daha emniyetli bir darbe kirişi elde etmektir.

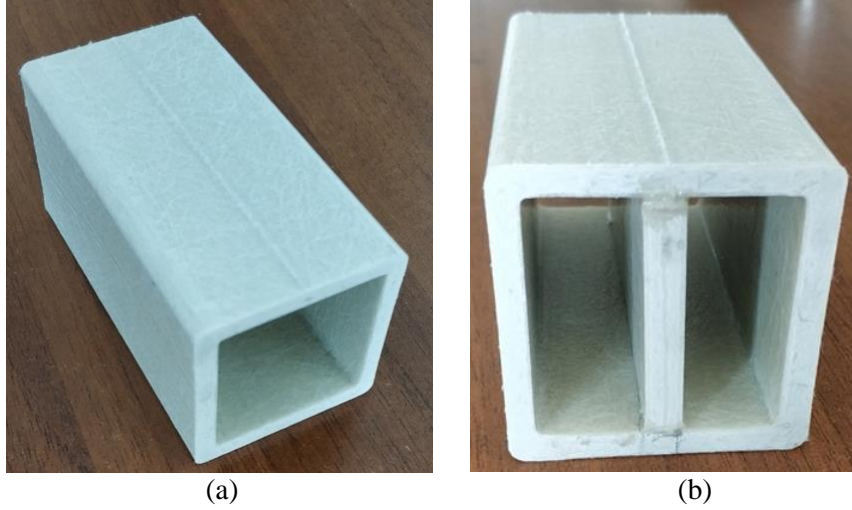
Literatürde kapı darbe kirişiyle ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Cheon ve ark. (1997) çalışmasında, kapı darbe kirişini cam elyaf takviyeli kompozit malzemeler kullanılarak geliştirmişler ve kapı darbe kirişini dinamik testler ve sonlu elemanlar ile analiz etmişlerdir. Basavaraju (2005) çalışmasında karbon/epoksi AS4/3051-6 kompozit malzeme kullanılarak bir darbe kirişi tasarlanmış ve deneysel olarak incelemiştir. Pawar ve Hankar (2013) çalışmasında, termoplastik cam elyaf kompozit malzemedeki yan darbe kirişini, sonlu elemanlar ile analiz etmiş ve yüksek mukavemetli çelik kirişle karşılaştırma yapmışlardır. Veeraswamy ve VenkataSudheerBabu (2016) karbon/epoksi AS4/3051-6 malzeme ile bir kompozit kiriş tasarlamışlar, sonlu elemanlar ile analiz etmişler ve çelik kirişle karşılaştırma yapmışlardır. Lim ve Lee (2002) çalışmasında, kompozit bir kapı darbe kirişini, cam elyaf takviyeli kompozit kullanılarak tasarlamışlar, deneysel olarak incelemişler ve çelik kirişle karşılaştırma yapmışlardır. Yang ve ark. (2013) çalışmasında, tamamen fiber takviyeli polimerlerden yapılmış yeni bir darbe kirişi tasarlamışlar ve deneysel olarak incelemişlerdir. Sharma (2018) çalışmasında, yandan darbeleri çarpışma yapılarının karbon fiber ile yeniden tasarlanması incelemiş ve kapı darbe kirişini dinamik testler ve sonlu elemanlar ile analiz etmiştir. Sheshadri (2006) çalışmasında, kompozit bir darbe kirişi tasarlanmış ve analizlerini incelemiştir. Su (2008) çalışmasında cam takviyeli fiber kompozit yan kapı darbe kirişleri tasarlanmış ve darbe testleriyle analizini yapmıştır. Şimşir (2020) çalışmasında, otomobillerde kullanılan kapı darbe kirişlerini incelemiştir ve kapı darbe kirişlerine serbest ağırlık düşürme metodu ile testler yapmıştır.

Bu çalışmada, cam elyaf takviyeli polimer kompozit malzemedeki bir darbe kirişi tasarlanmış ve aynı malzemedeki geleneksel kirişle birlikte test edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

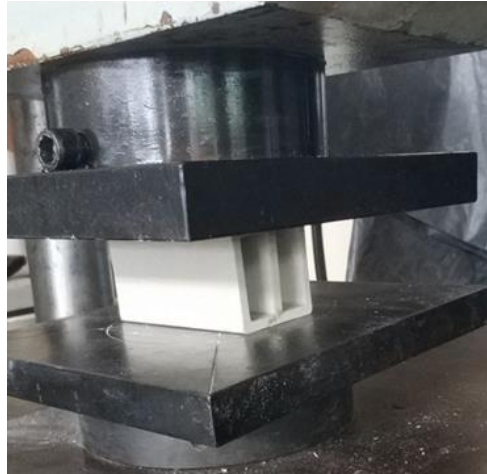
Bu çalışmada yan darbe kirişleri için hazırlanan numuneler cam fiber takviyeli polimer kompozitten imal edilmiştir. Darbe kirişi profili için geleneksel olarak kullanılan kare profil seçilmiştir ve çalışmada "Numune-1" olarak isimlendirilmiştir. Alternatif olarak tasarlanan darbe kirişi ise "Numune-2" olarak adlandırılmıştır ve kare profil içerisine aynı malzemedeki lama profil eklenerek imal edilmiştir.

Numune-1'in kesiti 50x50 mm, profil et kalınlığı 5 mm ve uzunluğu 100 mm'dir. Numune-2'nin kesiti 50x50 mm, profil et kalınlığı 5 mm ve uzunluğu 100 mm; içerisindeki lama profil ise 40x6 mm ve uzunluğu 100 mm ölçülerindedir. Lama profilin yerleştirilmesinde ise Araldite 2015 epoksi yapıştırıcı kullanılmıştır. Her bir numuneden üçer adet hazırlanmış olup numunelere ait görseller Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. (a) Numune-1 ve (b) Numune-2

Tasarlanan numuneleri test etmek, alternatif tasarımın etkinliğini incelemek ve karşılaştırma yapabilmek için, literatürde bulunan yöntemlerden biri olarak numunelere yarı statik sıkıştırma testleri (basma testi) uygulanmıştır (Yang ve ark.,2013). Testler Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi bünyesinde bulunan 60 tonluk çekme-basma test makinesinde, 5 mm/dk 'lık sabit bir kafa hızında gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de Numune-2'ye ait bir basma testi görseli verilmiştir.



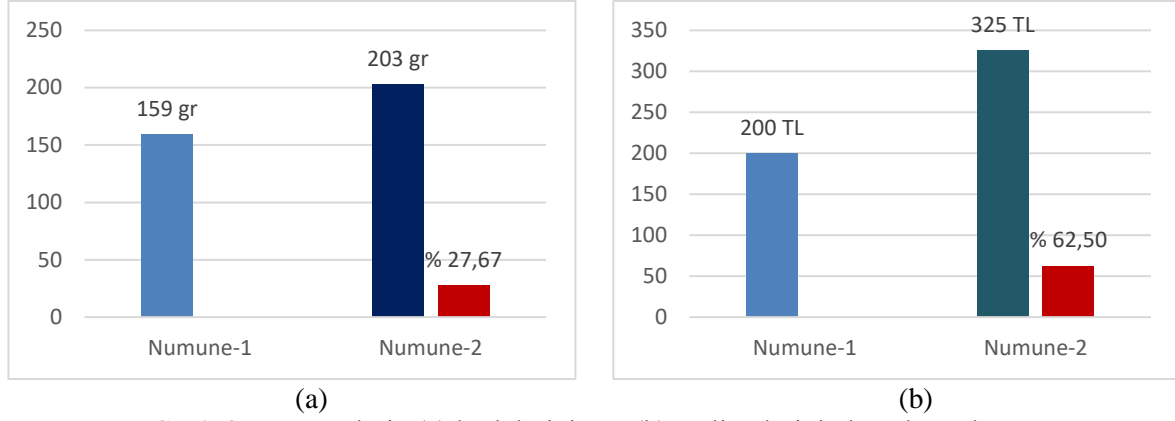
Şekil 2. Numune-2'ye ait bir basma testi

3. SONUÇ

Çalışmada her bir numuneden üçer adet hazırlanmış ve her birine sırasıyla yarı statik sıkıştırma testi yapılmış, ardından sonuçların ortalamaları alınmıştır. Elde edilen sonuçlar tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur. Tablo 1'de numunelerin kütleleri ve maliyetleri ile aralarındaki oranlar sayısal olarak verilmiş, Şekil 3 'de ise sütun grafik halinde karşılaştırılmıştır. Alternatif olarak tasarlanan kirişin % 27,67 oranında daha ağır olduğu, maliyet olarak % 62,5 daha maliyetli olduğu görülmektedir.

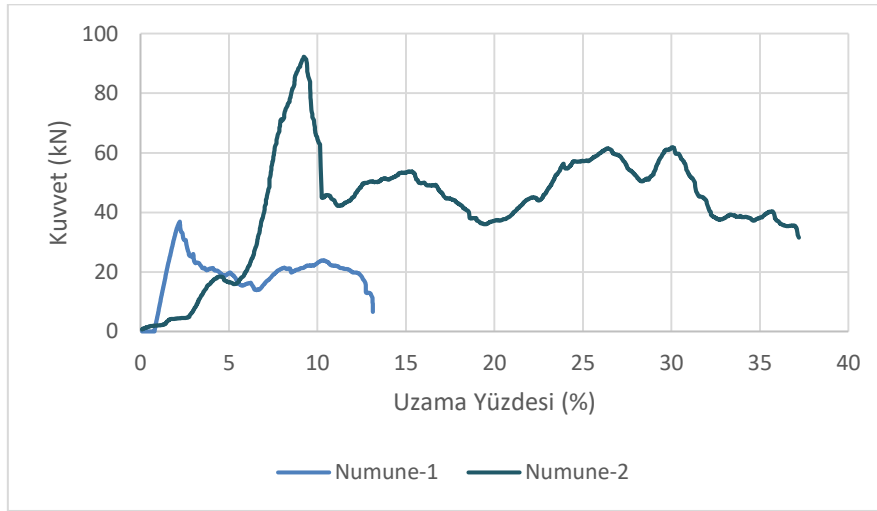
Tablo 1. Numunelerin kütleleri ve maliyetleri ile yüzdesel artışı

Numune Adı	Kütle (Gram)	Kütle Artışı (%)	Maliyet (TL)	Maliyet Artışı (%)
Numune-1	159	-	200	-
Numune-2	203	27,67	325	62,5

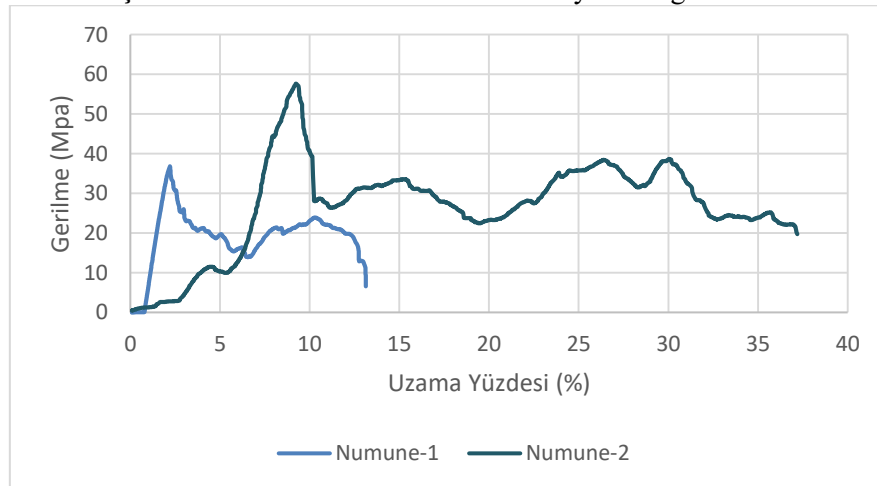


Şekil 3. Numunelerin (a) kütlelerinin ve (b) maliyetlerinin karşılaştırılması

Testlerden elde edilen kuvvet-uzama diyagramları ise Şekil 4’de verilmiş, Şekil 5’de ise gerilme-uzama diyagramları sunulmuştur. Numune-1’in 36,86 kN maksimum kuvvet taşıdıktan sonra hasara uğradığı görülmüştür. Numune-2’nin ise 92,25 kN maksimum kuvvet taşıdıktan sonra kırıldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Numunelerin kuvvet – uzama yüzdesi grafikleri

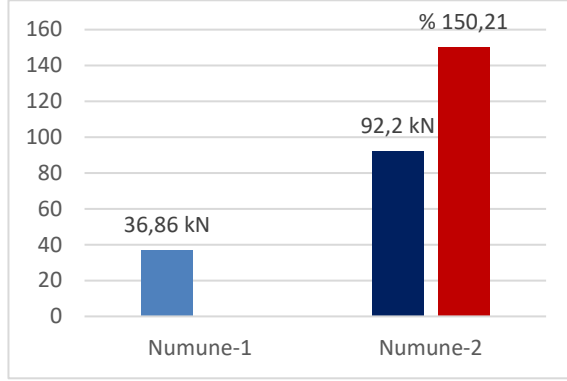


Şekil 5. Numunelerin gerilme – uzama yüzdesi grafikleri

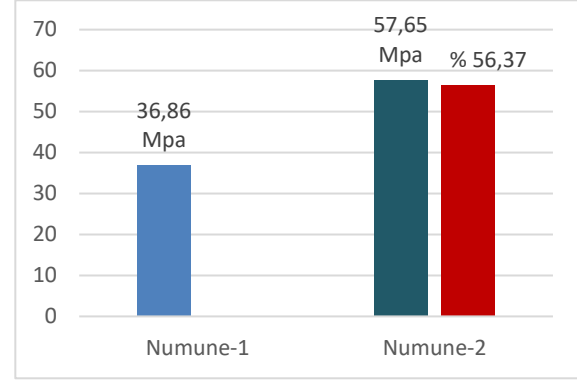
Testler sonucunda elde edilen kuvvet, gerilme ve absorbe edilen toplam enerji miktarı değerleri Tablo 2’de de sayısal olarak sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde alternatif tasarımın geleneksel tasarıma oranla %150,21 daha fazla maksimum kuvvet taşıdığı, % 56,37 daha fazla maksimum gerilme yüklenebildiği ve % 755,38 daha fazla enerji absorbe edebildiği görülmektedir. Tabloda verilen sayısal değerler Şekil 6 ve Şekil 7 de sütun grafikler halinde paylaşılmıştır.

Tablo 2. Numunelerin kuvvet, gerilme ve enerji absorbe etme yeteneği açısından karşılaştırılması

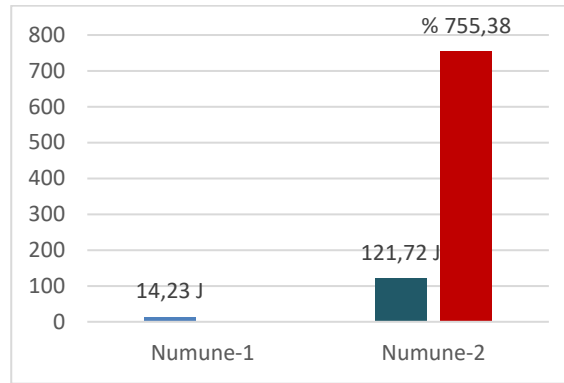
Numune Adı	Maksimum Kuvvet (kN)	Kuvvet Artışı (%)	Maksimum Gerilme (Mpa)	Gerilme Artışı (%)	Absorbe Edilen Enerji (J)	Enerji Artışı (%)
Numune-1	36,86	-	36,86	-	14,23	-
Numune-2	92,25	150,21	57,65	56,37	121,72	755,38



(a)



(b)

Şekil 6. Numunelerin (a) kuvvetlerinin ve (b) gerilmelerinin karşılaştırılması

Şekil 7. Numunelerin absorbe ettiği enerji miktarı ve karşılaştırılması

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, cam elyaf takviyeli polimer kompozit malzemeden darbe kırımlarına ait iki farklı numune hazırlanmıştır. Numune-1 geleneksel darbe kırımlarını, Numune-2 ise alternatif bir tasarımı temsil etmektedir. Hazırlanan numuneler yarı statik sıkıştırma testi ile incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçlar alternatif tasarımın geleneksel tasarıma oranla % 150,21 daha fazla maksimum kuvvet taşıdığını, % 56,37 daha fazla maksimum gerilme yüklenebildiğini ve % 755,38 daha fazla enerji absorbe edebildiğini göstermektedir. Ancak yeni tasarımın % 27,67 daha ağır olduğu ve % 62,5 daha fazla maliyete sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma tasarlanacak darbe kırımlarının mukavemet değerlerinin kırım içerisine yerleştirilecek donatılarla arttırılabileceğini göstermiştir. Bu durumda ağırlık ve maliyet yönünden oluşacak artışlarla ilgili bir ödünleşme yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Sonuç olarak optimum bir karar verebilmek için maksimum kuvvet, maksimum gerilme, enerji absorbe kabiliyeti, maliyet ve ağırlık gibi parametrelerin birlikte değerlendirilmesi uygundur.

KAYNAKLAR

- Basavaraju, D. H. (2005), Design and Analysis of A Composite Beam for Side Impact Protection of A Sedan, Master Thesis, Department of Mechanical Engineering, Wichita State University.
- Cheon, S. S., Lee, D. G., ve Jeong, K. S. (1997), Composite Side-Door Impact Beams for Passenger Cars, *Composite Structures*, 38(1-4), 229-239.

- Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı, (2021), *Trafik İstatistik Bülteni Ülke Geneli*, 15.11.2021 tarihinde Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı: <http://trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/04-Istatistik/Aylik/Ekim21.pdf>, adresinden alındı.
- Lim, T. S., ve Lee, D. G., (2002), Mechanically Fastened Composite Side-Door Impact Beams for Passenger Cars Designed for Shear-out Failure Modes, *Composite Structures*, 56, 211–221.
- Pawar, A. P., ve Mankar, S. H., (2013), Crashworthiness Evaluation of Low Weight Recyclable Intrusion Beam for Side Impact, *International Engineering Research Journal*, 1894-1898.
- Sharma, N., (2018), Comparison of Cross Sectional Profiles for Side Impact Crash Structure in Passenger Vehicle, Master Thesis, Master of Science in Mechanical Engineering, The University of Texas at Arlington.
- Sheshadri, A., (2006), Design and Analysis of A Composite Beam for Side-Impact Protection of Occupants in A Sedan, Master Thesis, Master of Science, Wichita State University.
- Su, D., (2008), Analysis of Glass Reinforced Side Impact Beams for Hybrid Electric Vehicle, Master Thesis, Department of Mechanical Engineering, Tshwane University of Technology.
- Şimşir, E., (2020), Taşıtlarda Kullanılan Polimer Matrisli Kompozit Yan Darbe Kirişlerinin Tasarımı ve Analizleri, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Veerawamy, K., ve VenkataSudheerBabu, V., (2016), Design and Analysis of A Composite Beam for Side Impact Protection of A Car Door, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(2), 464-469.
- Yang, Y., Wu, X., ve Hamada, H., (2013), Application of Fibre-reinforced Composites Beam As Energy Absorption Member in Vehicle, *International journal of crashworthiness*, 18(2), 103-109.

SAC SALINCAKLARDA ROTİL ÇIKMA KUVVETİNE ETKİ EDEN PARAMETRELERİN İNCELENMESİ VE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Mehmet Can Aslan

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
mehmetcan.aslan@hotmail.com / ORCID: 0000-0002-2501-6661

Melih Tuyan

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
melih.tuyan@teknorot.com / ORCID: 0000-0001-8474-2148

Özet

Sac salıncak; Aracın güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için süspansiyon sistemi içerisinde yer alan ve ayrıca amortisörleri içerisinde barındıran bir otomotiv süspansiyon parçasıdır. Sac salıncak temelde üç parçadan oluşmaktadır. Bunlar; sac gövde, rotil ve burç. Bu çalışmada salıncak gövdesi ve rotil arasında gerçekleşen montaj çeşitlerine ve bu çeşitlere göre çıkma yüklerindeki değişimleri incelenmiştir. Rotil ve sac salıncak birbirine sıkı geçme ile montajlanmaktadır, bunu göz önüne alarak beş farklı montaj yöntemi ile denemeler yapılmıştır. Çalışma kapsamında, sac gövdesinin sıvama kısmının boyu ve geometrisi değiştirilmiştir, rotil gövdesinin çakma çapı değiştirilmiştir, rotil gövdesinin malzemesi ve sertliği değiştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ile çıkma yüklerinde %60 bir iyileşme sağlanabilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rotil, Sac salıncak, Sıkı geçme, Rotil montaj prosesi

INVESTIGATION AND IMPROVEMENT OF THE PARAMETERS AFFECTING THE BALL JOINT PULL OUT FORCE IN SHEET METAL CONTROL ARM

Abstract

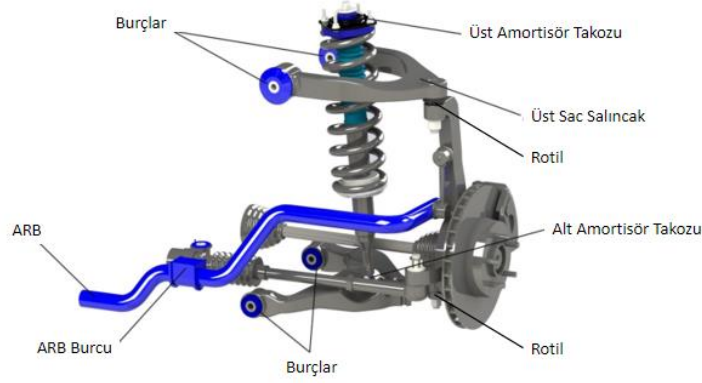
Sheet metal control arm; It is an automotive suspension part that is included in the suspension system and also contains shock absorbers so that the vehicle can be used safely. Control arm basically consists of three parts. These are sheet metal body, ball joint and bushing. In this study, assembly types between control arm and ball joint and the change in pull out force according to these types were investigated. Ball joint and control arm are assembly each other in shrink-fit. When consider to the process, five different assembly process has been tried. Within the study, sheet metal assembly hole's length and geometrie, housing of ball joint's diameter, material and hardness have been changed, last step assembly process has been modified. As a result of the studies carried out, 60% improvement was achieved in the ball joint pull out force.

Anahtar Kelimeler: Ball joint, Sheet metal control arm, Press-fit, Ball joint assembly process

1. GİRİŞ

Süspansiyon sistemi, araç şasesi ve tekerlekler arasında yer alan ve yay, amortisör, burç, çubuk, bağlantı ve kollardan oluşan bir mekanizmadır. Süspansiyon sistemi, hızlanma, frenleme, viraj alma, bozuk zeminde ilerleme gibi farklı çalışma şartlarında gerekli olan güvenliği ve konforu kullanıcıya sağlamalıdır. [3] Süspansiyon sisteminin önemli parçalarından bir tanesi de salıncak kollarıdır. Salıncaklar tekerlerin aşağı ve yukarı hareketine izin verirken diğer yönlerde hareketini kısıtlamaktadır. Salıncaklar temelde gövde, rotil ve burçlar olmak üzere üç ana komponentten oluşmaktadır. Yoldan gelen kuvvetler tekerden rotile, rotilden salıncak gövdesi üzerinden burçlara aktarılmaktadır. Tekerden gelen hareketlerin salıncığa aktarılabilmesi için mafsalı bir bağlantı olan rotil, yoldan gelen dinamik kuvvetleri karşılayabilecek bir gövde ve bu dinamik yükleri sönmüleyebilecek kauçuk burçlar kullanılmıştır. [2]

Aşağıda Şekil 1'de otomobillerin ön süspansiyon sisteminde kullanılan bir ön düzen sistemi gösterilmiştir.

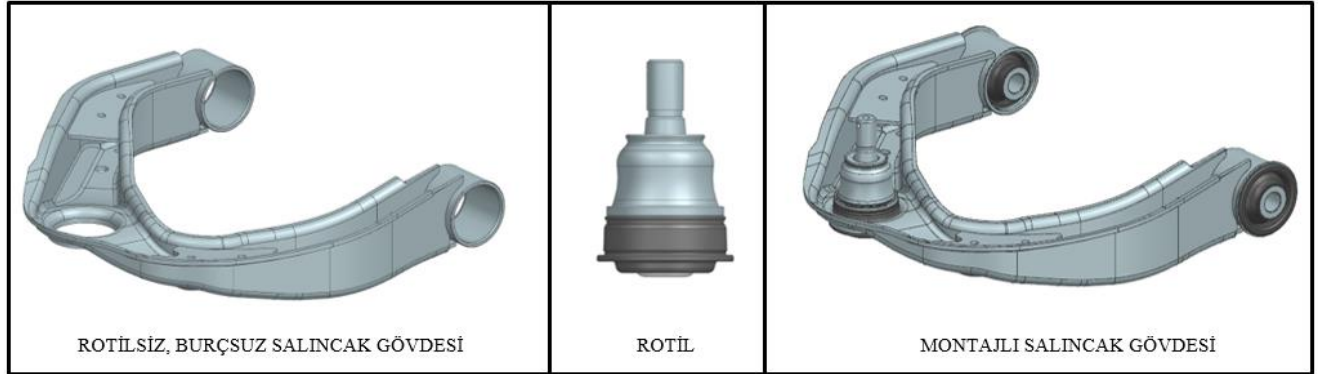


Şekil 4. Otomobil ön süspansiyon sistemi

Rotil salıncağa farklı bağlantı yöntemleri ile montajlanabilir. Bunlardan birisi sıkı geçmedir. Salıncak üzerinde bulunan sacın sıvanması ile oluşan bir kanala rotil gövdesi sıkı geçerek montajlanır (Şekil 2). Aracın emniyetli bir şekilde yolda ilerlemesi için rotil ve salıncak arasında sıkı geçme ile oluşan bağlantı, yoldan gelecek olan kuvvetler ile çözülmeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu çalışmada rotil çıkma yüklerini iyileştirme yöntemleri ve bu yüklere etki eden parametreler incelenmiştir.[5]

Rotil çıkma yükleri incelenirken aradaki bağlantının sıkı geçme olduğu göz önüne alınmıştır. Bu bağlamda sıkı geçme formülü ve kuralları incelenmiştir. Formül incelendiği zaman aşağıdaki hususların çıkma yükünü arttırabileceği anlaşılmıştır. [1]

- Sıkılık
- Yüzey sürtünmesi
- Yüzey alanı



Şekil 2. Sac salıncak ve rotil bağlantısı

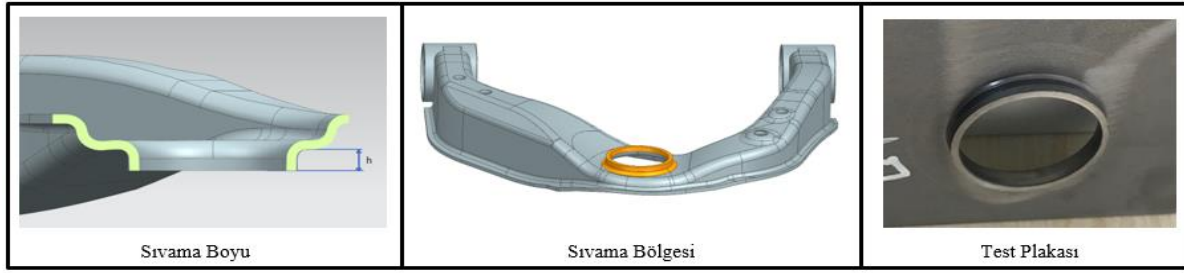
2. METOD ve TESTLER

Bu çalışmada yuvarlak gövdeli rotillerin sac salıncak ile olan bağlantısı incelenerek rotil çıkma yüklerinde iyileştirme yapılmıştır. Rotil ve salıncak sıvama yüzeyi arasında sıkı geçme bağlantısı bulunmaktadır. Sıkı geçmeyi etkileyen faktörler sıkılık, yüzey sürtünmesi ve yüzey alanıdır[4]. Yapılan bütün çalışmaların temel mantığında bu 3 parametre değiştirilerek farklı sonuçlar elde edilmiştir.

2.1. Sıvama Yüzey Alanının Arttırılması

2.1.1 Sıvama Boyunun Uzatılması

Sac salıncak sıvama yüzeyinin boyu uzatılarak numuneler hazırlanmıştır (Şekil 3). Sıvama boyu arttığı için rotil ve sac salıncak arasındaki yüzey alanı da artacaktır.



Şekil 3. Sac salıncak sıvama yüzeyi

Hazırlanan numuneler için bir deneme matrisi oluşturulmuştur (Tablo 1). Denemeler sırasında iki farklı sac malzeme ve üç farklı sıvama yüksekliği için kullanılmıştır.

Tablo 8. Sıvama boyunun uzatılması matrisi

Sıvama Boyu Çalışması İçin Parametreler			
	h	Sac Malzemesi	Rotil Gövdesi
1	7 mm	S355MC	SAE 1040
2	8 mm	S355MC	SAE 1040
3	9 mm	S355MC	SAE 1040
4	7 mm	DD13	SAE 1040
5	8 mm	DD13	SAE 1040
6	9 mm	DD13	SAE 1040

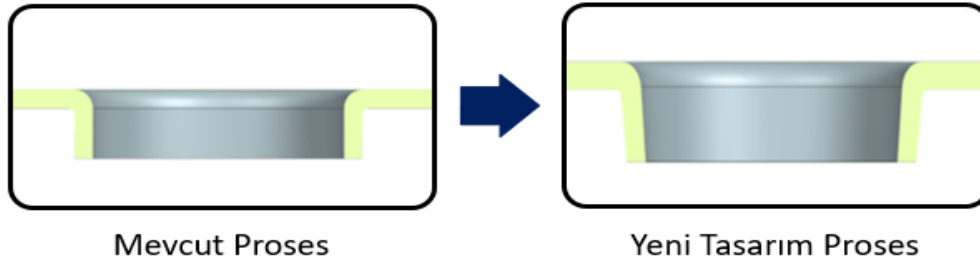
Hazırlanan sac parça numuneleri, seride kullanılan rotiller ile toplanılmıştır. Denemelerde iki değişken bulunmaktadır. Bunların dışındaki tüm girdiler sabittir. Rotil çakma işlemi hidrolik preslerde yapılmıştır. Deneme sonuçları deneme matrisine işlenerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çıkan sonuçlar bize sıvama boyu arttıkça yani sıvama yüzey alanı arttıkça rotill çıkma yüklerinin de arttığını göstermiştir.

Tablo 9. Sıvama boyu uzatma test sonuçları

Sıvama Boyu Çalışması İçin Parametreler						
Numune Numarası	Sıvama Boyu	Salıncak Sıvama Çapı (mm)	Rotil Çakma Çapı (mm)	Sıklık	Sac Malzemesi	Rotil Çıkma Test Sonucu (kN)
1	7 mm	45,85	Ø46,33	0,58	DD13	7,104
2	7 mm	45,86	Ø46,35	0,59	DD13	8,936
3	7 mm	45,85	Ø46,40	0,65	DD13	9,356
4	7 mm	45,82	Ø46,34	0,62	S355MC	9,492
5	7 mm	45,83	Ø46,40	0,67	S355MC	10,768
6	7 mm	45,84	Ø46,35	0,51	S355MC	9,498
7	8 mm	45,85	Ø46,36	0,51	DD13	9,836
8	8 mm	45,83	Ø46,34	0,51	DD13	9,678
9	8 mm	45,84	Ø46,34	0,5	DD13	10,302
10	8 mm	45,81	Ø46,37	0,56	S355MC	12,027
11	8 mm	45,89	Ø46,31	0,42	S355MC	13,330
12	8 mm	45,88	Ø46,38	0,5	S355MC	12,122
13	9 mm	45,84	Ø46,32	0,48	DD13	9,764
14	9 mm	45,86	Ø46,36	0,5	DD13	10,646
15	9 mm	45,89	Ø46,33	0,44	DD13	10,676
16	9 mm	45,82	Ø46,30	0,48	S355MC	13,365
17	9 mm	45,87	Ø46,34	0,47	S355MC	13,095
18	9 mm	45,86	Ø46,31	0,45	S355MC	12,032

2.1.2 Sıvama Bölgesinin Konik Yapılması

Sac salıncak sıvama yüzeyine iç konik verecek şekilde kalıplanması (Şekil 4) ile numune sac parçalar hazırlanmıştır.



Şekil 4. Sac salıncak sıvama yüzeyi

Bu denemede de tek sac kalitesi ve üç farklı konik açısı verilerek basılmış numuneler kullanılmıştır. Konik yüzey ile rotilin sac salıncağa çakıldıktan sonra dışa açma eğilimini kaldırmaktır. Tablo 3’de ki gibi deneme matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 10. Sıvama boyunun uzatılması matrisi

Konik Sıvama Çalışması İçin Parametreler				
Numune Numarası	Sıvama Boyu	Konik Açısı	Sac Kalınlığı	Sac Malzemesi
1	7 mm	5°	3 mm	S355MC
2	7 mm	7°	3 mm	S355MC
3	7 mm	10°	3 mm	S355MC

Hazırlanan numuneler ile yapılan testler sonucunda aşağıdaki tabloda gözüktüğü gibi sonuçlar elde edilmiştir. 5° konik açılı parçalarda iyileşme gözükmemektedir ancak 7° konik açısı başarılı sonuç vermemiştir. 10° konik açısındaki numuneler rotile montajlanamamıştır.

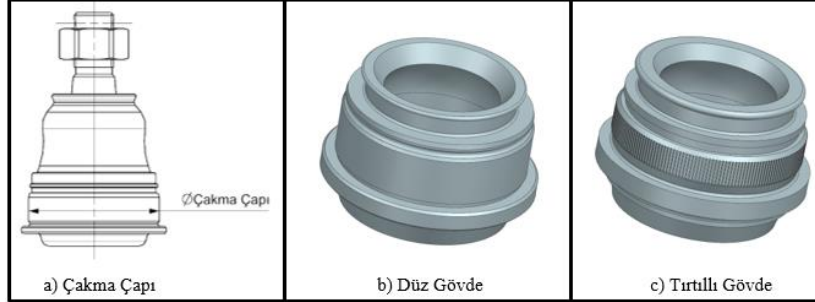
Tablo 11. Sıvama boyunun uzatılması test sonuçları

Konik Sıvama Çalışması İçin Parametreler							
Numune Numarası	Sıvama Boyu	Konik Açısı	Sac Kalınlığı	Sac Malzemesi	Ort. Çıkma Analiz Sonucu	Ort. Çıkma Test Sonucu	İyileşme Oranı
1	7 mm	5°	3 mm	S355MC	10,53 kN	11,121 kN	%37
2	7 mm	7°	3 mm	S355MC	8,76 kN	8,49 kN	%17
3	7 mm	10°	3 mm	S355MC	-		

2.2. Rotil Gövdesinde Yapılan Çalışmaları

2.2.1. Sıklık ve Sürtünme Katsayısı Değişikliği Çalışmaları

Rotil gövdesinin çıkma çapı (Şekil 5) değiştirilerek (farklı sıklık değerlerinde) ve çıkma yüzeyine tırtıl açılarak farklı denemeler yapıldı. Denemeler sırasında seride kullanılan sac gövdeleri test parçası olarak kullanılmıştır.



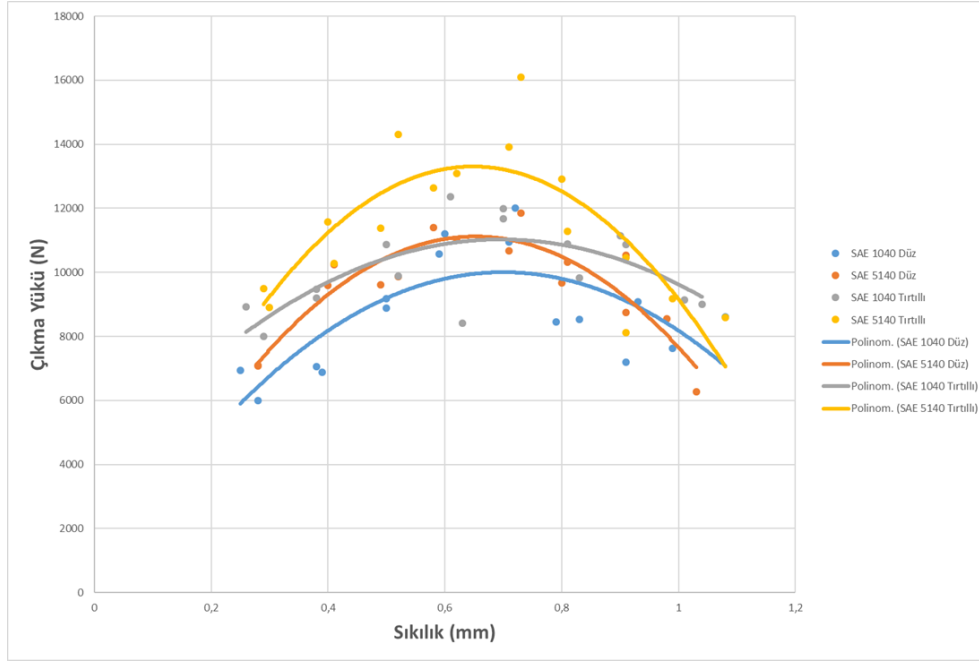
Şekil 5. a) Çıkma çapı, b) Düz gövde, c) Tırtıllı gövde

Rotil gövdeleri için bir deneme matrisi oluşturuldu ve bu matris doğrultusunda çalışmalar yapıldı (Tablo 5).

Tablo 5. Rotil sıklık deneme matrisi

Düz				Tırtıllı			
SAE 1040		SAE 5140		SAE 1040		SAE 5140	
Sıklık	Çıkma Yüğü (N)	Sıklık	Çıkma Yüğü (N)	Sıklık	Çıkma Yüğü (N)	Sıklık	Çıkma Yüğü (N)
0,25	6932	0,28	7102	0,26	8932	0,3	8902
0,28	6002	0,28	7087	0,29	8002	0,29	9487
0,38	7057	0,4	9591	0,38	9484	0,4	11577
0,39	6875	0,41	10232	0,38	9201	0,41	10281
0,5	8893	0,49	9621	0,5	10876	0,49	11381
0,5	9173	0,52	9873	0,52	9885	0,52	14314
0,59	10584	0,58	11396	0,61	12355	0,58	12628
0,6	11201	0,62	11011	0,63	8411	0,62	13088
0,71	10946	0,71	10663	0,7	11682	0,71	13924
0,72	12001	0,73	11846	0,7	11991	0,73	16102
0,79	8461	0,8	9663	0,81	10896	0,8	12914
0,83	8537	0,81	10317	0,83	9834	0,81	11276
0,91	7203	0,91	8748	0,9	11137	0,91	10458
0,93	9082	0,91	10532	0,91	10863	0,91	8123
0,99	7629	0,98	8558	1,01	9132	0,99	9173
1,08	8612	1,03	6271	1,04	9005	1,08	8589

Rotil gövdeleri CNC tornalarda işlenerek rotul montaj aşamasına geçildi. Toplanan rotiller uygun aparat kullanılarak sac salıncaklara montajlandı. Montajların aynı vardiya ve aynı operatör tarafından yapılmasına dikkat edilmiştir. Yapılan testler sonucunda rotul çıkma yüklerinin sıklık ile olan bağlantısını daha iyi analiz edebilmek için çıkma yükü-sıklık grafiği çizilmiştir. (Şekil 6)



Şekil 6. Çıkma yükü-sıklık grafiği

Yapılan testler sonucunda 0,6 ile 0,8 arasındaki sıklık değerlerinin rotıl çıkma prosesi için en ideal sıklık olduğu görüldü. SAE 5140 malzeme ve tırtıllı gövdeler her zaman en yüksek çıkma değerlerini vermiştir.

2.2.2. Rotil Gövdesine Yapılan Isıl İşlem Çalışmaları

Rotil gövdesi sertliğinin artması salıncak ve rotıl arasındaki sürtünme katsayısını arttıracaktır. Bu bağlamda rotıl gövdelerine ısıl işlem uygulanarak denemeler yapıldı. SAE 1040 malzemelerin sertlikleri 160 HB'den ısıl işlem ile birlikte 235 HB civarlarına çıkartıldı. Standart operasyonlar ile önce rotiller toplandı ve salıncığa montajı yapıldı. Numunelerin test sonuçları Tablo 6'da gösterildiği gibi elde edildi.

Tablo 6. Isıl işlemlenmiş gövdelerin çıkma testi sonuçları

Rotil Çıkma Sıklığı, (mm)	Rotil Gövde Tipi	Gövde Malzemesi	Isıl İşlem Öncesi Sertlik (HB)	Sertlik (HB)	Isıl işlemlenmiş Gövdenin Rotil Çıkma Kuvveti, (kN)	Rotil Çıkma Kuvveti, (kN)	Ort. Rotil Çıkma Kuvveti, (kN)	İyileştirme Oranı
0,51	Tırtılsız	SAE 1040	160 HB – 165 HB	235 HB – 245 HB	Ort. 9 kN	12,91	12,33	%27
0,47	Tırtılsız	SAE 1040	160 HB – 165 HB	235 HB – 245 HB	Ort. 9 kN	11,76		
0,54	Tırtıllı	SAE 1040	160 HB – 165 HB	235 HB – 245 HB	Ort. 9,5 kN	12,07	13,14	%27
0,40	Tırtıllı	SAE 1040	160 HB – 165 HB	235 HB – 245 HB	Ort. 9,5 kN	14,22		
0,59	Tırtıllı	SAE 1040	160 HB – 165 HB	235 HB – 245 HB	Ort. 9,5 kN	13,15		

Rotil gövdesinin sertliğini arttırmak rotıl çıkma yüklerinde iyi kabul edilebilecek miktarda iyileştirme yapmaktadır.

3. SONUÇ

Yapılan bütün çalışmalar sonucunda aşağıdaki gibi bir ana sonuç matrisi oluşturulmuştur. Bu matris sonuçların karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır ve yapılan denemelere genel bir bakış imkânı sunmaktadır. Yapılan çalışmalar rotıl çıkma yüklerinde yaşanan sıkıntıların çözümü ve genel tasarım prensiplerinin benimsenmesi için yol gösterici bir el kitabı niteliğindedir. Genel değerlendirme yapılacak olursa;

- Yeni yapılacak yuvarlak rotilli-sıkı geçme salıncak ürünlerinde genel sıklık aralığı 0,6 ile 0,8 arasında olması çıkma yüklerinin maksimum seviyede olmasını sağlayacaktır.
- Rotil gövdesinin SAE 5140 ve tırtıllı olması rotıl çıkma yüklerini arttıracaktır.
- Rotil gövdesinin sertliği arttıkça rotıl çıkma yükü artacaktır. SAE1040 yumuşak malzeme yerine daha sert SAE 5140 malzeme ve ısıl işlem ile sertleştirilmiş SAE1040 malzemenin çıkma yüklerinin iyileşmesi bunu göstermektedir. Sertleştirme işleminde dikkat edilmesi gereken konu, rotil gövdesinin çok sertleştirilmesi durumunda tokluğu artacağı ve kırılğan bir yapıya geleceğidir.
- Yüzey alanını farklı yöntemler ile arttırmak rotıl çıkma yüklerinde iyileşme sağlayacaktır.

Bütün yapılan çalışmaların rotıl çıkma yüklerine belirli oranlarda iyileşme etkisi bulunmaktadır. Üretim koşullarında değerlendirmeler yapılarak en uygun ve maliyeti uygun olan yöntem seçilerek uygulanabilir.

Tablo 7. Genel değerlendirme matrisi

İş Paketi	Proses Girdileri			Ort. Rotil Çıkma Yüğü	Ortalama İyileşme Oranı
	Başlangıç Sivama Boyu	Uzatma Miktarı	Sac Malzemesi		
Sac Sivama Boyu	9 mm	2 mm	ERD 4936	Çıkma Yüğü Sonucu Min. 12,03 kN Max. 13,36 kN	%44
	Başlangıç Çapı	Koniklik Açısı		11,12 kN	
Sac Delik Geometrisi Değişikliği	45,9 mm	5°			%37
	Rotil Sıklığı	Çıkma Çapı/Sıklık	Gövde Formu	Rotil Gövde Malzemesi	
min 0,5 max 0,7		Tırtıllı	SAE 5140	%53	
Isıl İşlem	Sertlik (HB)	Gövde Formu	Rotil Gövde Malzemesi		Çıkma Yüğü Sonucu Min. 11,38 kN Max. 14,22 kN
	235 HB – 245 HB	Tırtıllı	SAE 1040	%45	

KAYNAKÇA

- [1] Budynas, R.G., Nisbett, J.K., (2006), *Shigley's Mechanical Engineering Design*, New York: McGraw-Hill
- [2] Crouse, W. H., Anglin, D.L., (1992), *Automotive Brakes, Suspension and Steering*, New York: Macmillan/McGrawHill
- [3] PUTGÜL Y., ALTIPARMAK D. (2016), *Taşıt Süspansiyon Sistemi Çeşitleri ve Ön Düzen Geometrisine Etkileri*, Ankara: Politeknik Dergisi
- [4] Rende, H., Güven. F., (2015), Sıkı Geçme Bağlantılarında Malzemeye Bağlı Pürüzlülüğü Kayıp Katsayısının Belirlenmesi, *Mühendis ve Makine*, 56(66), 46-52
- [5] Rutçi, A., Eren, F.S., (2018) *Investigation of Suspension Ball Joint Pull Out Force Based on FEA Method and Experimental Study*, Alanya: ISITES

APPLICATION OF RANDOM-BASED STEP LENGTH SELECTION ALGORITHM ON UNCONSTRAINED MINIMIZATION WITH STEEPEST DESCENT METHOD

Kadir KIRAN^{1,2}

¹Suleyman Demirel University, School of Civil Aviation, Department of Airframe and Power Plant Maintenance, Isparta, Turkey

²Suleyman Demirel University, Innovative Technologies Application and Research Center, Design and Manufacturing Technologies Research Laboratory, Isparta, Turkey
kadirkiran@sdu.edu.tr , ORCID: 0000-0002-6109-435X

Abstract

In iterative unconstrained optimization, not only search direction but also step length have a great importance for the success and the performance of the method being used. The computation of the step length is actually a one-dimensional minimization problem and finding one of exact local minimizers of this problem brings high computational cost. To reduce this cost, in this paper, a random-based step length selection algorithm for the steepest descent (SD) method is proposed. The algorithm basically selects the step length, which ensures that the next function value is lower than the current one, from three randomly generated step lengths between 10^{-4} and 10^0 . The performance evaluation of the proposed algorithm is completed on the minimization of eleven two-dimensional test functions that have smooth and nonsmooth properties. For the performance measure, the total number of function evaluations, when converge occurs, are considered. The results have shown that the random-based step length selection algorithm is quite successful and provides much lower number of function evaluations to converge on most of the test functions compared to the exact local minimizer.

Keywords: Steepest descent, Step length, Line search, Optimization

1. INTRODUCTION

The steepest decent method is a practical and an easy to apply unconstrained optimization procedure. It is invented by Cauchy (1847) and the method uses negative gradient of the function in question to be a search direction. To control amount of the movement to the next point along this direction, a step length is employed. Generally speaking, for any optimization method, which uses line search procedure, the computation of the step length is actually a one-dimensional problem. It is pretty costly to compute one of exact local minimizers for this problem, which result in slow converge to the minimum. To overcome this issue and improve the SD method performance, the remarkable efforts have been completed in the literature. Barzilai and Borwein (1988), for instance, presented two-point step sizes for the SD method and they reported that the proposed algorithms provide less computation cost. By combining two methods (i.e., Cauchy and Barzilai-Borwein methods), Raydan and Svaiter (2002) developed the Cauchy-Barzilai-Borwein method for the choice of step length in optimization with the SD method. They obtained a superior performance with this method compared to Barzilai-Borwein and random Cauchy methods. Another attempt to efficiently compute the step length was carried out by Dai (2003). In this attempt, an alternate step length computation algorithm was proposed. According to the algorithm, step length is computed using Cauchy method at odd iterations while the Barzilai-Borwein is employed at even iterations. This switching process considerably improved SD method performance. Besides this study, Dai and Yuan (2003) presented an alternate minimization method that provides the step length minimizing the function value and norm of gradient. On the other hand, a Newton-like exact line search procedure was revealed by Wen et al. (2012) for the SD method. The authors performed a comparison between the proposed procedure and the well-known step length computation methods, and they achieved better performance with this new procedure. Different than the above studies, Moir (2021) considered the SD optimization as a control system. By doing so, the author used adaptive step size to reduce error in the control system. Another interesting study was completed by Kalousek (2017). In the study, the author proposes to use randomly generated step lengths in the SD method. Inspiring from this study, a random-based step length selection algorithm is developed in the current paper. Simply, the proposed algorithm selects step length, which provides lower function value than the current one, from three randomly generated steps lengths. From here on out, this paper is organized as follows: Section 2

covers the SD method. Section 3 describes the proposed algorithm. Section 4 includes test functions. In section 5, results and discussion are provided. Finally, Section 6 summaries and concludes the paper.

2. STEEPEST DESCENT METHOD

The steepest descent method, which was developed by Cauchy (1847), might be considered as a fundamental optimization method. It searches the point that gives function minimum value along with the opposite direction of the function gradient. This statement is mathematically:

$$x_{q+1} = x_q - \alpha \nabla f(x_q) \quad (1)$$

where $x_q, x_{q+1}, \alpha > 0$ and $\nabla f(x_q)$ are the current and next points, step length at the q . iteration and the function gradient at the current point, respectively. Generally speaking, Eq. (1) is also referred to as a line search because the next point is estimated on a line created by $\alpha \nabla f(x_q)$. This line search continues until the converge term (Griva et al. 2009) is satisfies which, in this study, is:

$$\frac{\|\nabla f(x_{q+1})\|_2}{1 + |f(x_{q+1})|} \leq 10^{-4} \quad (2)$$

On the other hand, the step length α is has a critical importance for success and performance of the SD method. Its computation is actually a one-dimensional minimization problem as follows:

$$\text{minimize}_{\alpha > 0} g(\alpha) \equiv f(x_q - \alpha \nabla f(x_q)) \quad (3)$$

In this study, one of the exact local minimizers of the $g(\alpha)$ is numerically found using function gradient. Besides, a random-based algorithm, which is described in next section, is proposed to reduce computational expense. It is also noteworthy that the function gradient is calculated with the finite difference method.

3. PROPOSED ALGORITHM

The proposed algorithm bases on the random generation of the step lengths for each iteration. To do that, first, three random step lengths between $\alpha_{min} = 10^{-4}$ and $\alpha_{max} = 10^0$ are generated with a uniform distribution. Second, the function values (i.e., $f(x_q - \alpha_r \nabla f(x_q))$) for these step lengths are computed. In third, the step length (i.e., α_s) that gives minimum function value among them is determined and the minimum function value is compared with the current function value (i.e., $f(x_q)$) whether it is less than $f(x_q)$ or not. If so, the step length (i.e., α) for the line search is then set as α_s . If not so, new random step lengths are created and the same procedure is repeated until reaching defined number of iterations (i.e., N). As a safeguard of this algorithm, we set the α equal to the α_{min} if the algorithm can not find any random step length satisfying required condition within the defined N . As a convenience to reader, a pseudocode for this procedure is given in Algorithm 1.

Algorithm 1 Random-based step length selection

```

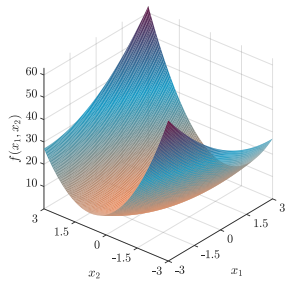
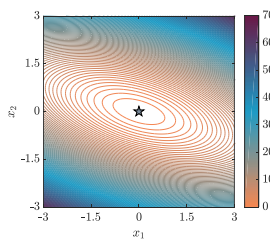
1:  function RandomStepLength( $x_q, f, \nabla f(x_q)$ )
2:      define minimum step length  $\alpha_{min} = 10^{-4}$ 
3:      define maximum step length  $\alpha_{max} = 10^0$ 
4:      define number of iterations  $N = 100$ 
5:      for  $q \leftarrow 1$  to  $N$  do
6:          calculate 3 random step lengths:  $\alpha_r = (\alpha_{max} - \alpha_{min}) * rand(1,3) +$ 
            $\alpha_{min}$ 
7:          find the step length giving smallest function value:  $\alpha_s =$ 
            $argmin f(x_q - \alpha_r \nabla f(x_q))$ 
8:          if  $f(x_q - \alpha_s \nabla f(x_q)) \leq f(x_q)$  then
9:               $\alpha = \alpha_s$ 
10:             break
11:          end if
12:          check number of iterations:
13:          if  $q \geq N$  then
14:               $\alpha = \alpha_{min}$ 
15:              break
16:          end if
17:      end for
18:  end function

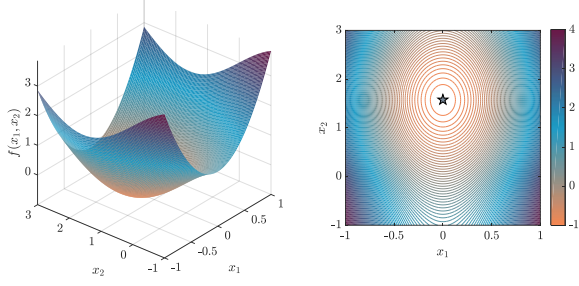
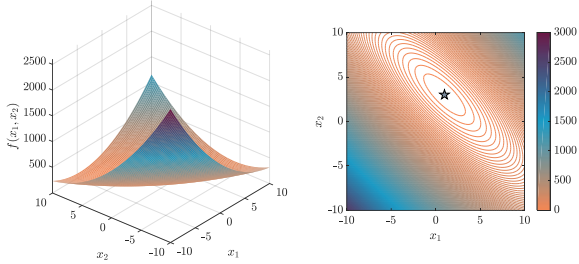
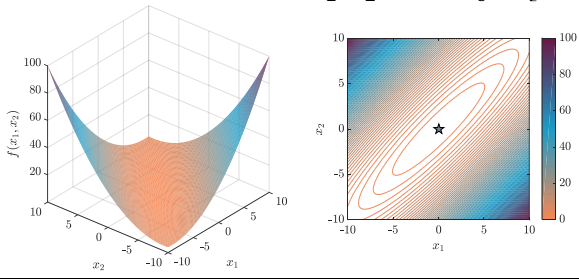
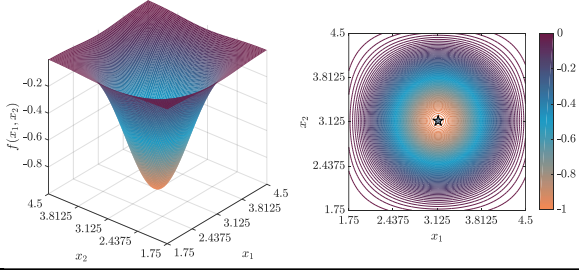
```

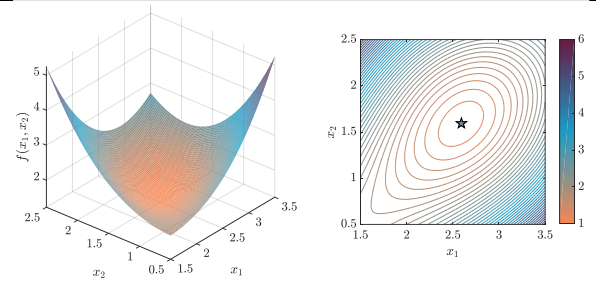
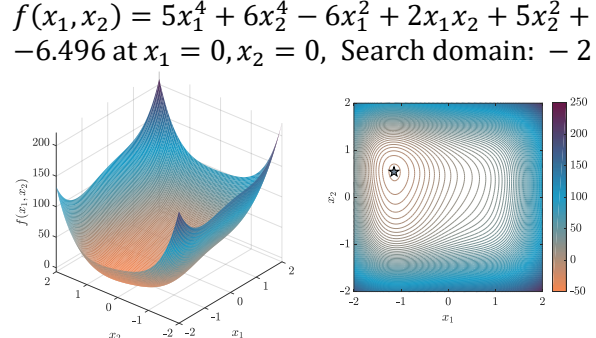
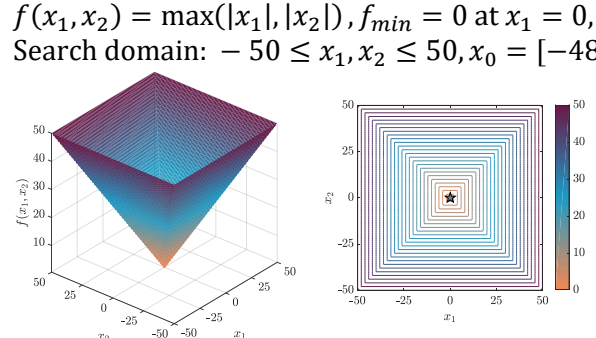
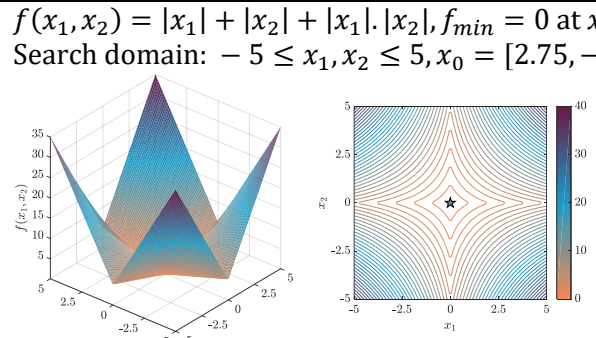
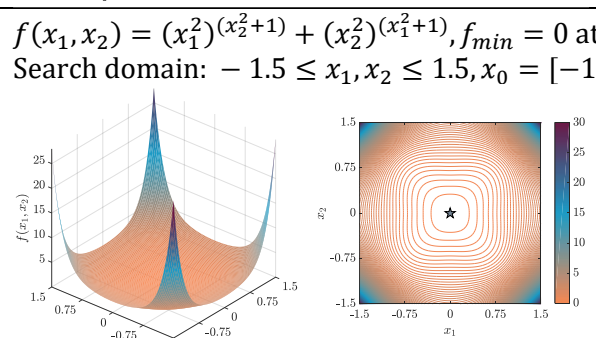
4. TEST FUNCTIONS

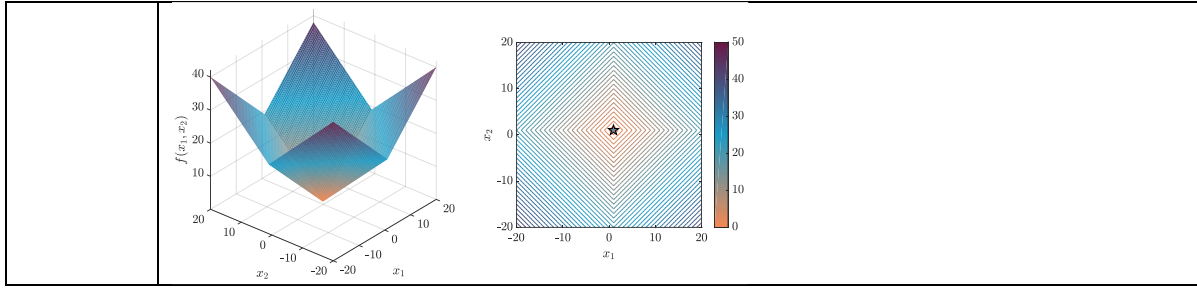
For performance evaluation of the proposed algorithm, the eleven two-dimensional test functions (Andrei, 2008; Jamil and Yang, 2013; Raeesi et al., 2020; Salonga et al., 2019), which are smooth and non-smooth, are used. Table 1. shows their mathematical descriptions, coordinates of the minimum points and corresponding function values, search domains, initial points for starting the search and plots.

Table 1. Test functions

Function Number	Function
1	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + 4x_2^2 + 2x_1x_2, f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0,$ Search domain: $-3 \leq x_1, x_2 \leq 3, x_0 = [-3, -3]^T$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>

<p>2</p>	<p>$f(x_1, x_2) = 3x_1^2 - \sin(x_2)$, $f_{min} = -1$ at $x_1 = 0, x_2 = 1.5$, Search domain: $-1 \leq x_1 \leq 1, -1 \leq x_2 \leq 3, x_0 = [0.9, -0.2]^T$</p> 
<p>3</p>	<p>$f(x_1, x_2) = (x_1 + 2x_2 - 7)^2 + (2x_1 + x_2 - 5)^2$ (Booth), $f_{min} = 0$ at $x_1 = 1, x_2 = 3$, Search domain: $-10 \leq x_1, x_2 \leq 10, x_0 = [-9.5, 9.5]^T$</p> 
<p>4</p>	<p>$f(x_1, x_2) = 0.26(x_1^2 + x_2^2) - 0.48x_1x_2$ (Matyas), $f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$, Search domain: $-10 \leq x_1, x_2 \leq 10, x_0 = [-8, -9.5]^T$</p> 
<p>5</p>	<p>$f(x_1, x_2) = -\cos(x_1) \cos(x_2) \exp(-((x_1 - \pi)^2 + (x_2 - \pi)^2))$ (Easom), $f_{min} = -1$ at $x_1 = \pi, x_2 = \pi$, Search domain: $1.75 \leq x_1, x_2 \leq 4.5, x_0 = [1.9, 4.35]^T$</p> 
<p>6</p>	<p>$f(x_1, x_2) = \sin(x_1 + x_2) + (x_1 - x_2)^2 - 1.5x_1 + 2.5x_2 + 1$ (McCormack), $f_{min} = -1.9133$ at $x_1 = -0.54719, x_2 = -1.54719$, Search domain: $1.5 \leq x_1 \leq 3.5, 0.5 \leq x_2 \leq 2.5, x_0 = [1.6, 2.4]^T$</p>

	
7	<p>$f(x_1, x_2) = 5x_1^4 + 6x_2^4 - 6x_1^2 + 2x_1x_2 + 5x_2^2 + 15x_1 - 7x_2 + 13, f_{min} = -6.496$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$, Search domain: $-2 \leq x_1, x_2 \leq 2, x_0 = [1.9, -1.9]^T$</p> 
8	<p>$f(x_1, x_2) = \max(x_1 , x_2), f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$, Search domain: $-50 \leq x_1, x_2 \leq 50, x_0 = [-48, 43]^T$</p> 
9	<p>$f(x_1, x_2) = x_1 + x_2 + x_1 \cdot x_2 , f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$, Search domain: $-5 \leq x_1, x_2 \leq 5, x_0 = [2.75, -5]^T$</p> 
10	<p>$f(x_1, x_2) = (x_1^2)(x_2^2+1) + (x_2^2)(x_1^2+1), f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$, Search domain: $-1.5 \leq x_1, x_2 \leq 1.5, x_0 = [-1.5, 1.25]^T$</p> 
11	<p>$f(x_1, x_2) = x_1 - 1 + x_2 - 1 , f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$, Search domain: $-20 \leq x_1, x_2 \leq 20, x_0 = [-8, 20]^T$</p>



5. RESULTS AND DISCUSSION

The minimization process is completed using the SD method along with random-based step length selection algorithm for all the test functions. To be able to provide a comparison between the proposed algorithm and the exact local minimizer, the minimization process is also completed using exact local minimizer. During these processes, the point, function and function gradient values are kept track at every iteration. As an example, for function 6, these outcomes versus iteration are illustrated in Figures 1. In addition, for a performance evaluation, the number of function evaluations at each iteration are computed and the algorithm outcomes are also plotted corresponding to the number of function evaluations (Nfe) at each iteration, as shown in Figure 2.

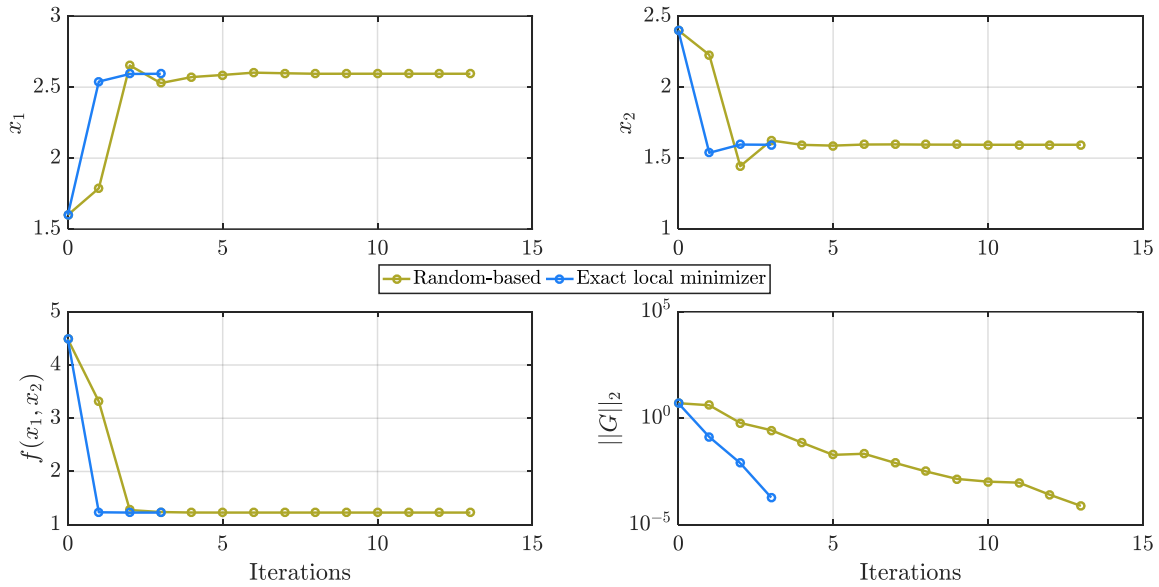


Figure 1. Minimization progress for function 6: Results versus iterations

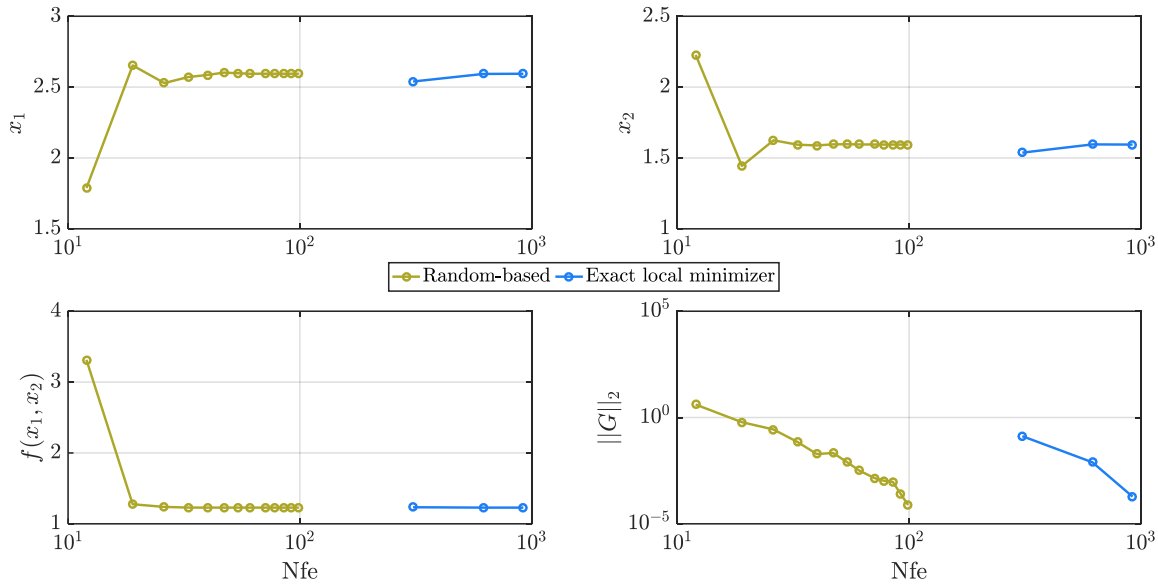


Figure 2. Minimization progress for function 6: Results versus number of function evaluations

As can be observed from Figure 1, SD method with both step length computation techniques successfully found the function minimum point with the defined converge term. However, the SD method with the exact local minimizer completes the search with 3 iterations whereas the random-based algorithm requires 13 iterations. At first glance, this might seem superiority of the exact local minimizer, but the amount of work to compute the corresponding step length at each iteration are quite high compared to random-based algorithm. This fact can be clearly seen from Figure 2. In other words, the random-based step length selection algorithm requires higher number of iterations to converge, but lower number of function evaluations compared to exact local minimizer. More specifically, for the function 6, the random-based algorithm totally evaluates the function 77 times while this is 921 for the exact local minimizer. The high number of function evaluations in the exact local minimizer are due to need of function gradient calculations for numerically finding one of the exact local minimizers of the $g(\alpha)$. However, for the random-based algorithm, it is not necessary to calculate function gradient (see Algorithm 1). Therefore, this new algorithm outperforms the exact local minimizer. As a convenience to reader, the step lengths computed via both methods are also compared in Figure 3(a), and Figure 3(b) shows the corresponding number of function evaluations at each iteration.

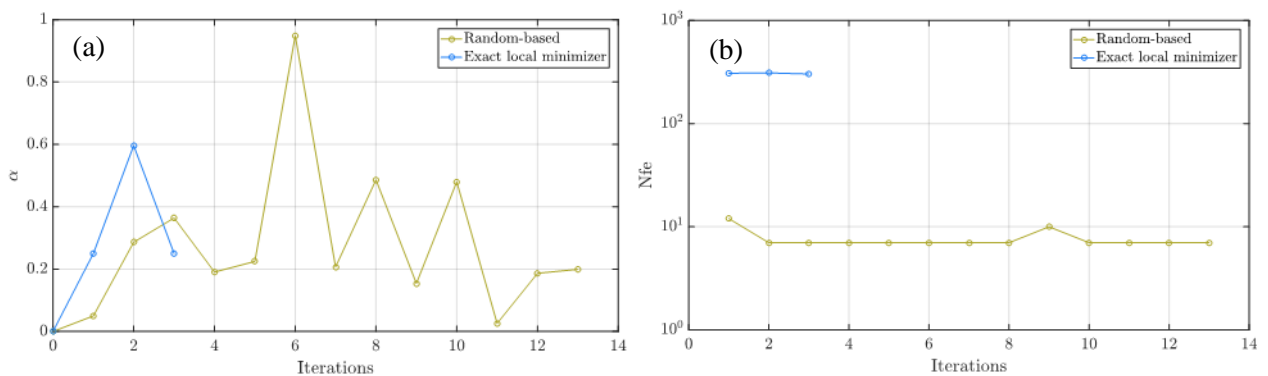


Figure 3. Comparison of calculated step lengths for each iteration

The reader may also note that the random-based algorithm is run 100 times and the mean values of number of iterations and of function evaluations are reported here because, as expected, the generated random step lengths vary at each iteration, which in turn variation in number of iteration (see Figure 4(a)) and function evaluations (see Figure 4(b)). This fact also leads to different search paths for every run, as shown in Figure 5.

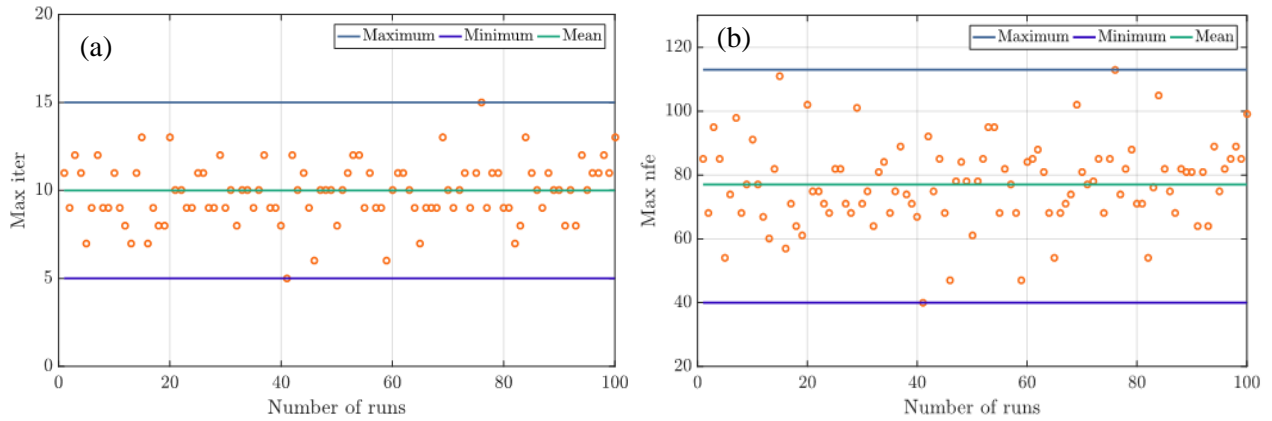


Figure 4. Variation of (a) number of iterations and (b) function evaluations in random-based algorithm

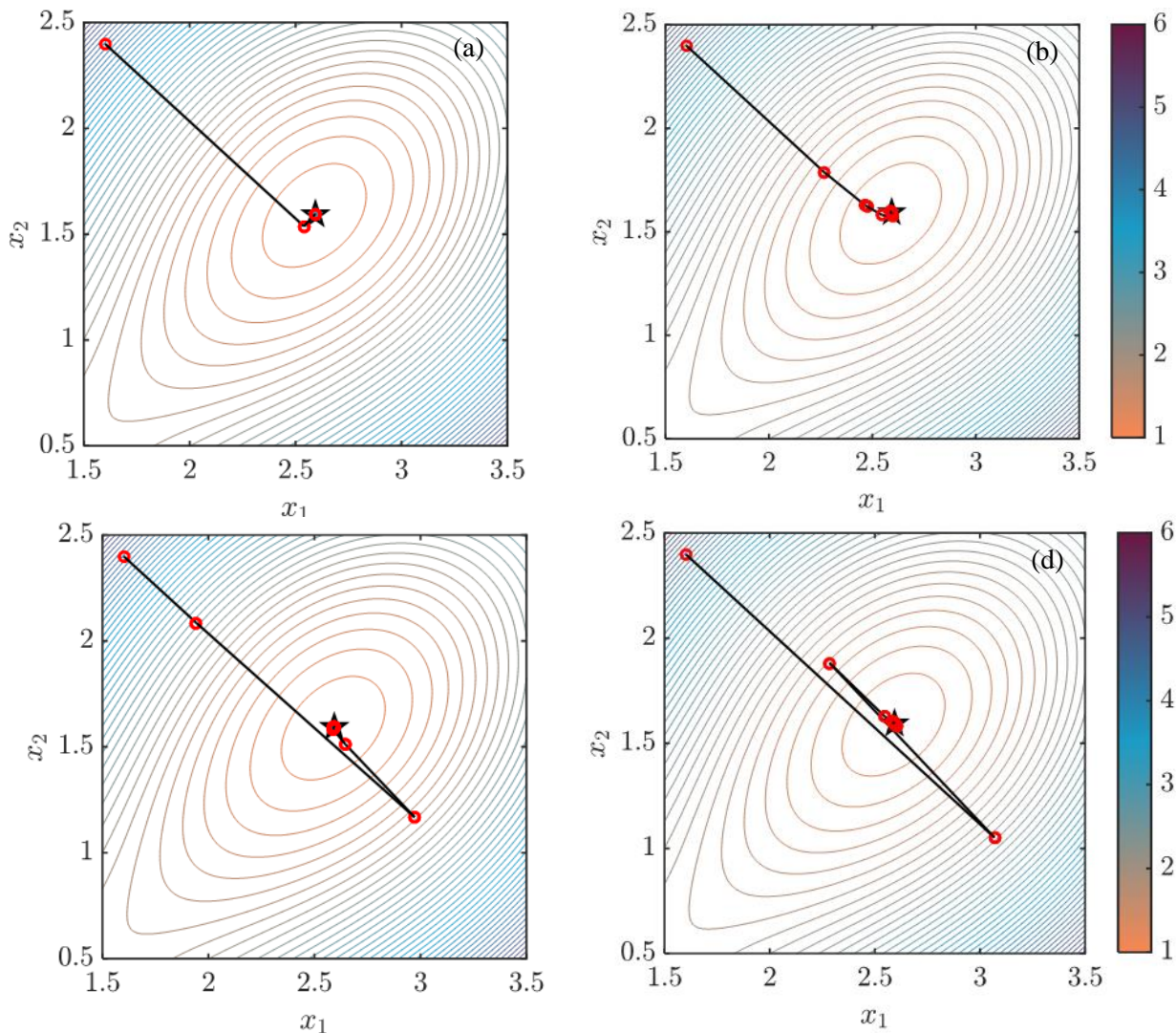


Figure 5. Search paths (Black lines): (a) Exact local minimizer (b) Random-based algorithm run-1 (c) Random-based algorithm run-2 (d) Random-based algorithm run-3

The same procedure reported so far is completed for all the test functions and the maximum number of iterations and the total number of function evaluations for all the test functions are comparatively indicated in Figures 6 and 7, respectively. As can be seen from Figure 6, using the exact local minimizer provides lower number of iterations in all the test functions. However, by looking at Figure 7, it requires

higher number of function evaluations in 9 test functions out of 11 compared to random-based algorithm. As mentioned before, the function gradient computation, which is mandatory, brings high cost on the exact local minimizer. For the proposed random-based algorithm, we could state that it is a function gradient-free algorithm. Therefore, its performance is much better than the exact local minimizer.

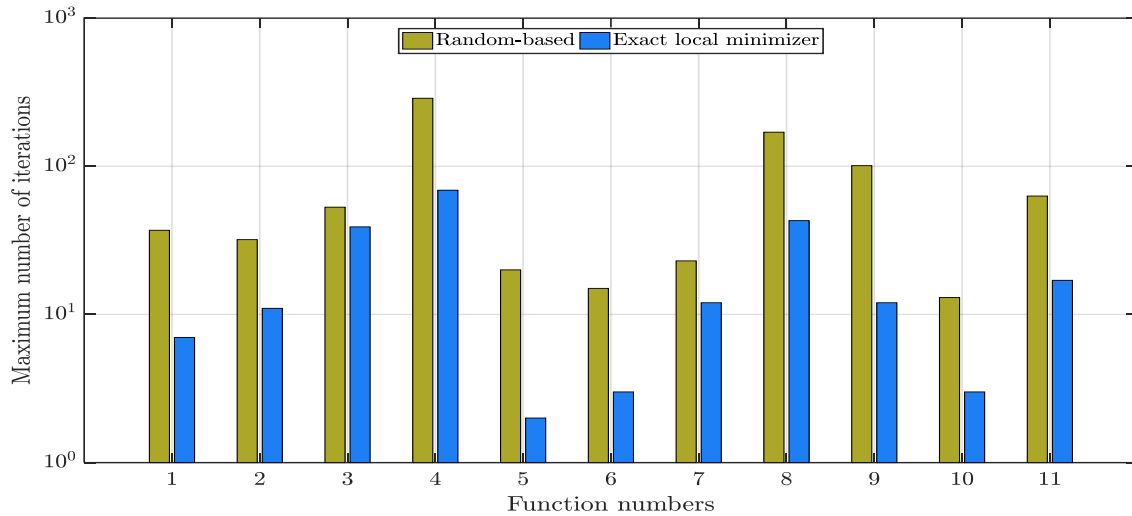


Figure 6. Maximum number of iterations for all functions

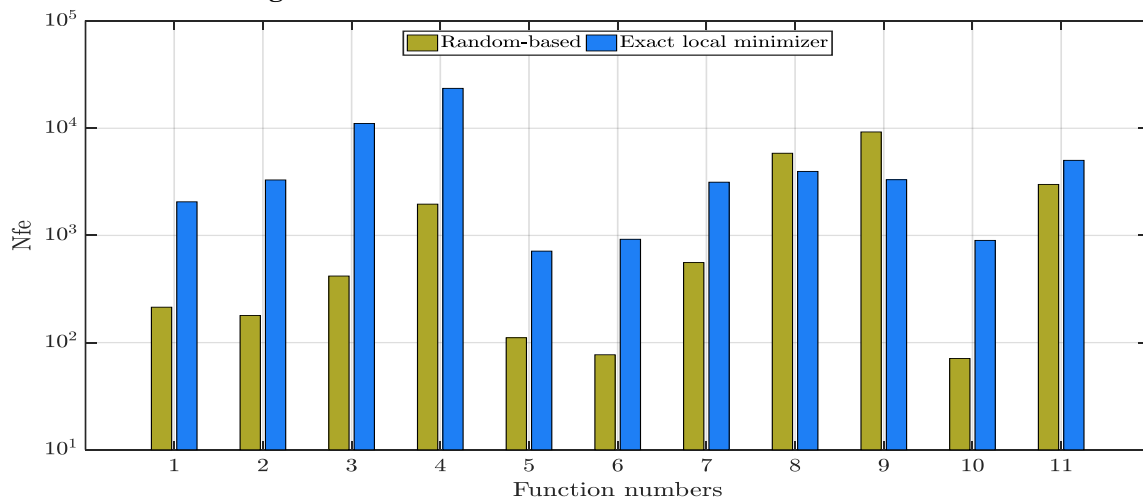


Figure 7. Total number of function evaluations for all functions

6. CONCLUSION

This paper was presented a random-based algorithm to select the step length for the minimization of functions using SD method. The eleven two-dimensional test functions were used to evaluate performance of the proposed algorithm. For the performance evaluations, the total number of function evaluations, when the converge term is satisfied, were considered. The results have shown that the proposed random-based step length selection algorithm exhibits much better performance in the most of test functions compared to exact local minimizer due to its function gradient computation-free property. These primary results show us that the proposed algorithm has a great potential for optimization algorithms. Thus, for a future study, we evaluate its performance in different applications such as curve fitting, geometry fitting etc.

REFERENCES

- Andrei, N., 2008. An unconstrained optimization test functions collection. *Adv. Model. Optim*, 10(1), 147-161.
- Barzilai, J. and Borwein, J.M., 1988. Two-point step size gradient methods. *IMA Journal of Numerical Analysis*, 8(1), 141-148.
- Cauchy A., 1847. Methode generale pour la resolution des systemes d'equations simultanees. *Comp. Rend. Sci. Paris*, 25(2), 536-538.

- Dai, Y.H., 2003. Alternate step gradient method. *Optimization*, 52(4-5), 395-415.
- Dai, Y.H. and Yuan, Y.X., 2003. Alternate minimization gradient method. *IMA Journal of Numerical Analysis*, 23(3), 377-393.
- Griva, I., Nash, S.G. and Sofer, A., 2009. *Linear and nonlinear optimization*. Vol. 108, Siam.
- Jamil, M. and Yang, X.S., 2013. A literature survey of benchmark functions for global optimisation problems. *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, 4(2), 150-194.
- Kalousek, Z., 2017. Steepest descent method with random step lengths. *Foundations of Computational Mathematics*, 17(2), 359-422.
- Moir, T.J., 2021. An adaptive stepsize plus integral controller for improvement to the steepest descent algorithm. *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, 35(11), 2194-2213.
- Raydan, M. and Svaiter, B.F., 2002. Relaxed steepest descent and Cauchy-Barzilai-Borwein method. *Computational Optimization and Applications*, 21(2), 155-167.
- Raesi, F., Azar, B.F., Veladi, H. and Talatahari, S., 2020. An inverse TSK model of MR damper for vibration control of nonlinear structures using an improved grasshopper optimization algorithm. *Structures*, 26, 406-416.
- Salonga, P.K., Inaudito, J.M. and Mendoza, R., 2019. An unconstrained minimization technique using successive implementations of Golden Search algorithm. *AIP Conference Proceedings*, 2192(1), 060018.
- Wen, G.K., Mamat, M., Mohd, I.B. and Dasril, Y., 2012. A novel of step size selection procedures for steepest descent method. *Applied Mathematical Sciences*, 6(51), 2507-2518.

YAPRAK ROTİLLERİN BAĞLANTI DELİKLERİNİN DELME İŞLEMİNİN İNCELENMESİ VE İYİLEŞTİRİLMESİ

Soner Öner

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş
ssoneroner@gmail.com ORCID: 0000-0003-2084-2048

Özet

Bu çalışmada, sıcak dövme işlemi ile üretilen yaprak rotil iş parçalarının bağlantı deliklerinin delinmesi ele alınmıştır. Yaprak rotil araçta salıncak kolu ve akson arasında bulunan mafsalı bağlantısı sayesinde teker ile şasi arasındaki hareketlerin iletilmesini sağlayan parçadır. Sıcak dövme metodu ile üretilmesini takiben kumlama, taşlama işlemlerinden sonra salıncak kısmına bağlanması için gerekli olan bağlantı deliklerinin delinmesi operasyonu gelmektedir. Bu operasyon eksantrik preslerde açık kalıpta yapılmaktadır. Operasyon esnasında kalıbın ön kısmının kapalı olması, delici zımbaların kırılması ile yaşanabilecek kazaları önleyici bir faktör olduğu saptanmıştır. İş sağlığı ve güvenliği açısından incelendiğinde geleneksel delil delme metodu parçanın operatörün eli ile tutularak delinmesi şeklinde ilerlerken, yeni metodda bu kısım da parça kalıp yuvasındaki tutucu mıknatıslarla sabitlenerek parçanın delme işlemi esnasında hareket etmeden delinmesi hedeflenmiştir. Kalıp tasarımında yapılan iyileştirmeler ile kalıbın formu bozulmadan farklı bölgelere mıknatıslar yerleştirilmiş, kalıbın ön kısmı zımba kırılmalarından yaşanabilecek kazaları önlemek için kapatılmıştır. Seri üretim şartlarında yapılan denemelerde 500 adet parçada mıknatısın tutmasından dolayı delik eksenlerinde kaynaklı hurda verilmezken, yaşanan 1 adet zımba kırılması ön kısımdaki bariyerde kalmış ve iş sağlığı ve güvenliği açısından korunma sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yaprak rotil, delik delme, dövme, pres

Abstract

In this study, drilling of connection holes of bolted ball joint housing workpieces produced by hot forging process is discussed. The bolted ball joint is the part that provides the transferring of the movements which comes from road between the wheel and the chassis thanks to the articulated connection between the control arm and the knuckle in the front suspension of the vehicle. After it is produced by hot forging method, after sandblasting and grinding processes, the operation of drilling the connection holes required to connect it to the swing part comes. This operation is performed in an open mold in eccentric presses. It has been determined that the front part of the mold is closed during the operation and it is a preventive factor for the accidents that may occur due to the breaking of the piercing punches. When examined in terms of occupational health and safety, while the traditional hole drilling method proceeds by holding the part with the operator's hand, this part is fixed with the retaining magnets in the mold slot in the new method, and it is aimed to hold the part during the drilling process. With the improvements made in the mold design, magnets were placed in different areas without deteriorating the form of the mold, and the front of the mold was closed to prevent accidents that may occur due to punch breakage. In the trials made under mass production conditions, welded scrap was not given in the hole axes due to the magnet holding in 500 pieces, while 1 punch breakage remained in the barrier at the front and protection was provided in terms of occupational health and safety.

Keywords: Bolted balljoint, hole, forging, press

1. GİRİŞ

Otomotiv, beyaz eşya gibi sektörlerde üretilen ürünlerin parçaları büyük oranda sac metal ve dövme parçalardan üretilmektedirler. Çoğunlukla kompleks formlardan oluşan bu tür parçaların seri üretimi, (yıllık yüzbinlerce adet) üzerinde delme, kesme, bükme, çekme ve sıvama gibi birden fazla operasyon metal kalıplarda yüksek tonajlı presler altında sağlanmaktadır. Bu kalıplarda üretilen parçanın delinmesini sağlamak üzere zımbalar kullanılmaktadır. Delme zımbaları isminden de anlaşılacağı gibi parçalar üzerinde çeşitli profillerde delikler açmakta kullanılır. Kalıplarda çok kullanılan zımbalar seri imalat esnasında yüksek tonaja tekrarlı olarak maruz kalmaları nedeniyle sıkça aşınan, ayrıca değiştirilmesi mevcut tasarımlarda hayli zor olan kalıp tertibatlarıdır. Deforme olan zımbanın

değiştirilmesi için dişi kalıp ve erkek kalıbın takılı bulunduğu presten ayrılması ve sonrasında zımbanın takılı olduğu kalıp parçasının sökülmesi gerekmektedir. Bu durumun oluşması seri üretimin aksamasına, işçinin boşa çıkmasına ve yüksek maliyetlere sebep olmaktadır. (Taşkın, 2020).

Yaprak rotıl, Otomobil dünyasında, rotiller, direksiyon mafsallarını ve kontrol kollarını bağlayan harekete eksenli yatakları ifade eder. Tüm arabalarda kullanılır. İnsan anatomisine kıyasla, rotilin bağlantı ve çalışma yapısı kalça eklemi ile bacak kemiğinin bağlantısını çok benzerdir, çünkü her ikisi de küresel bir bağlantı ve soket düzeneği sergiler. Rotillerin yapısının daha derinine inerse, kapalı bir yuvanın içinde bir araya getirilmiş küresel bir top ve dikine saplama demek çok doğru bir tabir olacaktır. (Eriklili, 2020) Delik delme kalıplarında üretilen parça adedi yüzbinler mertebesindedir. Bu nedenle dövme metal şeritten düşürülen parçanın şerit üzerine yerleşim planı birim hurda oranını belirlediği aşama olduğu için üretimdeki toplam hurda maliyetini de belirlemektedir. Kesme ve delme kalıplarında proses tasarımında ve yerleşim planında fire miktarının tespit edilmesi önemlidir. Kalıp tasarımcısı ilk olarak parça geometrisine en uygun yerleşim plan türünü hurda oranını minimize edecek şekilde hesaplamalar yaparak seçmekle mükelleftir. (Scott et al., 2006). Delme işlemiyle iş parçaları bir zımba vasıtası ile boydan boya delinebileceği gibi kör delikler de açılabilir. Delme işlemi, zımbanın aşağı doğru hareket etmesiyle dişi kalıp içerisinden geçerek malzemenin temas ettiği bölgeleri basma kuvveti etkisi ile gerçekleştirir. (Yığıtarlan, 2009).

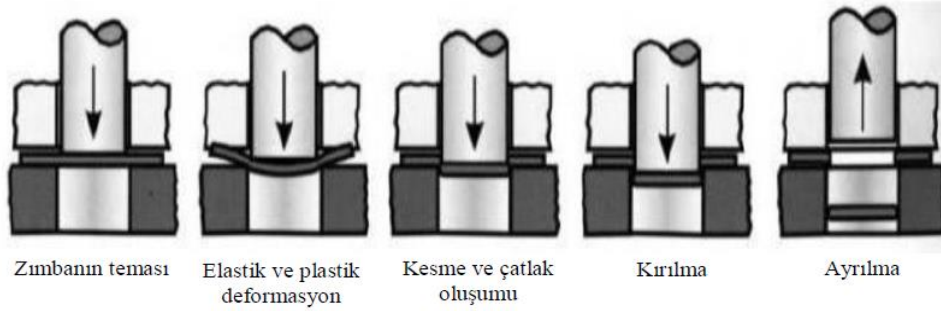
Kesme ve delme ile boşaltma işlemi, metal komponentlerin yüksek hacimli üretim proseslerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu prosesler genel hatları ile belirlidir ancak günümüzde daha kısa döngü zamanı ve daha kesin ürün ölçülerinin elde edilmesinin istendiği durumlarda yetersiz kalmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda boşaltma proseslerinin tasarımı hala tecrübi temellere dayanmaktadır ve çoğunlukla pahalı ve uzun süreli deneme yanılma tekrarları ile kontrol edilmektedir. Dolayısıyla genellikle empirik bilgiye dayalıdır. Boşaltma esnasında malzemenin davranışı beş aşamada incelenebilir. Boşaltma sürecinin başlangıcında, parçanın zımbayı itmesi ile kalıp içerisine bastırılır ve malzeme ilk başta elastik olarak deforme olur. Proses devam ederken malzemenin akma dayanımı sınırına ulaşılır. Zımbanın altında kalan malzeme incelmeye maruz olur, bu aşamada plastik deformasyonun ilk anlarında mikro çatlaklar oluşmaya başlar ve ayrılma oluşur. Geleneksel boşaltma işlemlerinin çoğunda kesme esnasında sünek kırılma oluşur. Bu iş parçasının yüzey morfolojisini bozan bir etkidir. Son olarak iş parçası sürtünme ile kalıp deliği içerisinde ilerler ve zımba kalıp dışına çıkar. (Shaikh ve ark. 2015) çalışmalarında boşaltma prosesine etki eden dört faktörü tartışmaktadırlar ve sonlu elemanlar analizleri ile bu faktörlerin etkilerini ortaya koymaktadırlar. Bu faktörler, zımba ve dişi kalıp arasındaki mesafe, zımba ve kalıbın aşınması, sac kalınlığı ve iş parçasının malzemesidir. Zımba ve diğer kalıp tertibatının aşınması çapakların oluşmasına ve çapak boylarının artmasına neden olur. Çapak uzunluğu sanayide parça kalitesini kontrol etmek için önemli bir faktördür. Çapak uzunluğuna göre zımbanın ne zaman bileneceğine ya da değiştirileceğine karar verilir. Araştırmacılar tarafından birçok yayın zımba aşınma tahmin modellemesi ile ilgili triboloji alanında bulunabilmektedir (Falconnet ve ark., 2015)

Özdeş parçaların üretiminde üretim zamanını kısaltmak, ölçü ve konum tamlığında verimi artırmak, üretimi kolaylaştırmak için hazırlanmış makine ve makine kısımlarını tamamlayan aparatlara iş kalıpları denir. Bunlar delme işleminde kullanıldıklarında delme iş kalıbı adını alırlar. Delme iş kalıpları; alt tabla (gövde), kapak, bağlama elemanları ve tamamlayıcı elemanlardan meydana gelir. Delme kalıpları iş parçasını istenen konumda tutan ve talaş kaldırma işlemi kesici alete yön veren bir aygıttır. Delme kalıpları; delik delmek, raybalamak, havşa açmak, kılavuz çekmek veya bunların bileşik işlemlerini yapmak için kullanılırlar. (MEGEP, 2007)

2. MATERYAL VE METOD

Bir binek araca ait ön süspansiyon sistemi parçası olan rotıl üretiminde sırası ile hammaddenin giyotin makasla kesilmesi, indüksiyon bobininde 1150 °C sıcaklığa tavlama, şahmerdanda ön dövme, ana dövme, çapak kesme, soğuma, kumlama, bağlantı deliği delme, kataforez kaplama ve montaj ile kullanıma hazır hale getirme gibi çok kademede proses sürecine ihtiyaç duyulur. Çalışma kapsamında, kumlanan rotilin eksantrik tip preslerde delinmesi incelenmiş ve iş sağlığı açısından daha güvenli bir yonteme revizyonu hedeflenmiştir. Amaç olarak firma bünyesindeki tüm delik delme kalıplarının bu

sisteme geçirilerek daha standart bir üretimin sağlanması, yaşanabilecek iş kazalarının önüne geçerek iş sağlığını ve güvenliğinin korunması ile doğabilecek hertürlü iş kayıp maliyetlerinin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır.

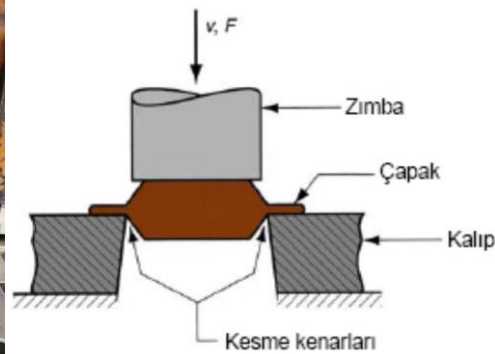


Şekil 1. Delme işleminin aşamaları



Şekil 2. Delme işlemi öncesi ve sonrası yaprak rotül

Delme işlemi yarı açık kalıplarda delme zımbasının bir plakadan geçerek iş parçasına teması ve plastik deformasyonu sonucu patlatma, ardından ayrılma ile tamamlanır (Şekil 1). Delme işleminde rotül yarı açık kalıba el veya bir maşa ile konulur ve ayak butonu ile delme hareketi başlatılır. Parçanın delinmesi esnasında oynamaması için bir el ile hareketi önlenir ve eksen kaçıklığı gibi fire durumları önlenir. Metal zımbanın aşınmasından dolayı zamanla kırılması yaşanabilmektedir. Bu istenmeyen durumda kırılan zımba kalıptan fırlayıp iş kazasına sebep olabilmektedir. Bunu önlemek için koruma camı veya bariyer konulduğunda ise parça el ile tutulmadığı için kaçık delinmekte ve işlem sağlıklı tamamlanamamaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Delik delme işlemi pres anı

Denenen yeni metotta ise ölçüleri parça boyutuna göre seçilen boyutları saat pili kadar olan mıknatıslar, delme klavuzuna yerleştirilmiştir. İlk denemede mıknatıs sayısı yüksek tutulmuş ve parça konulduğunda geri bırakması zor olduğu, kalıptan ayrılamadığı saptanmıştır. Mıknatıs sayısının tatlı sıkı tutması birkaç kez deneme yanılma yoluyla, ve insan kuvvetinin ölçütüyle 4-6 adet arasında yeterli olduğu görülmüştür. Örnek alınan referansta denemeler yapılmış ve parçanın delme operasyonu esnasında sabit bir şekilde durması için birbirinden uzak konumlara mıknatıslar konumlandırılmıştır. Bir parçanın delinmesinden sonra ise delik eksenleri ve birbirine konumları ölçülmüş, tolerans dışı bir sonuca varılamamıştır. Akabinde kalıbın bu anlamda mıknatısla delmeye yeterliliğini kanıtlamak için

ilk 10,50,100,500 adetlere kadelemler olarak çıkılmış ve şahit numuneler sık sık kontrol edilip ölçülmüştür. Temperlenmiş koruyucu cam büyük etapta kestirilmiş ve operatörü iş sağlığı ve güvenliği açısından koruması için kalıbın ön kısmına konumlandırılması yapılmıştır.

3. SONUÇ

Örnek referans olarak seçilen yaprak rotel parçasının soğuk delme kalıpları demonte hale getirilmiştir. Klavuz görevi gören plaka da konumlar parça konularak işaretlenmiş ve mıknatıs boyutuna göre cnc tezgahlarda oyulmuştur. Akabinde bu kısımlara 4 adet mıknatıs yerleştirilmiş ve sabitlenmiştir (Şekil 4). Tekrar montajlanan kalıp sistemi prese bağlanmış, ön kısma ise tam koruma sağlayıcı temperli cam takılmıştır. Eksantrik presin hareketi ayak pedalından iptal edilmiş ve çift el butonuna geçilmiştir. Bu sayede araya el sokulması vb. İş kazası riski doğurabilecek durumlar ortadan kaldırılmıştır. Zımba kırılması ile fırlayan çapaklar temperli camda kalması sağlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Delme kalıbı iç plakasına yerleştirilen tutucu mıknatıslar

Çalışma kapsamında, gözlemlenen zımba kırılmaları ve hurda parça üretimi imalat sonrası yapılan işleme operasyonunda da ortaya çıkmakta ve hurdaya ayrılmaktadır. Bu kısım operatör tecrübesinden alınarak mıknatıs sabitleme ile çok daha standart bir üretim sunmuştur. Kalıbın yeterliliği ve operasyonun standartını ölçmek için ilk 50 parça yüzde yüz kontrol edilmiş, delik eksenleri ve birbirlerine göre konumları ölçülmüştür. Kontrollü bir şekilde 500 adetlik seri üretim gerçekleştirilmiş ve hiç hurda üretilmediği saptanmıştır. Zımba kırılması durumunda temperli camın koruyuculuğu öne çıkmıştır. Sağlam parça üretilmiş ve operasyon yeterliliğini kanıtlamıştır (Şekil 2).



Şekil 5. Koruyucu cam montajı ile tamamlanan delik delme kalıbı

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, otomotiv ön süspansiyon sisteminde kullanılan rotül parçasının iki farklı delme işlemi öncesi ve sonrası ile incelenmiştir. Denenmiş olan tutucu mıknaatısla delme yönteminde mıknaatlar her parça için farklı konuma yerleştirilmiştir. Yapılan incelemelerde;

- (i) Delme işlemi için kılavuzluk yapan plakalara 4 adet mıknaat yerleştirilmiş ve parçanın delme esnasında sabit kalacak kadar bir çekme kuvveti etkisi oluşturulmuştur. Bu kuvvet parçanın rahatça sökülüp alınması için engel olmamasına dikkat edilmiştir.
- (ii) İş sağlığı ve güvenliği açısından parça delinirken elle tutulması hem ramak kala olarak değerlendirilmiş ve geçmişe dönük iş kazaları filtrelendirilmiştir.
- (iii) Üretimi yapılan 500 adet parçada delik çapları kontrol edilmiştir, delik eksenlerinde herhangi bir kaçıklık ölçülmemiştir. Mıknaatlı kalıplara geçilerek bu kalıp sistemi tüm referanslara yaygınlaştırılmıştır. Tüm delme işlemleri mıknaat ile tutularak yapılmış, zımba kırılmalarına karşı temperli cam konulmuş ve bu kısmın operatör tecrübesinden alınarak daha standartlaşmış bir üretime geçildiği tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- ERİKLİLİ S., 1040 Çelik Süspansiyon Parçasının Dövme Üretim Prosesinde Çıkan Hataların Belirlenmesi Ve İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer HALİSDEMİR Üniversitesi Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2019.
- FALCONNET, E., Chambert, J., Makich, H., Monteil, G. 2015. Prediction of abrasive punch wear in copper alloy thin sheet blanking. *Wear*, (December 2017). <https://doi.org/10.1016/j.wear.2015.06.007>
- MEGEP 2007 Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi Makineteknolojiler Delme İş Kalıpları 1,
- SCOTT F. Miller, Peter J. Blaub, Albert J. Shiha, "Tool wear in friction drilling" *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47, 1636–1645,2006.
- SHAİKH, P. R. S., Gaonkar, R. R., Shaikh, A., Shaikh, M., & Shaikh, S. 2015. A Review on Factors Affecting the Sheet Metal Blanking Process. *Journal of Modern Engineering Research*, 5, 71–76.
- TAŞKIN B., Kalıplar İçin Kesici Zimba Ucu Geliştirilmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2020.
- YİĞİTARSLAN, E., Sıcak dövme işleminde karşılaşılan hatalar, önlenmesi ve maliyet etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.

SICAK DÖVME PROSESİNDE KALIPLARININ TASARIMI VE KULLANIMININ İNCELENMESİ

Soner Öner

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş
ssoneroner@gmail.com ORCID: 0000-0003-2084-2048

Özet

Bu çalışmada, sıcak dövme prosesinde kullanılan kalıp sistemleri ve bunların avantajları üzerinde durulmuştur. İş sağlığı ve güvenliği açısından da değerlendirilmesi bir gereklilik olan sıcak dövme operasyonunda kalıp bağlama sisteminin, üretim verimliliği ve iş sağlığını optimum şartta sağlaması endüstri açısından en önemli konuların başında gelmektedir. Dünya genelinde en yaygın kullanılan dövme presi tipi ve kalıp sistemleri olarak; H tipi presler, pimli kalıp sisteminin kuleli ve hamil kalıp sistemi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Dövme işlemi H tipi preslerde dikey ekseninde yüksek tonajlı baskı kuvveti şeklinde gerçekleştiğinden dolayı iş kazaları en aza indirgenmesi ve üretimde devamlılığının sağlanması hedeflenmiştir. Kalıp sistemindeki boşluklardan dolayı yaşanan hurda kayıpları incelenmiş, sorun yaratan kısımlar kontrol edilmiştir. Bu aşamada preslerdeki hareketin sağlandığı Koç kısmının kızak boşlukları kontrol edilmiş ve toleransın içerisinde olduğu kabul edilmiştir. Üç ayrı kalıp sisteminin değerlendirilmesi yapılmış olup prosese ve pres tipine göre kalıp sistemlerinin avantajları ve dezavantajları saptanmıştır. H tipi preslere en uygun kalıp bağlama sistemi çekirdek kalıp bağlama, diğer bir adıyla hamil kalıp bağlama sistemi iş güvenliği, kalıp maliyeti ve üretimin verimliliği açısından üstün gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalıp , dövme, sıcak dövme, pres

INVESTIGATION OF THE DESIGN AND USE OF MOLDS IN HOT FORGING PROCESS

Abstract

In this study, the mold systems used in the hot forging process and their advantages are emphasized. In the hot forging operation, which is a necessity to be evaluated in terms of occupational health and safety, it is one of the most important issues for the industry to ensure the production efficiency and occupational health of the die clamping system in an optimum condition. As the most widely used forging press type and mold systems worldwide; The comparison of H type presses, pin die system with tower and holder die system has been made. Since forging is performed in the form of high-tonnage pressing force on the vertical axis in H-type presses, it is aimed to minimize work accidents and to ensure continuity in production. Scrap losses due to cavities in the mold system were examined and the problematic parts were checked. At this stage, the skid gaps of the ram part, where the movement in the presses are provided, were checked and it was accepted that they were within the tolerance. Three separate mold systems were evaluated and the advantages and disadvantages of the mold systems were determined according to the process and press type. The most suitable die clamping system for H type presses, core mold clamping, in other words the holder mold clamping system, has been superior in terms of work safety, mold cost and production efficiency..

Keywords: Die, forging, hot forging, press

1. GİRİŞ

Sıcak dövme işlemi, otomotiv sanayisi başta olmak üzere makina imalatı, havacılık, demir çelik sanayisi gibi birçok üretim sektöründe oldukça yoğun tercih edilen bir üretim tekniğidir. Günümüzde sadece Avrupa'da her sene 2 milyon tondan fazla çelik parçanın üretiminde sıcak dövme teknolojisinden faydalanılmaktadır (Navinšek et al., 2001).

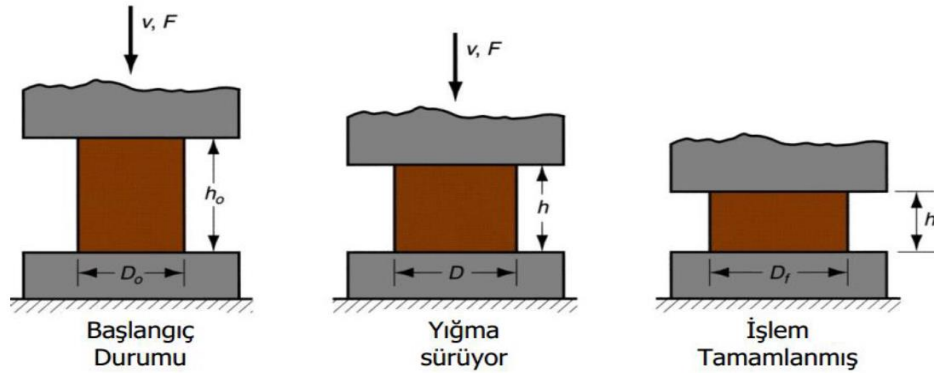
Dövme endüstrisinde kullanılan kalıplar, üretilen ürünün geometrisini “biçim belleği” olarak saklayan, genelde açık form kalıplardır. Uygulamada dövme kalıpları geometrik olarak çok amaçlı değildir ve daima tek parçaya özgü üretilir, bu tür kalıplar kısaca şekil-bağımlı kalıp olarak adlandırılır. Açık kalıpta dövme kalıpları buna bir istinadır. Açık kalıpta dövmede kullanılan kalıplar öncelikle düz, kare veya

yuvarlak olmaz üzere basit geometriye sahiptirler ve çeşitli basit geometriye sahip ürünler için kullanılır. Bunlar şekil bağımsız kalıp olarak adlandırılır (Makas, 2016). Açık kalıpla dövme, malzemenin düzlemsel veya basit şekilli kalıplar arasında dövüldüğü bir sıcak şekil verme yöntemidir. Bu şekilden de anlaşılacağı gibi, açık kalıpla dövmede malzeme en az bir doğrultuda serbest şekil değişimine uğramakta, buna karşılık kapalı kalıpla dövmede iş parçası tamamen kalıp tarafından çevrelenmiş bulunmaktadır. Bu işlemde hammaddenin hacmi üretilmesi istenen parçanın hacminden biraz fazla alındığı için, fazla malzeme çapak halinde kalıp boşluğu dışında birikir ve bu nedenle alt ve üst kalıbın tam olarak kapanması gerçekleşmez. Gerçek kapalı kalıpla dövme işlemlerinde ise iş parçası tamamen kalıplar tarafından çevrelendiği gibi ayrıca çapak da oluşmaz. Böylece metalin, ıstampa tarafından uygulanan kuvvetle herhangi bir malzeme kaybı olmadan kalıp boşluğunu doldurması sağlanır (Çapan, 1991).

Geçmişten günümüze dövme işlemi soğuk, ılık ve sıcak olarak gerçekleştirilmektedir. Konvansiyonel olarak dövme işlemi gerçekleştirilecek birçok üretim hattı ortaya konulmuş olup, günümüzde şahmerdan ile şekillendirme yapılabildiği gibi otomasyona hazır bir süreçte işlemi gerçekleştirebilen hatlarda faaliyet gösterebilmektedir (Bharti, 2017). Bu açıdan bakıldığında, şekillendirme kuvvetleri altında malzemenin rekristalizasyon ve pekleşme davranışı (Solas et al., 2010; Camacho et al., 2006), metalurjik yapısı (Bhoyar & Umredkar, 2020) ve tane oryantasyonu (Kishchik et al., 2018) gibi birçok bileşen üzerinde durulmalıdır. Bahsi geçen tüm kavramlar malzemenin işlem sıcaklığına göre etken bir davranış olarak ortaya çıkabilmekte ve nihai ürünün eldesi yanında kullanım performansını da belirlemektedir (Siegert et al., 1997). Dövme kusurlarından (kat hatası, dövme doldurmama, kalem izi, kaçıklık hatası, çatlak hatası) arındırılmış bir iş parçasının servis koşullarında daha uzun ömürde çalışması kaçınılmazdır (Bharti, 2017; Bhoyar & Umredkar, 2020). Yüksek yüzey kalitesinde ve daha az maliyette malzeme kaybı olmaksızın üretim hatlarının fonksiyonel olarak kullanılması günümüz endüstrisinin temel gereksinimidir. Bu gereksinim doğrultusunda mühendislik ve teknolojik yaklaşımlar dövme başta olmak üzere birçok plastik şekil verme sürecinin iyileştirilmesine olanak vermiştir (Winklberger et al., 2018).

2. MATERYAL VE METOD

Sıcak dövme prosesinde, dövme çeşitleri olarak literatüre geçen açık kalıpla dövme ve kapalı kalıpla dövme işlemi günümüz teknolojisinde bir üretim hattının farklı kademeleri olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu çalışmada hammaddeden nihai ürüne sıcak dövme ile üretilen iş parçasının, kademe preslerindeki kalıpları incelenmiş ve hangi işlemde hangi kalıp sisteminin daha avantajlı olduğunun ortaya konulması amaçlanmıştır.



Şekil 1. Açık kalıpla dövme yöntemi proses aşamaları

Üretilen parçanın boyutları dövme hattı için belirleyici faktördür; tavlama fırını, ön şekil verme için şahmerdan yada ön dövme eksantrik presi, ana dövme işleminin yapılacağı friksiyon yada maxi pres ve çapak kesme için eksantrik pres bu hattın ana elemanlarıdır. Her presin şekil verme kademesine göre sahip olması gereken geometri ve tonaj kuvveti vardır. Bu örnekte; ön şekil verme presleri 150 ton (1200°C sıcaklıkta düşük plastik deforme edebilecek) (Şekil 1), ana dövme presleri 600-2500 ton arasında (950-1100 °C sıcaklıkta yüksek plastik deforme edebilecek), son çapak kesme ve kalibre presleri 50-200 ton (750-850 °C arasında orta düzeyde plastik deforme edebilecek) şekilde tasarlanmıştır. Dövme presleri

ve pres çenelerindeki hamil grupları dövme kalıplarının tasarımı ve kalıp sistemi seçimi için yine alt seçeneklere bölünmüştür. Bunun ana sebebi ise kalıbın deforme olmasından yani dövme ömrünü doldurmasından sonra tekrar işlenerek deforme kısmın giderilmesi ile aynı dövme ömrünü yakalaması hedeflenmiş olmasıdır. Kullanılan ön dövme preslerinde açık dövme kalıbı prensibinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemde birlikte basit plastik şekil verme oranı ile parça ana dövme formuna yaklaşık bir şekil kazandırılır. Aşamalı veya tek kademede yapılabilen bu işlemde kalıp ömrü çok yüksek tekrarlar verebilir, bunun nedeni nihai ürüne etkisi olmadığı için kalıbın deformasyonu yüksek önem arz etmez (Şekil 2).



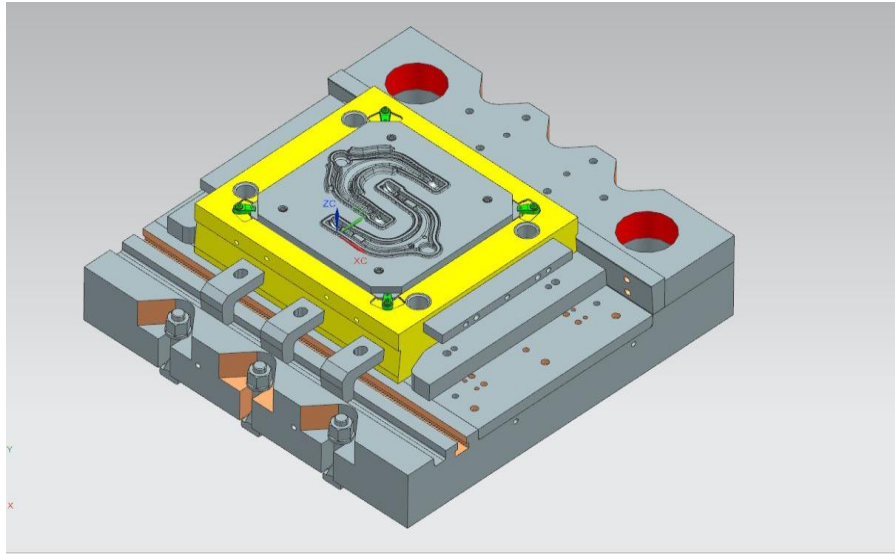
Şekil 2. Açık kalıpta alt ve üst basit geometri kalıplar ve ön şekil verme işlemi

İş parçası ön dövme işlemi için açık kalıplarda dövüldükten sonra ana dövme aşaması için seri üretimde en çok tercih edilen maxi veya friksiyon preslerinde kapalı kalıpta dövme şeklinde devam etmektedir. Ana dövme tezgahlarında işlevsel olarak ana beklentiler şunlardır; şekillendirme için gerekli olan yeterli dövme kuvvetini ve enerjisini sağlamak, şekillendirme sırasında oluşan kuvvetlere ve momentlere karşı kalıplara nihai konumlarına kadar olabildiğince hassas kılavuzluk yapmak. Bu gereksinimler, zor üretim koşullarına bağlı olarak, yüksek yatırım maliyetleri olan, tekrar pozisyonuna hızlı gelebilecek güçlü ve bütünleyici sağlamlığa sahip yüksek yatırım maliyetlerini zorunlu kılmaktadır. Maxi presler bu konuda öne çıkan itici güçtür. Seri üretim şartlarına en uygun presler olarak dövme işlemini bir saniyenin altında tamamlayarak tekrar dövme pozisyonuna gelmektedir (Şekil 3). Sağlamlık olarak yek kaynaklı gövdeye sahiptir. Koç hareketi ile doğrusal eksenli basma kuvvetini uygular ve tekrar başlangıç pozisyonuna geri döner. Bu hızlı hareket kalıp seçiminde ne kadar dikaktli olunması gerektiğinin bir kanıtıdır. Dövülen parça 1-150 kg aralığında değişkenlik gösterirken bunu dövcek alt ve üst kalıp çifti 500-5000 kg arasında değişen aralıklarda olabilir.



Şekil 3. Açık kalıpta alt ve üst basit geometri kalıplar ve ön şekil verme işlemi

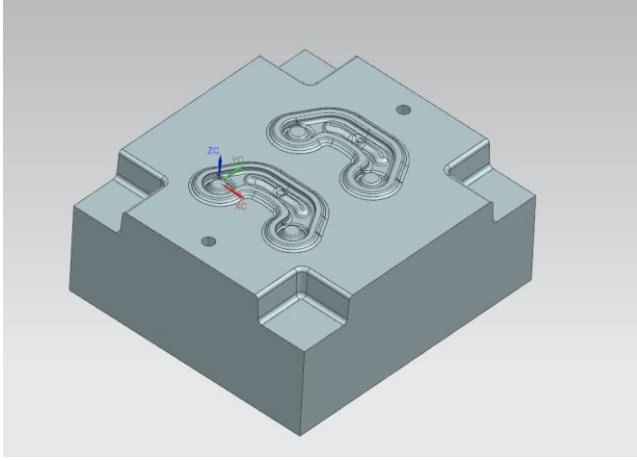
Yüksek hızda şekil verme işlemi, yüksek basma kuvvetiyle etkisinde kalıplarda herhangi bir boşluk vb. iş kazasına ortam doğurabilecek durumlarda muhimmat etkisi yapabilmektedir. Bu noktada maxi presler gibi hızlı pozisyon alan presler için kullanımı en uygun kalıp türü olarak çekirdek hamil kalıplama metodu karşımıza çıkmaktadır. Çekirdek kalıplar; bir metal hamil içerisinde dövme işlemini yapacak kısım sabitlenerek kullanılan kalıplardır. Hamil içersine yerleştirilen çekirdek kalıp, titreşim ve basma kuvveti etkisiyle gevşememesi için çeşitli sabitleyiciler ile sabitlenmektedir. Presin doğasından kaynaklanan kızak boşluklarındaki bir esnemenen dolayı çekirdek kalıplardaki sabitleyiciler bu boşluk hareketini absorbe eder ve kalıbın olası bir yerinden çıkma, fırlama gibi hem iş sağlığı ve güvenliğini tehdit edecek durumları önler hemde maliyet açısından düşünüldüğünde sadece deforme olan kısım dövme işlemini yapan çekirdek kısım olduğu için tashih işlemi çok daha uygun maliyetle gerçekleştirilmesine olanak tanır. Tasarım olarak ise basit bir hamil ve içine tam oturacak bir çekirdek kalıp düşünürsek çok kısa sürelerde kalıp tasarımları bitmektedir. Kalıbın hamili bir kere tasarlanır ve içerisindeki çekirdek formu parçadan parçaya değişir. Çekirdek kalıp metodu maxi presin çenesine sabitlenmiş sarı renkli hamilin içersine konulan ve sabitleyiciler ile sabitlenen çekirdek kalıbı göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Çekirdek kalıp bağlama sistemi ve sabitleyiciler

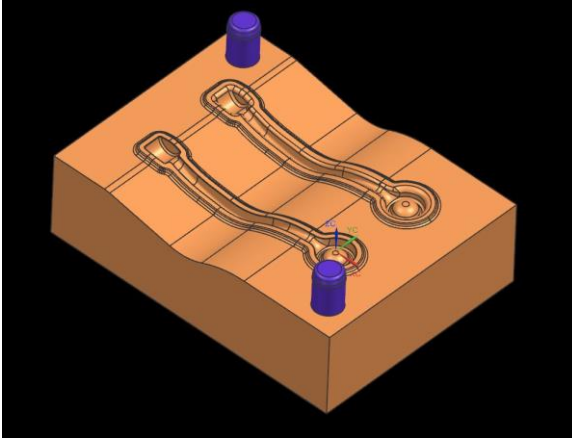
3. SONUÇ

Çekirdek kalıplama metodu diğer kalıp metodları olan, pimli kalıplar ve kuleli kalıplara göre maxi preslerde daha üstün gelmiştir. Maliyet açısından değerlendirilirse; kuleli kalıplarda dövme ömrünü tamamlamasından sonra tekrar işleme için kalıplardan 4-5 mm silinmesi gerekmekte ve bu işlem için tüm yüzeylerden silme işlemi yapması gerekir. İşçilik-takım ve zaman olarak yüksek maliyet gerektiren bu işlemin yanında İş sağlığı olarak değerlendirilirse; Parça geometrisinde açılı olması ve/veya presin kızaklarındaki bir esnemenen dolayı kalıbın kaymaya zorlanması kuleye yük bindireceği için kırılmasına sebep olacak ve iş kazalarına kapı açabilecektir (Şekil 5).



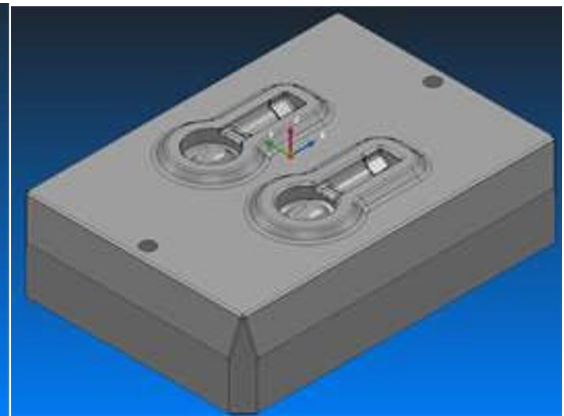
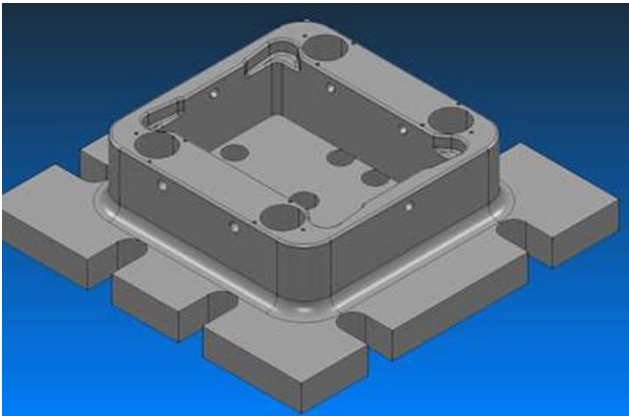
Şekil 5. Kuleli kalıp sistemi ve kalıp kulesi kırılması

Pimli kalıp metodunu incelediğimizde ise ortaya çıkan en önemli problem pimlerin yuvada kalması sonucu pim sarma denilen ve dövme sonrası geri pozisyonuna dönen kalıptan fırlatarak iş kazası riski doğurmasıdır. Bu duruma ek olarak kalıbın bastığı anda pimlerin sarması ve kalıbın açılmaması kaynaklı tezgahın mekanik olarak kitlenmesine ve yüksek bakım maliyetlerine sebep olabilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Pimli kalıp sistemi ve pimlerin zamanla deformasyonu

Çekirdek kalıp sisteminde pres ve parça geometrisi kaynaklı bir esneme veya kayma kuvveti ortaya çıkarsa hamilin kendisi bunu sınırlandırıcı olarak görev yapar. Kelepçe gibi kitler ve mekanizmanın boşalmasını önleyici etki oluşturur. Kalıp sistemini demonte halinden anlaşılacağı üzere çekirdek kalıbın işlenmesi ve tasarımı nispeten daha kolay ve hızlı yapılabilmektedir (Şekil 7).



Şekil 6. Çekirdek kalıbın metodunun hamil ve çekirdek kısımları

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, sıcak dövme prosesinde kullanılan presler ve kalıp türleri incelenmiştir. Farklı pres türleri için farklı kalıplama metodlarının üstünlükleri ortaya konmuştur. Yapılan çalışmalarda;

- (i) Çekirdek kalıp, dövme ömrünü tamamlaması sonucu deformasyon sonrası tekrar kullanım için en düşük maliyeti ortaya çıkaran kalıp olmuştur.
- (ii) İş sağlığı ve güvenliği açısından Maxi preslerde yaşanabilecek iş kazalarında çekirdek kalıp bağlama metodu diğer kalıp bağlama metodları olan kuleli ve pimli kalıp metodlarına göre nispeten daha güvenli bir çalışma ortamı sunmuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- 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.
- CAMACHO A. M., et al., (2006), Influence of strain hardening on forces and contact pressure distributions in forging processes, *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering*, 15(1-2), 166-173.
- ÇAPAN L., (1991), Giriş, Dövülebilirlik, Açık Kalıpta Dövme, İstanbul Teknik Üniversitesi Sakarya Mühendislik Fakültesi Makina Bölümü
- FALAH A., et al., (2007), Failure investigation of a tie rod end of an automobile steering system, *Engineering Failure Analysis*, 14, 895-902.
- KISHCHIK M. S., et al., (2018), Effect of multidirectional forging on the grain structure and mechanical properties of the Al-Mg-Mn Alloy, *Materials*, 11, 2166.
- MAKAS T., (2016), Sıcak Dövmeye Genel Bakış. İstanbul: Bilnet Matbaacılık ve Yayıncılık A.Ş
- NAVİNŠEK B., PANJAN P., GORENJAK F., (2001), Improvement of hot forging manufacturing with PVD and DUPLEX coatings. *Surface and Coatings Technology*, 137(2-3), 255-264,
- SIEGERT K., et al., (1997). Recent developments on high precision forging of aluminum and steel, *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 91-99.
- SOLAS D., et al., (2010), Dynamic recrystallization modelling during hot forging of a nickel based superalloy, *Materials Science Forum*, 638, 2321-2326
- WINKLBERGER M., et al., (2018). Fatigue strength and weight optimization of threaded connections in tie-rods for aircraft structures, *Procedia Engineering*, 213, 374-382.

DOKUNMATİK BUTONLARLA DOKUNMA ŞEKLİ ALGILAMA

Muhammed Nur AHMET

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı
mnourahmad996@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3094-5008

Aysun TAŞYAPI ÇELEBİ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümü
aysun.tasyapi@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4047-1547

Oğuzhan URHAN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümü
urhano@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0352-1560

Özet

Günümüzde birçok elektronik cihaz dokunmatik butonlar ile kontrol edilmektedir. Dokunmatik butonlar, bir kullanıcının dokunma hareketini tespitinin yanı sıra butona basarken sergilediği davranış gibi kullanıcı hakkında daha fazla bilgi verme potansiyeline de sahiptir. Frekans taramalı kapasitif algılama, bir dokunmatik butona farklı frekanslarda işaret göndererek kullanıcının kapasitif profilini elde etmeyi amaçlar. Oluşan kapasitif profil, kullanıcının dokunma eylemini gerçekleştirirken frekansa bağlı elektriksel tepkisi olarak ele alınabilir. Bu tepkiyi ölçmek için genellikle dokunmatik buton ve buna bağlanan başka devre elemanlarıyla bir filtre yapısı oluşturulur. Sonrasında bu filtrenin frekans yanıtının dokunmayla nasıl değiştiği incelenir. Kapasitif profilin dokunmatik butona uygulanan basma şiddeti ve el kullanma şekline göre değişmesinden dolayı, bu bilgi dokunma şekli sınıflandırma için uygun bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada frekans taraması için bir mikrodenetleyicinin zamanlayıcı modülü ile frekansı değişen kare dalgalar üretildi ve kapasitif profili elde etmek için dokunmatik buton, bir bobin ve bir direnç kullanılarak bant durdurucu filtre oluşturuldu. Ana yüzey ve yardımcı yüzeylerden oluşan yeni bir buton deseni önerildi. Dört farklı dokunma şeklini sınıflandırmak için makine öğrenme yöntemleri ve derin sinir ağlarıyla sınıflandırıcılar eğitildi ve bunların doğrulukları karşılaştırıldı. Eğitilen derin sinir ağları test verileri üzerinde %90 seviyelerinde doğruluk göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Dokunma Şekli Algılama, Dokunmatik Butonlar, Frekans Taramalı Kapasitif Algılama, İnsan Makine Etkileşimi, Jest Tanıma.

TOUCH CATEGORY DETECTION WITH TOUCH BUTTONS

Abstract

Nowadays many electronic devices are controlled by touch buttons. Touch buttons have the potential to detect a user's touch gesture, as well as reveal more information about the user, such as their behavior when pressing the button. Frequency sweeping capacitive sensing aims to obtain the capacitive profile of the user by sending signals at different frequencies to a touch button. The resulting capacitive profile can be considered as the frequency-dependent electrical response of the user while performing the touch action. To measure this response, a filter structure is usually created with a touch button and other circuit elements connected to it. Then, how the frequency response of this filter changes with touch is examined. Since the capacitive profile changes according to the pressure applied to the touch button and the way of using the hand, this information is considered as a suitable method for classification of touch category. In this work, square waves with varying frequency were produced with the timer module of a microcontroller for frequency sweeping, and a band-stop filter was created by using a touch button, a coil and a resistor to obtain the capacitive profile. A new button pattern consisting of the main and auxiliary surfaces has been proposed. To classify four different touch categories, classifiers were trained with machine learning methods and deep neural networks and their accuracies are compared. Trained deep neural networks showed accuracy of %90 levels on test data.

Keywords: Touch Category Detection, Touch Buttons, Frequency Sweeping Capacitive Sensing, Human Machine Interaction, Gesture Recognition.

1. GİRİŞ

Dokunma ile bilgisayar ekranında gösterilen bir şeyi seçmek için kapasitif dokunmanın elektrostatiğini ele alınmıştır (Krein ve Meadows, 1990). Kapasitif dokunma algılamayı gerçekleştirmek için ekran yüzeyine şeffaf iletken (ITO) kaplama yapılmış ve bu yüzeye elektriksel bir sinyal verilmiştir. Bu yüzeye dokunulduğunda, dokunan kişinin parmağı bir kapasitans-direnç gibi davranıp uygulanan elektriksel sinyalde değişikliğe neden olmaktadır. Bu değişiklik algılandığında bir dokunma olduğu anlaşılmış ve panele dokunan kişinin kapasitans ile direncinin farklı dokunma durumlar ve farklı ortamlarda farklı değerler aldığı ifade edilmiştir.

Belirli bir frekans aralığında dokunma elektrotunun kapasitif profilini bularak dokunma algılama (Sato ve ark., 2012) tarafından “Touche” adlı çalışmada önerilmiştir. Sensör kartı elektrotta farklı frekanslara sahip sinüsoidal işaretler göndererek uyarılmıştır. Uyarılan elektrottan devreye geri dönen sinyaller dokunmanın kapasitif profilini oluşturmuştur. Kapasitif profil kablosuz bağlantıyla bilgisayara gönderilip davranış tespiti için gerekli eğitim ve sınıflandırma işlemleri yapılmıştır.

Frekans taraması, algılama devresini karmaşıklaştırmış ama insan cisminin farklı frekanslara verdiği farklı tepkileri sınıflandırma işlemleri için ek bilgi olarak kullanılmasını sağlamıştır. Literatürde çoklu dokunma davranışını algılama için dokunma elektrotlarının seri bağlandığı bir yöntem önerilmiştir (Manabe ve ark., 2017). İlgili çalışmada tasarlanan dokunma elektrotları kondansatörlerle birbirine seri bağlanmış ve algılama devresine tüm elektrotları bağlamak için sadece iki kablo kullanılmıştır. Dokunma algılama aynı Touche’deki gibi öz kapasitans değerindeki değişimin kullanılmasıyla yapılmaktadır. Ancak buradaki devre daha düşük frekansta çalışmakta olup daha basit yapıdadır.

Kullanıcının el ve kolu ile yapılan bazı davranışları tespit etmek amacıyla (Zhang ve Harrison, 2015) elektriksel empedans tomografisi ile kullanıcının kolu içerisindeki empedans dağılımını elde etmeye yarayan düşük maliyetli bir sistem önermiştir. İnsanın farklı dokuları farklı elektriksel empedans sergilemektedir, kullanıcı eli ile farklı hareketler yaptığında koldaki kasların kesiti değişmektedir bu da aynı noktadan ölçüm yapıldığında her bir farklı davranış için farklı empedans dağılımının bulunmasına neden olmaktadır. İlgili çalışmada hareket şekli tespiti yapan (kullanıcıya özel) başarılı SVM (Support Vector Machine) sınıflandırıcı eğitilmiştir. Bu yöntemin kullanıcılar arası doğruluğu oldukça düşük olup bu durum davranış tespiti anlamında bu sistemin genel bir çözüm üretmediğini göstermektedir.

Dokunma şekli tespiti için (Ahmad ve ark., 2020)’de Touche’deki gibi harici sinyal jeneratörü kullanmak yerine Mikrodeneleyici MCU (MicroController Unit) ile periyodu zamanla değişen PWM (Pulse Width Modulation) sinyali kullanmıştır. Sistemde 16 adet şeffaf iletken yapılmış buton bulunmakta ve her bir buton bir bobin ve dirence bağlanarak Touche’deki gibi bant geçirmeyen çentik filtre oluşturmaktadır. Dokunma, hafif dokunma ve hiç dokunmama olacak şekilde üç farklı davranış tespiti yapılmıştır. Eğitilen SVM sınıflandırıcı %96’lık başarı göstermiştir. Tasarlanan sistem araç içine yerleştirilip kapıdaki ayna ve cam kontrolü için kullanılmıştır. Kullanıcı 16 butondan birine dokunduğuna sınıflandırma sonucuna göre kontrol sinyali üretilmiştir. Eğer bir butona hafif dokunma olduysa veya birden fazla butona dokunulduysa bu durumda bir hata olduğu tespit edilip hiçbir kontrol sinyali üretilmemiştir.

Bu çalışmada frekans taraması için MCU tarafından üretilen PWM kullanılmış ve dört farklı dokunma tipini sınıflandırmak için iki yüzeyden oluşan buton tasarımı gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde hem klasik makine öğrenme yöntemleriyle hem de derin sinir ağlarıyla sınıflandırıcılar eğitilip elde edilen doğruluk oranları karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Frekans Taramasıyla Dokunma Algılama Algoritması

Devrede dokunma butonu, bir bobin ve bir dirence bağlanarak bant durduran filtre oluşturmaktadır. Bu filtrenin frekans yanıtını elde etmek için frekans taraması yapılmaktadır. Frekans taraması bant durduran

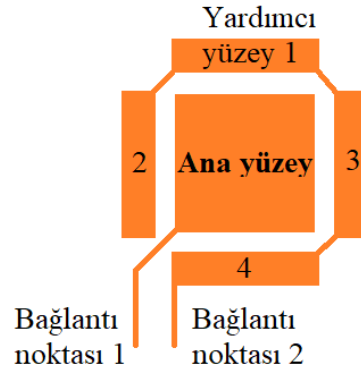
filtre girişine farklı frekanslarda gerilim uygulayıp filtre çıkışındaki gerilimin değeri ölçülüp kaydedilerek yapılmaktadır. Bu çalışmada tasarlanan devrede kullanılan frekans taramasının parametreleri Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Frekans taramasının parametreleri

Başlama frekansı	500 kHz
Durma frekansı	2000 kHz
Adım sayısı	100 adım
Adım başı frekans artışı	15 kHz
Tarama süresi	100 ms

Dokunma butonu ana dokunma yüzeyi ve yardımcı yüzeylerden oluşmaktadır. Ana yüzey bir filtreye tek başına bağlanmakta olup yardımcı yüzeyler ise birbirleriyle bağlanıp hepsi tek bir filtreye bağlanmaktadır (ana yüzeyin ve yardımcı yüzeylerin bağlandığı filtreler farklıdır). Bu çalışmada tasarlanan buton deseni Şekil 1’de gösterilmektedir. Şekil 1’deki ana yüzeyin bağlı olduğu filtreye Tablo 1’de parametreleri verilen frekans taraması uygulanmaktadır. Sonrasında yardımcı yüzeyler için ikinci bir frekans taraması yapılmaktadır. Böylece ana yüzeye ve yardımcı yüzeylere dokunma olup olmadığı farklı frekans taramalarıyla algılanmaktadır.

Şekil 1’deki butonla dört farklı dokunma davranışı eğitimi hedeflenmiş olup, bu dört sınıflı eğitim için toplanan verilerin sınıf etiketleri ise dokunmama, hafif dokunma, dokunma ve yanlış dokunma olarak belirlenmiştir. Dokunmama sınıfı butona hiç dokunma olmadığı durumu veya dokunan kişinin eli dokunma butonuna 1 cm’den uzak olduğu durumu ifade etmektedir. Hafif dokunma sınıfı kullanıcının parmağı ana dokunma yüzeyine hafifçe temas ettiği ve yardımcı yüzeylere hiç temas etmediği davranış şeklini ifade etmektedir. Dokunma sınıfı kullanıcının parmağı dokunma yüzeyine iyice dokunduğu ve yardımcı yüzeylere hiç dokunmadığı davranış şeklini ifade etmektedir. Yanlış dokunma sınıfı kullanıcının parmağı hem ana yüzeye hem de yardımcı yüzeylerden en az birine kısmen dokunduğu davranış şeklini ifade etmektedir.



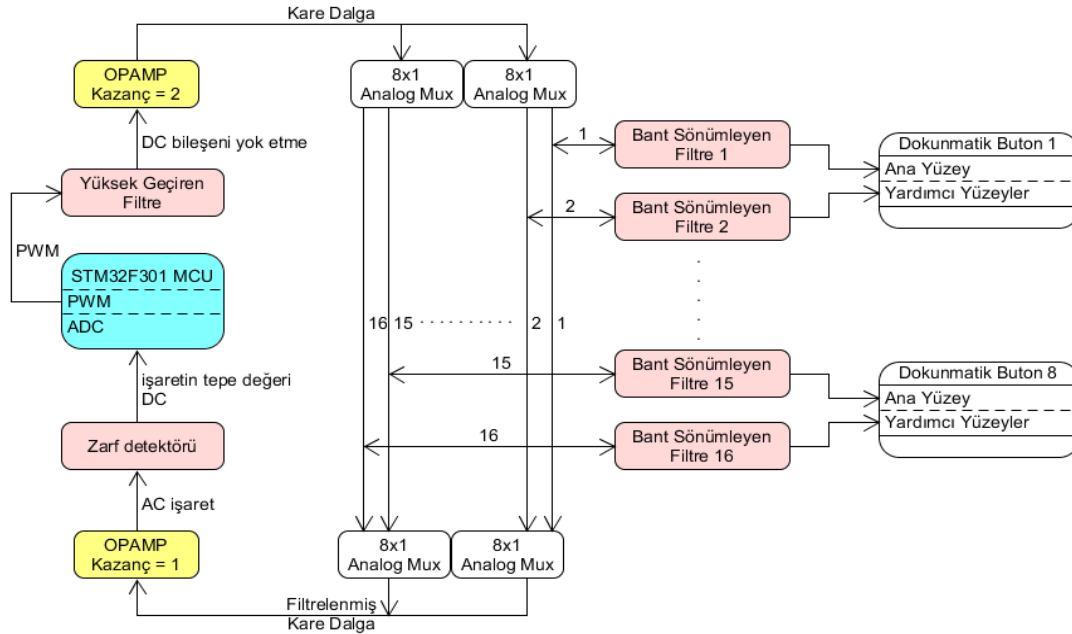
Şekil 1. Buton deseni

2.2. Devre Tasarımı

Frekans taraması için frekansı zamanla değişen kare dalgalar üretilmektedir. Kare dalga üretimi için ARM Cortex-M4 bir MCU (STM32F301) kullanıldı. Bu MCU kare dalga üretimi, zarf detektöründen gelen işareti sayısallaştırma, sınıflandırma, karar verme ve kontrol sinyalleri üretme işlemlerini yönetmektedir. MCU, içerisindeki bir zamanlayıcı modülünü kullanarak PWM olarak bilinen kare darbeler üretmektedir. PWM sinyalinin DC bileşenini yok etmek için bir yüksek geçiren filtre (YGF) kullanıldı ve filtre çıkışında kare dalga elde edildi. YGF çıkışında elde edilen sinyalin genliğini yükseltmek için kazancı 2 olan bir işlemsel yükselteç (Operational Amplifier-OPAMP) kullanıldı. OPAMP çıkışındaki kare dalganın tepeden tepeye genliği $V_{pp}=6,6V$ değerinde oldu. Tasarlanan devrenin blok diyagramı Şekil 2’de gösterilmektedir.

Devrede dört adet 8×1 ’lik analog çoklayıcı (Analog Mux) bulunmaktadır ve bunlar ikişer ikişer kullanılmaktadır. Çoklayıcıların ilk iki tanesi bant durdurucu filtrelerin girişine diğer ikisi ise bu filtrelerin çıkışına bağlandı. MCU, çoklayıcıların seçme pinlerinin değerini belirleyerek kare dalga hangi filtreye

verilmiş ise bu filtrenin çıkışını tampon OPAMP girişine vermektedir. Buradaki tampon OPAMP, filtrelerin ve zarf detektörünün empedanslarını yalıtım için kullanılmıştır. Tampon OPAMP çıkışındaki işaret hala AC olduğundan işlemcinin analogdan sayısala çevirici ADC birimi tarafından işlenmesi mümkün değildir (çünkü ADC örnekleme hızı kare dalgaların frekansına göre yeterli değildir). Bu nedenle zarf detektörüne kullanılmaktadır. Zarf detektörü çıkış olarak, girişindeki AC işaretin tepe değerine eşit bir DC işaret üretmektedir ve bu DC işaret MCU'nun dahili ADC'sinin girişine verilerek devrenin döngüsü tamamlanmaktadır.



Şekil 2. Devre blok diyagramı

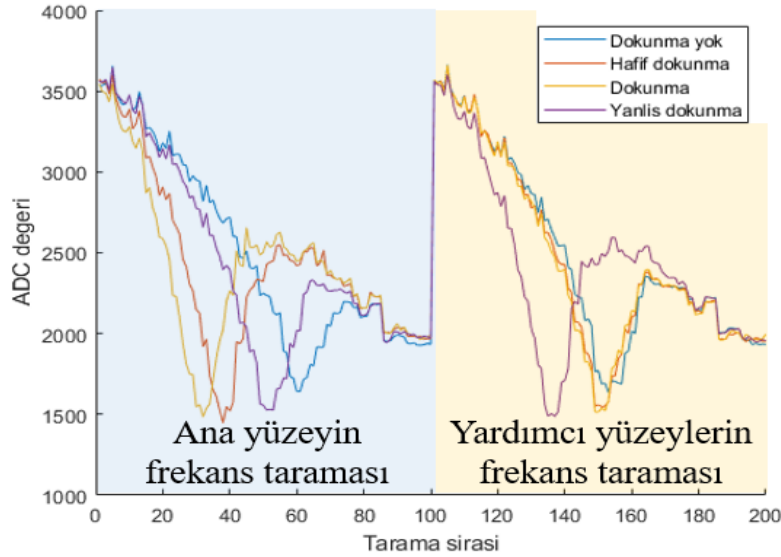
Frekans taramasındaki her bir frekans için yukarıda anlatılan döngü tekrarlanmakta olup bu nedenle frekans taramasının tamamlanması Tablo 1'de verildiği gibi 100ms sürmektedir. Tasarlanan devre kartı ve butonlarla bağlantısı Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Tasarlanan devre kartı ve butonlarla bağlantısı

2.3. Veri Toplama

Veri toplama işlemini kolaylaştırmak için MATLAB'da bir grafiksel kullanıcı arayüzü (Graphical User Interface-GUI) tasarlandı. Bu GUI sayesinde canlı veriler etiketlenip kaydedildi. Dört davranış sınıfına ait veri toplama altı kişinin katılımıyla yapıldı ve eğitimde kullanılmak üzere bu kişilerden her bir sınıf için 960 veri alındı. Aynı kişilerin katılımıyla teste kullanılmak üzere her bir sınıf için 120 veri toplandı. Şekil 4'te dört farklı davranış sınıfını temsil eden örnek veriler gösterilmektedir.



Şekil 4. Davranış tiplerini temsil eden örnek veriler

Bu verileri elde etmek için MCU ilk önce Şekil 1'deki butonun ana yüzeyine bağlı filtreyi seçmektedir. Sonrasında frekans taramasını başlatıp 100 adet veri kaydetmektedir. Bunlar Şekil 4'te mavi ile gösterilen bölgedeki verilerdir. Sonrasında MCU, butonun yardımcı yüzeylerine bağlı filtreyi seçmekte ve frekans taramasını başlatıp 100 adet yeni veriyi kaydetmektedir. Bunlar Şekil 4'te sarı ile gösterilen bölgedeki verileridir. Bu şekilde her buton için 200 noktalı veri kaydedilmektedir. Bu 200 noktalı veri Şekil 1'deki butonun kapasitif profilidir. Şekil 4 incelendiğinde dokunmanın olmadığı durumda butonun ana ve yardımcı yüzeylerinin filtre çıkışının merkez frekansı yüksek değerdedir. Hafif dokunma olduğunda ana yüzeyin filtre çıkışı sola doğru kaymaktadır. Bununla birlikte yardımcı yüzeylerin filtre çıkışında ana yüzeye göre daha az sola doğru kayma vardır. Dokunma olduğunda ana yüzeyin filtre çıkışı hafif dokunmaya göre daha fazla sola kaymaktadır. Bununla birlikte yardımcı yüzeylerin filtre çıkışında hafif dokunmada olduğu gibi ana yüzeye göre daha az sola doğru kayma vardır. Yanlış dokunma olduğunda ana yüzeyin filtre çıkışı hafif dokunmaya göre daha az sola kaymaktadır. Bununla birlikte yardımcı yüzeylerin filtre çıkışında diğer durumlara göre daha fazla sola kayma vardır.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu çalışmada dokunmatik butonlarda dört farklı davranış tipini sınıflandırmak için klasik makine öğrenme yöntemleri ve derin sinir ağlar kullanılarak sınıflandırma yapılmış ve bu sınıflandırıcıların başarımları karşılaştırılmıştır.

3.1. Klasik Makine Öğrenme Yöntemleri ile Sınıflandırıcı Eğitimi ve Testi

Klasik makine öğrenme yöntemleri, eğitimde kullanılacak verilerden özellikler (öznitelikler) çıkartılmasını gerektirir. Bu özellikler verileri en iyi şekilde ifade etmelidir. Bu özelliklerin verileri iyi şekilde ifade etmesi sınıflar arası ayrımı en iyi şekilde yapması ile gerçekleşir. Bu çalışmadaki sınıflandırma problemi için tespit edilen en uygun özellikler şöyledir:

1. Özellik: Frekans taraması sonrasında elde edilen kapasitif profilin ilk yüz veri noktasının minimum değeri.
2. Özellik: Kapasitif profildeki ilk yüz veri noktasının minimum değerinin indisi.
3. Özellik: Kapasitif profilde 100'üncü indisten sonraki veri noktalarının minimum değeri.
4. Özellik: Kapasitif profilde 100'üncü indisten sonraki veri noktalarının minimum değerinin indisi.
5. Özellik: Kapasitif profildeki ilk yüz veri noktasının standart sapması.
6. Özellik: Kapasitif profilde 100'üncü indisten sonraki veri noktalarının standart sapması.

Yukarıdaki özellikler ile bir vektör oluşturulup MATLAB'da, Linear SVM, Quadratic SVM, Cubic SVM, KNN (k=1) ve KNN (k=10) yöntemlerini kullanan 5 farklı sınıflandırıcı eğitimi yapıldı. Sınıflandırıcılar eğitildikten sonra eğitim veri seti ile 5 kez çapraz doğrulama ve test veri seti ile de test doğruluğu hesaplandı. Tablo 2'de elde edilen geçiş ve test doğruluğu değerleri verilmektedir.

Tablo 2. Önerilen özellik vektörü için elde edilen sınıflandırma sonuçları

	Linear SVM	Quadratic SVM	Cubic SVM	KNN (k=1)	KNN (k=10)
Çapraz Doğrulama	90,86	92,62	93,31	95,18	92,49
Test Doğruluğu	86,15	89,46	89,46	88,63	88,64

KNN (k=1) yöntemi SVM'e göre daha yüksek geçişleme doğruluğu verse de test doğruluğu açısından Quadratic ve Cubic SVM diğer yöntemlere göre daha başarılıdır. KNN yöntemleriyle yeni bir veriyi sınıflandırma SVM yöntemlerine göre daha büyük bir hesaplama yükü gerektirdiğinden ve SVM yöntemlerinin test doğruluğu daha yüksek olduğundan tasarlanan devredeki MCU'ya sadece SVM aktarıldı.

3.2. Derin Sinir Ağı Eğitimi ve Testi

Derin sinir ağı (Deep Neural Network DNN) eğitimi için Keras kütüphanesi kullanıldı. Çok Katmanlı İleri Beslemeli (Multi Layer Feed Forward MLFF) ve Evrimsel (Convolutional Neural Network CNN) olmak üzere iki farklı ağ mimarisi eğitildi. Kapasitif profil'in genlik değeri normalize edilerek derin ağa giriş olarak verildi. Derin ağlar eğitildikten sonra test verileri üzerinde test doğruluğu hesaplandı. Ağ yapılarının, test doğruluğuna etkisini anlamak için gizli katman sayısı ve her bir katmandaki nöron sayısına göre üç farklı MLFF ağ eğitildi.

Tablo 3. MLFF ağındaki gizli katman tipleri

Gizli Katman Tipi	Gizli Katman Sayısı	Her Bir Katmandaki Nöron Sayısı
MLFF Tip A	5	20
MLFF Tip B	5	40
MLFF Tip C	10	20

Bu ağların gizli katmanlarıyla ilgili bilgiler Tablo 3'te verilmektedir. DNN çıkış katmanı daima 4 sınıfı temsil eden 4 nöron içermektedir. DNN eğitiminde ağ parametrelerini güncellemede "Adam" optimizör kullanıldı, batch_size ve epoch değerleri 10 olarak seçildi. Hiçbir hiper parametre değişimi yapılmazsa bile derin ağ eğitim sonucu eğitimin tekrarlanmasıyla değiştiği için eğitimler 10 kez tekrarlandı ve eğitilen her bir ağ yapısı için maksimum doğruluk, ortalama doğruluk ve doğruluğun standart sapması elde edildi. MLFF mimarisindeki derin ağların test verileri üzerinde doğruluk sonuçları Tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4. MLFF mimarisindeki derin ağların test verileri üzerinde doğruluğu

	Maksimum Doğruluk	Ortalama Doğruluk	Standart Sapma
MLFF Tip A	91,94	89,67	1,37
MLFF Tip B	93,18	88,26	2,65
MLFF Tip C	93,80	88,09	3,3

CNN mimarisinde derin sinir ağına verilen giriş MLFF mimarisindeki ağlara verilen girişin aynıdır. CNN'deki evrimsel katmanların test doğruluğuna etkisini tespit etmek için farklı sayıda evrimsel katman ve her bir katmanda farklı sayıda filtre kullanıldı. Bu şekilde evrimsel katmanları farklı olan 4 CNN ağı oluşturuldu ve bu ağların özellikleri Tablo 5'te verilmektedir. CNN ağlarının tam bağlı olan kısmındaki gizli katmanlar için Tablo 3'teki MLFF Tip A seçildi ve çıkış katmanı 4 sınıfı temsil eden 4 nöron içermektedir. CNN mimarisindeki derin ağların test verileri üzerinde doğruluk sonuçları Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 5. CNN ağlarının evrimsel katman özellikleri

Evrimsel Katman Tipi	Katman Sayısı	Her bir Katmandaki Filtre Sayısı	Filtre Çekirdek boyutu
CNN Tip A	2	8	3
CNN Tip B	2	8	5
CNN Tip C	2	16	3
CNN Tip D	4	1 ve 2.katman = 16, 3 ve 4.katman = 8	1 ve 2.katman = 5, 3 ve 4.katman = 3

Tablo 6. CNN mimarisindeki derin ağların test verileri üzerinde doğruluğu

	Maksimum Doğruluk	Ortalama Doğruluk	Standart Sapma
CNN Tip A	91,32	89,27	1,47
CNN Tip B	92,35	87,63	1,96
CNN Tip C	94,00	89,71	1,64
CNN Tip D	91,11	89,54	1,16

Klasik makine öğrenme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, DNN'nin sergilediği ortalama test doğruluğu aynı seviye olmakla birlikte maksimum doğruluğu daha yüksek değerdedir. Bu maksimumu yakalamak için DNN eğitimi yapılırken eğitimin tekrarlanmasına ihtiyaç duyuldu ve maksimum doğruluğu gösteren derin sinir ağı parametreleri MCU'ya aktarıldı.

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada frekans taramalı kapasitif dokunma algılamayla dokunma şekli tespiti yapıldı. Frekans taraması için mikrodenetleyicinin ürettiği, frekansı zamanla değişen kare dalgalar kullanıldı. Dokunma şekli tespiti için yeni bir buton deseni önerildi ve bu desen sayesinde yanlış dokunma durumunu sınıflandırmak için birden fazla butonun durumunu kontrol etmeye gerek kalmadı. Her bir frekans taraması tamamlandığında elde edilen kapasitif profil SVM sınıflandırıcıya veya derin sinir ağına verildi. Sınıflandırıcının verdiği karar seri port ile bilgisayara gönderilerek canlı veriler üzerindeki testler yapıldı. Canlı veriler üzerindeki testin doğruluğu değerlendirmesi için teste katılan kişilerden belirli bir dokunma davranışı yapmaları istenildi ve devrenin veridi karara bakılarak bu kararın doğru olup olmadığı incelendi. Verilen her 10 karardan 9'unun doğru olduğu tespit edildi, test doğruluğuyla karşılaştırıldığında sınıflandırıcının devreye doğru bir şekilde aktarıldığı anlaşıldı. Devreden bilgisayara sadece sınıflandırma sonucu gönderme yerine hem sınıflandırma sonucu hem de canlı veriler gönderildi ve bilgisayarda da sınıflandırma işlemi yapıldı. Bilgisayardaki sınıflandırıcıya çevrimiçi öğrenme kabiliyeti eklendi ve gelen yeni verileri kullanarak bilgisayardaki derin sinir ağı modelinin sürekli bir şekilde eğitilmesi sağlandı.

KAYNAKLAR

- Ahmad, M. N., Urhan, O., Anık, E., Kumluk, S. (2020), Kapasitif Araç Kapı Kontrol Panelinde Frekans Tarama Yönteminin Kullanılması, *IMSMATEC 2020*, pp. 49-52.
- Krein, P. T., Meadows, D. (1990), The Electroquasistatics of the Capacitive Touch Panel, *IEEE Transactions On Industry Applications*, 26(3), pp. 529-534.
- Manabe, H., Yamada, W., Li, E. (2017), A Capacitive Touch Sensing Technique with Series-connected Sensing Electrodes, *UIST 2017*, pp. 645-654.
- Sato, M., Poupyrev, I., Harrison, C. (2012), Touché: Enhancing Touch Interaction on Humans, Screens, Liquids, and Everyday Objects, *CHI'12*, pp. 483-392.
- Zhang, Y., Harrison, C., (2015), Tomo: Wearable, Low-Cost, Electrical Impedance Tomography for Hand Gesture Recognition, *UIST 2015*, pp. 167-173.

SICAK DÖVME ESNASINDA KULLANILAN KALIP AYIRICI YAĞLARIN İNCELENMESİ

Soner Öner

Kocaeli Üniversitesi

ssoneroner@gmail.com ORCID: 0000-0003-2084-2048

Özet

Bu çalışmada, sıcak dövme sektöründe kalıp ayırıcı yağ kullanımı ve fonksiyonunun parça üzerine etkisi incelenmiştir. Süspansiyon sistemlerinde kullanılan parçalar yüksek mekanik özelliklere sahip olması gerektiğinden dövme metoduyla üretilmesi tercih edilir. Dövme metodu ile üretim hem seri üretime uygun hemde üretilen parçanın yüksek mekanik özellikleri taşınması ile öne çıkmaktadır. İncelenen açık kalıpta dövme işleminde, SAE 1040 çeliğinin dövülerek salıncak süspansiyon parçası üretimi esnasında kalıptan parça ayırmak için kullanılan ayırıcı yağ üzerinde durulmuştur. Dövme prosesinin doğası gereği yüksek sıcaklık ve yüksek basma kuvvetiyle etkisinde bir şekil verme söz konusudur. Bu işlemde kalıplar ortalama 200°C çalışma sıcaklığına sahip iken iş parçası 1200°C sıcaklığa sahiptir. Bu sıcaklık farkından dolayı formu değiştirilen parçanın kalıba yapışması durumu oluşur. Bu esnada anlık olarak parçanın sıcaklığı düşer ve parça büzülür. Büzülüşen parçanın kalıba yapışmaması için yağlayıcılar denenmiş ve sonuçlar paylaşılmıştır. Grafitli yağlayıcı düşük karışım oranlarında bile sentetik yağlayıcılara üstün gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: sıcak dövme, yağ, kalıp, grafitli yağ,

Abstract

In this study, the effect of mold release oil usage and function on the part in the hot forging industry was investigated. Since the parts used in suspension systems must have high mechanical properties, it is preferred to be produced by forging method. Production with the forging method stands out with its high mechanical properties as well as being suitable for mass production. In the examined open die forging process, the release oil used to separate parts from the mold during the production of swing suspension part by forging of SAE 1040 steel was emphasized. Due to the nature of the forging process, there is a shaping under the influence of high temperature and high compression force. In this process, while the molds have an average working temperature of 200°C, the workpiece has a temperature of 1200°C. Due to this temperature difference, the part whose form is changed sticks to the mold. In the meantime, the temperature of the part drops momentarily and the part shrinks. Lubricants were tried to prevent the shrinking part from sticking to the mold and the results were shared. Graphite lubricant outperformed synthetic lubricants even at low mixing ratios.

Keywords: Hot forging, oil, mould, graphite oil,

1. GİRİŞ

Dövme yöntemi, tarihte bilinen en eski üretim yöntemlerinden biri olmakla birlikte günümüzde de imalat endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır. 2019'da dünya geneline bakıldığında, dövme endüstrisinin gayri safi milli hasılaya etkisinin %20 olduğu görülmektedir. Dövme işleminin endüstriyel ekonomi, toplum ve ulusal güvenlik gibi kritik öneme sahip, yüksek mukavemet isteyen üretimi zorlu parçalar için kullanılan bir işlem olarak popülerliğini artıracığı öngörülmektedir. Dolayısıyla sektördeki firmaların imalat hatlarını, performanslarını ve ürün gamlarındaki kalitelerini geliştirmesi gerekmektedir. Dövme işleminde üretim performansını ve kalitesini etkileyen en önemli unsur ise dövme kalıplarında görülen hasarlardır. (Sert, 2020)

Ekstrüzyon tipi dövme proseslerinde malzeme akışı kapalı kalıpla dövme proseslerinin başlangıç aşamalarına benzer şekildedir ve özellikle yüksek dayanımlı parçaların imalatında tercih edilir. Kapalı kalıpla dövme yada ekstrüzyon tipi dövme gibi pekçok metal şekillendirme prosesinde şekillendirilen malzeme prosesin değişik aşamalarında akış yönünü değiştirebilmektedir. Yağlayıcılar bu aşamada yüksek önem arz etmektedir. Bu amaçla yağlayıcı kullanımının malzeme akışına etkilerinin incelenmesi yararlı olmuştur. (Altınbalık, 2009)

Plastik şekil vermenin kapsadığı tüm metodlarda olduğu gibi dövme ile plastik şekil vermede de kalıp yağlarının kullanımı hayati öneme sahiptir. Sıcak, ılık ve soğuk şekillendirmede çeşitli eksenlerde basma kuvvetleri etkisinde şekillendirilmesi sırasında kullanılan bu yağlayıcılar dövme yükünü, kalıp sıcaklığını ve kalıp aşınmasını azaltmak, metal akışının istenilen şekilde olmasını ve yönetilmesini sağlaması, iş parçasının veya tufalin kalıba yapıştığı hallerde ve dövme malzemesinin oksitlere sıkıca yapıştığı durumlarda bunları ayırmak için kullanılır. (Eriklili, 2020; Adiloğlu, 2008)

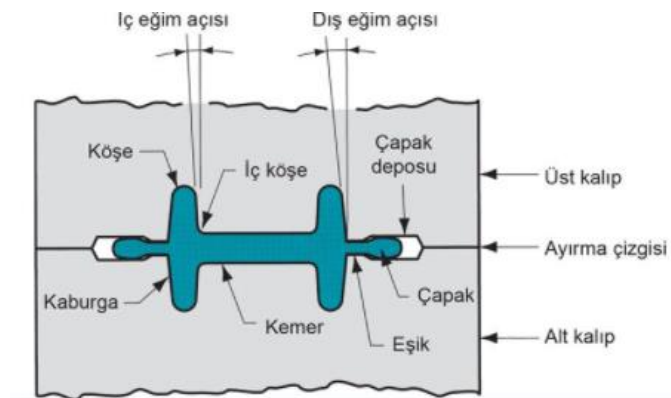
Düz kalıplarda iyi sonuçlar veren yağlayıcılar, kapalı kalıplarla her zaman iyi sonuçlar vermezler. Çünkü bu iki tipin gereksinimleri benzer değildir. Düz kalıplardaki ana gereksinim, yanıl malzeme akışının lehine olan düşük sürtünme katsayısıdır. Fakat çoğu kapalı kalıpta yanıl akış, kalıbın dikey olarak dolmasını sağlamak için özellikle engellenir. Sonuç olarak, kapalı kalıplar için ideal yağlayıcı, kalıp boşluğunun dikey yüzeylerinde minimum sürtünme ve çapak boşluğuna yakın yerlerde maksimum sürtünmeyi sağlamalıdır. (Karadağlı, 2014).

Sıcak dövme, bir parçanın seri üretim ile üretileceği durumlarda ve yüksek mekanik özellikleri bünyesinde barındırması gerekiyorsa tercih edilen bir yöntemdir. En büyük maliyet kalemi ise sıcak dövme kalıplarıdır. Dövme yağları bu noktada hayati öneme sahiptir ve kalıp ömrünü iki katına kadar çıkarabilir. Aynı zamanda parçanın yüzeyindeki kusurlardan kaynaklı hurda oranını düşürmekle görevlidir.

2. MATERYAL VE METOD

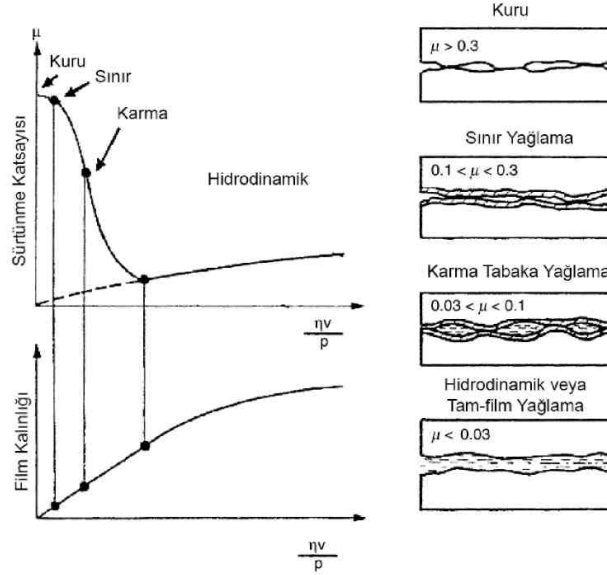
Taşıtlara ait ön süspansiyon sistemi parçaları üstün mekanik özellikler ve seri imalat açısından düşünüldüğünde dövme yöntemi ile üretilmesi haklı bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Dövme referanslarında kalıbın maruz kaldığı basınç 200 ton ile 4000 ton arasında pres kapasitesine göre değişmektedir. Tekrarlı hareket sonucu yüzeyde oluşan gerinme zamanla yorulmaya yol açar ve kalıp yatması diye tabir edilen durumlar ile karşılaşılır. Dövme sıcaklığı metale göre değişir, ana kaleme arttıkça şekil değiştirme kabiliyeti artar, plastik gerilme azalır ve böylece metalin kalıba yürüme ve doldurma kabiliyeti artar. Aşırı yüksek sıcaklık daha önce görüldüğü gibi aşırı ve istenmeyen tane büyümesine veya bazı hallerde ikinci faz ergimesine neden olabilir. Bu zararlı ve istenmeyen bir durumdur.

Kalıp sıcaklığının artması ile kalıp yüzeyi, kalıpların ısıtma işlemi ile kalıp doldurma kabiliyeti artar ve dövme basıncı azalır. Kalıpların termal şoka girmesi (kılcal çatlaklar oluşması) engellenir. Kalıp ömrünü iyileştirir. Kalıp sıcaklığı 100-300 °C kadar ısıtılır. Bu sıcaklıklarda sıcaklıklar da su ve yağ esaslı sentetik bitki özlü dövme yağları yetersiz kalabilir. Grafit esaslı yağlayıcılar kullanılabilir. Bu yağlayıcılarda %10'u geçmeyen partikül oranı ile kalan yüzdesi su olarak tamamlanarak homojen karışım şeklinde uygulanır. Bu çalışma kapsamında incelenen yağlayıcılar 2 çeşittir. Bitkisel özlü sentetik yağlar, nispeten küçük ağırlıkta ve orta karmaşık geometriye sahip parçaların sıcak dövülmesinde kullanılır. Grafit esaslı katı partiküllü yağlayıcılar ise naha büyük ve karmaşık geometri, derin gravürlü parçaların dövülmesinde ayırıcı olarak kullanılır (Şekil 1).

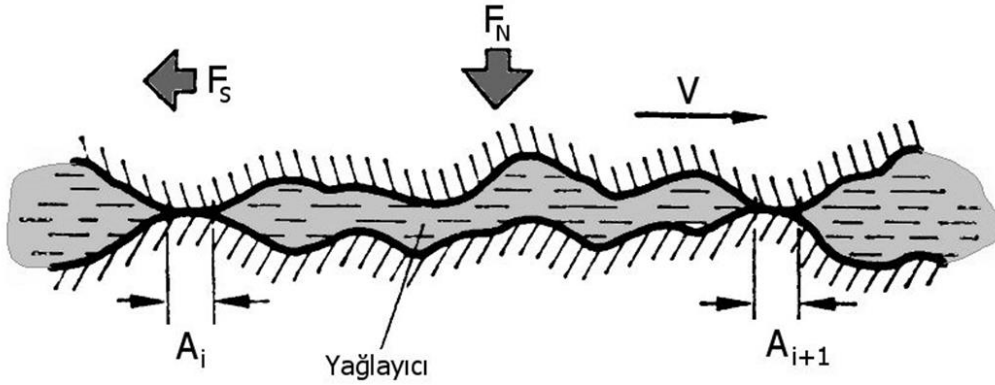


Şekil 1. Derin gravürlü kapalı tip dövme kalıbı

Sıcak basma kuvvetleri etkisinde plastik şekillendirilmesi esnasında kullanılan bu ayırıcı yağlar dövme yükünü azaltmak, kalıp sıcaklığını sabit tutmak ve kalıp aşınmasını düşürmek (Şekil 3), metal akışının düzgünlüğünü istenilen vektörde sağlamak, iş parçasının veya tufalin kalıba yapıştığı hallerde temizlemeyi sağlamak ve dövme malzemesinin oksitlere sıkıca yapıştığı durumlarda bunları ayırmak için kullanılır (Şekil 2).



Şekil 2. Çeşitli yağlamanın türlerini gösteren Stribeck eğrisi

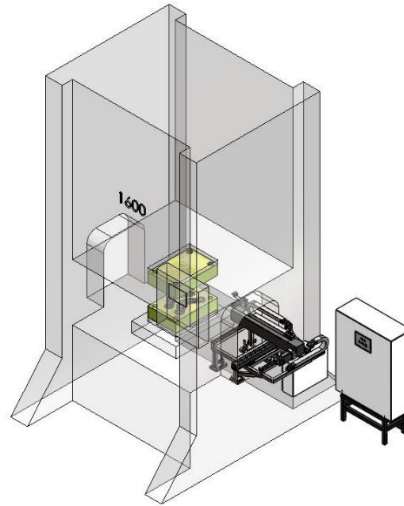


Şekil 3. Yağlayıcıların sürtünmeyi azaltmasının makro görüntüsü

Sıcak dövme prosesinde kullanılan yağlar manuel olarak operatör inisiyatifiyle yada otomatik olarak standart prosedürde uygulandığında nihai parça üzerinde net sonuçlar bırakır. Hurda oranlarında bu sonuç açıkça görülmektedir. Hurda olarak üretilen parçaların büyük yüzdesi kalıpların yüzey bozulmaları ve yağlayıcı eksikliğinden kaynaklandığı tekrarlı olarak üretim çalıştaylarında ana tema olarak işlenmektedir. Sonuçlar kısmında yağlayıcı yetersizliği ve bundan kaynaklı hurda ürünlerin görsellerine yer verilmiştir.

3. SONUÇ

Örnek referans olarak seçilen dövme salıncak parçası, SAE 1040 mil malzemeden giyotin makasla kesilmiş, indüksiyon fırınında 1200°C tavllanmış, reckwalls prosesiyle ön şekil verilmiş, bükme presinde bükülmüş ve ana dövme presinde dövülmesi gerçekleştirilmiştir. Kalıbın sıcaklığı 200°C e sabit olarak kalmaktadır. Sıcak parçanın kalıbı ısıtmasından dolayı yağlayıcılar kalıbı devamlı bir soğumaya maruz bırakmış, tekrar sıcak parça konmuş ve bu işlem böyle devam etmiş, grafitli yağ kalıbı soğutucu görevini yerine getirmiştir. (Tablo 1).



Şekil 4. Manuel ve Otomatik yağlama uygulaması

Tablo 12. Sıcak dövmede kullanılan yağların sunduğu avantajlar

Yağlama	Ayrırma	Soğutma	Koruma
Kalıp yüzeyini iş parçasının daha kolay akabileceği hale getirerek, kalıp boşluğunu tamamen doldurmasını sağlamıştır.	İş parçasının dövme işlemi sonrasında kalıptan kolayca ve zarar görmeden ayrılmasını sağlamıştır.	Kalıp üzerinde iş parçası kaynaklı oluşan ısıyı gidererek, termal çatlama ve yüksek sıcaklık aşınmalarını önlemiş ve geciktirmiştir.	Kalıp dayanıklılığını ve ömrünü (iç yapısal olarak) olabildiğince yüksek tutarak en ekonomik dövme prosesine ulaşmada katkıda bulunmuştur.

Çalışma kapsamında, gerçekleşen üretimden ortaya çıkan parçalar %100 kontrol edilmiş ve hurdaya ayrılan parçalar görsel olarak incelenmiştir. Yağlama operasyonu manuel olarak yapıldığında operatörün insiyatifi ve insan faktörüyle yağlama eksikliğinden hurda parçalar üretilmiştir. Otomatik yağlamada ise bu kısım operatör tecrübesinden alınarak robotlu sistem kullanarak çok daha standart bir üretim sunmuştur. Yağlama eksikliğinden dolayı kalıp erken deforme olmuş, ömrünü tamamlamış ve bazı kısımlarda dövme doldurmama problemi ortaya çıkmıştır. Kalıbın yüzeyinde temizlenemeyen tufaller parçaya yapışmış ve görsel olarak kusurlu hurda parçalar üretilmiştir. Kalıbın açılması kaynaklı izler nihai parçada işleme sonrası ortaya çıkan hurdalar olarak karşımıza çıkmıştır (Şekil 5). Sentetik ve

grafit esaslı dövme yağlarının kullanımı kalıbı, operatörü, üretilen parçayı ve çalışma ortamını korumuştur.



Şekil 5. Yağlayıcıların eksikliği kaynaklı hurda parçalar

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, sıcak dövmede kullanılan kalıp ayırıcı yağlar incelenmiştir. Otomatik ve manuel yağlama metodu avantajları ile aktarılmıştır. Yapılan incelemelerde;

- (i) Yağlayıcıların genel kullanımları ve seri üretime katkıları gösterilmiştir.
- (ii) Maliyet ve ergonomi açısından değerlendirildiğinde kalıp ayırıcı yağın bir tercihten ileri ihtiyaç olduğu saptanmıştır.
- (iii) Yağlayıcıların kalıp ömrüne ve parça geometrisine doğrudan etkisi kanıtlanmıştır. Basit geometrili kalıplarda iyi sonuçlar veren yağlayıcılar karmaşık ve derin gravürlü parçalarda iyi sonuç vermemiştir. Bunun sebebi dikey olarak malzeme yürümesi gerektiği durumlarda herkısının eşit yağlanması ve malzemenin çapak hattına yürümesi kaynaklı dövme doldurmamanın yaşanmasıdır. Bu geometrili parçalarda çapak hattının yağlanmaması, derin gravür kısımlarda dikey eksenli kritik bölgelere malzeme yürümesi için daha fazla yağ kullanılarak sürtünmenin azaltılması sağlanmıştır. Seçilen referansta kalıp ömrü yağsız 3000'e düşerken yeterli yağlayıcılarla bu tekrar 12000 adetlerin üzerine çıkmıştır.

KAYNAKÇA

- ADİLOĞLU, S., Dövme kalıplarında kalıbın dolmasını etkileyen faktörlerin incelenmesi ve sonlu elemanlar yöntemi ile akış analizlerinin yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
- ALTINBALIK T., Çan Y., Ekstrüzyon Tipi Dövme Proseslerinde Farklı Kalıp Geometrilerinin Kuvvet Ve Malzeme Akışına Etkisi, Trakya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 2009.
- ERİKLİLİ S., 1040 Çelik Süspansiyon Parçasının Dövme Üretim Prosesinde Çıkan Hataların Belirlenmesi Ve İyileştirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer HALİSDEMİR Üniversitesi Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2019.
- KARADAĞLI, Ö., Soğuk dövme ile üretimde simülasyon uygulamaları, Yüksek Lisan Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 2014.
- SERT Y., Yeşilyurt M., Günaydın O., Emir L., Küçükömeroğlu T., Dövme Kalıplarında Aşınma Mekanizmaları, 2021. <https://doi.org/10.31202/ecjse.819457>

YOĞUN TRAFİK ALTINDAKİ SSB KAPLAMANIN MEKANİSTİK TASARIMI VE TASARIM PARAMETRELERİNİN DUYARLILIK ANALİZİ

Gizem Çelik

Yalova Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ulaştırma ve Lojistik Mühendisliği
celikgizem58@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8050-2531

Yavuz Abut

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği Bölümü
yavuz.abut@yalova.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4249-7791

Özet

Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) yollar son yıllarda özellikle belediyeler ve il özel idareleri tarafından kent içi ve kırsal alanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. SSB yollar düşük ilk yapım maliyeti, uzun servis ömrü, asfalt ekipmanlarıyla hızlı bir şekilde inşa edilebilmesi ve erken trafiğe açılabilmesi gibi önemli avantajları ile ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, Yalova ili özelinde 1412 m uzunluğunda ve 7 m genişliğindeki bir asfalt yol kesiminde, kaplamanın SSB olarak inşa edilmesi durumunda ortaya çıkacak olan ilk yapım ve bakım-onarım maliyetleri irdelenmiş, asfalt kaplama ile karşılaştırmalı bir mukayese yapılmıştır. İkinci aşamada ise, SSB yol tasarım girdileri olan betonun eğilme dayanımı, çatlamış plak oranı, zemin reaksiyon modülü (k-value), güvenilirlik düzeyi ve servis ömrünün beton yol enkesiti üzerindeki duyarlılık etkileri mekanistik-ampirik bir yöntem ile irdelenmiştir. SSB yolun asfalt yola kıyasla, ilk yapım maliyeti açısından yaklaşık %25, bakım-onarım maliyetleri açısından ise yaklaşık %34 daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Doğrusal duyarlılık analizi sonuçlarına göre ise, betonun eğilme dayanımı, çatlamış plak oranı veya zemin reaksiyon modülünden herhangi birisinin %25 azaltılması durumunda, kaplama kalınlığının sırasıyla %25, %4 ve %3 oranında arttığı, güvenilirlik düzeyi veya servis ömrü parametrelerinden herhangi birisinin %25 azaltılması durumunda ise, kaplama kalınlığının sırasıyla %44 ve %3 oranında azaldığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre, inşaat maliyetini etkileyen en baskın tasarım parametrelerinin betonun eğilme dayanımı ve güvenilirlik düzeyi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Silindirle Sıkıştırılmış Beton, Duyarlılık Analizi, Mekanistik-ampirik Tasarım.

MECHANISTIC DESIGN OF RCC PAVEMENT UNDER THE HEAVY TRAFFIC AND SENSITIVITY ANALYSIS OF DESIGN PARAMETERS

Abstract

Roller Compacted Concrete (RCC) roads have been widely used in urban and rural areas in recent years, especially by municipalities and special provincial administrations. RCC roads stand out with their important advantages such as low initial construction cost, long service life, rapid construction with asphalt equipment and early opening to traffic. In this study, if the pavement is preferred as RCC, the possible initial construction and maintenance-repair costs of road section (1412 m x 7 m) in Yalova were examined and a comparative comparison was made with asphalt pavement. In the second stage, the sensitivity analysis of RCC road design inputs, which are the flexural strength of concrete, slab cracked ratio, soil reaction modulus (k-value), reliability level and design life, on the cross-section of the concrete road were examined with a mechanistic-empirical method. It has been determined that the RCC road is approximately 25% more economical in terms of initial construction costs and approximately 34% more economical in terms of maintenance-repair costs compared to the asphalt road. According to the results of the linear sensitivity analysis, if any of the flexural strength of concrete, slab cracked ratio or soil reaction modulus is decreased by 25%, the slab thickness increases by 25%, 4% and 3%, respectively, and if any of the reliability level or design life parameters is decreased by 25%, the slab thickness decreases by 44% and 3%, respectively. The sensitivity analysis showed that the most dominant design parameters affecting the construction cost were the flexural strength of concrete and reliability level.

Keywords: Roller Compacted Concrete, Sensitivity Analysis, Mechanistic-empirical Design.

1. GİRİŞ

SSB yollar içeriğindeki malzemeler ve yapısal performans olarak, geleneksel beton yollara benzer olup agrega gradasyonu ve sıkıştırma işlemleri ile de asfalt yollara benzer şekilde inşa edilmektedir. SSB yol, iri ve ince agregaların iyi gradasyon verecek şekilde uygun su ve çimento ile karıştırılarak oluşturulan karışımın asfalt sericilerle serilip, silindirler ile sıkıştırılması ile oluşan bir rijit üstyapı tipidir (Harrington vd., 2010). SSB kaplamalar, düşük ilk yapım maliyetleri, minimum düzeyde bakım-onarım gereklilikleri, uzun servis ömürleri, yüksek taşıma kapasitesi gibi sahip olduğu özelliklerle ciddi bir alternatif olarak ön plana çıkmaktadır. Günümüzde kentlerdeki nüfus artışı ve ticari faaliyetlerdeki gelişmeler ile birlikte ulaşım ihtiyaçları da artış göstermektedir. Dünyada kullanımı en fazla olan karayolu ulaşımında, yol ağı sürekli genişlemekte, bununla birlikte bakım-onarım miktarları ve harcamaları artmaktadır. Ülkemizdeki yol kaplamalarının büyük kısmı esnek yol kaplamalarından oluşmaktadır. Asfalt kaplamaların bağlayıcı malzemesi olan bitüm dışarıdan temin ettiğimiz ve maliyeti yüksek olan bir malzemedir. Maliyetleri düşürmek ve çok daha uzun sürelerde servis hizmeti almak için bağlayıcı malzemesi olarak çimento kullanılan beton yolların kullanımı artırılabilir. Geleneksel beton ve asfalt yolların birtakım özelliklerinden yararlanılarak elde edilen SSB yollar, alternatif bir kaplama türü olarak karşımıza çıkmaktadır. SSB kaplamalar son yıllarda yerel yönetimler tarafından benimsenmiş ve yaygın bir şekilde tercih edilmeye başlamıştır. Ülkemizde ilk SSB uygulaması, 1982-1983 yılları arasında yapılan Karakaya Barajı inşasıdır. Türkiye'deki ilk SSB yol uygulaması Denizli Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılmıştır (Yaman & Ceylan, 2013). Daha sonra Kocaeli, Samsun, Tekirdağ, Edirne, Ordu, Manisa, Bursa, Kırklareli, Artvin, Sakarya, Ağrı gibi birçok ilimizde SSB yol uygulaması yapılmıştır (TÇMB, 2019). Bu çalışmada, Yalova ili özelinde 1412 m uzunluğunda ve 7 m genişliğindeki bir asfalt yol kesiminde, kaplamanın SSB olarak inşa edilmesi durumunda ortaya çıkacak olan ilk yapım ve bakım onarım maliyetleri irdelenmiş, asfalt kaplama ile karşılaştırmalı bir mukayese yapılmıştır. İkinci aşamada ise, SSB yol tasarım girdileri olan betonun eğilme dayanımı, çatlamış plak oranı, zemin reaksiyon modülü, güvenilirlik düzeyi ve servis ömrünün beton yol enkesiti üzerindeki duyarlılıkları, mekanistik-ampirik bir yöntem ile irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Güzergâh Seçimi

Çalışma kapsamında, Yalova İli Termal Yolu Caddesi üzerinde art arda konumlanmış üç adet kavşak ve bunları bağlayan bir yol geçkisi üzerinde tasarım yapılmıştır. Belirlenen güzergâh için yapılan trafik sayımı verilerine göre, yoldan bir günde geçen ortalama kamyon sayısı 73 olarak verilmiştir (Kara, 2020). Güvenli yönde kalmak adına bu sayı %25 artırılarak 91 alınmıştır. Güzergahın uydu görüntüsü Şekil 1'de, yola ait sokak resimleri ise Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Yolun uydu görüntüsü



Şekil 2. Kavşak kesişim noktaları ve yol geçkisi (Google Street View)

2.2. Yolun Yapısal Tasarımı

Kaplama tasarımı genel olarak, plak kalınlığının ve enine-boyuna derz mesafelerinin belirlenmesine dayanmaktadır. Bu çalışmada, büyük ölçüde Packard, R. G., & Canadian PCA (1984) ve ACI 330.2R (2017) dizayn prosedürlerini kullanan Pavement Designer internet sitesi üzerinden bir tasarım yapılacaktır (Link-1). Pavement Designer arayüzü, Şekil 3'te ve tasarımda kullanılan parametreler Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 3. Pavement Designer arayüzü (Link-1)

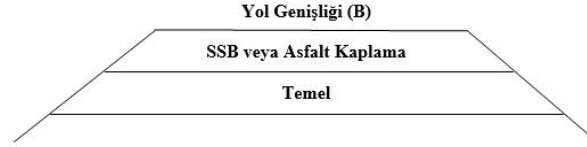
Tablo 1. Kaplama tasarımında kullanılan parametreler

PARAMETRE	DEĞER
Proje Süresi (Yıl)	20
1991 İl Yolu, Güvenilirlik (%)	70
Günlük Ortalama Kamyon Sayısı (Major Arterial)	91
Yıllık Ağır Taşıt Trafığı Artış Oranı (%)	2
1991 Yön Dağılımı (%)	50
Tasarım Şeridi Dağılımı (%)	100
Standart Dingil Yüğü (kN)	80
Betonun Esneklik Modülü (MPa)	27500
Betonun Üç Nokta Eğilme Dayanımı (MPa)	4,5
Servis Ömrü Sonundaki Çatlamış Plak Oranı (%)	5
Taban Zemini CBR Değeri (%)	15
Granüler Temel M_R (Esneklik Modülü) Değeri (MPa)	172
Granüler Temel Kalınlığı (mm)	150

Tasarım çıktılarına göre, hesaplanan minimum kaplama kalınlığı 142,24 mm olmakla birlikte tavsiye edilen tasarım kalınlığı 140,00 mm'dir. Enine derz aralıkları ise 2,36 m olarak belirlenmiştir.

2.3. Maliyet Analizi

SSB ve asfalt kaplama maliyetleri, Şekli 4'te verilen en kesite göre, L (Uzunluk) =1412 m ve B (Genişlik) = 7 m olacak şekilde hesaplanmıştır (Aşınma ve Binder Yoğunluğu = 2,4 t/m³, PMT Yoğunluğu = 2,3 t/m³).



Şekil 4. Yol üstü yapısı tabaka kesitleri (Akbelen & Yaman, 2019)

Birim fiyat analizlerinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen, 2019 yılı birim fiyatları baz alınmıştır (Akbelen & Yaman, 2019). Bu çalışmada, 2021 yılı perspektifi için birim fiyatlar %60 oranında artırılarak kullanılmıştır. Tablo 2'de SSB ve asfalt kaplamaların ilk yapım maliyetleri verilmiştir. Bu sonuçlara göre, SSB yolun ilk yapım maliyetinin asfalt yola göre yaklaşık %25 daha ekonomik olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2. SSB ve asfalt kaplama için ilk yapım maliyeti analizi

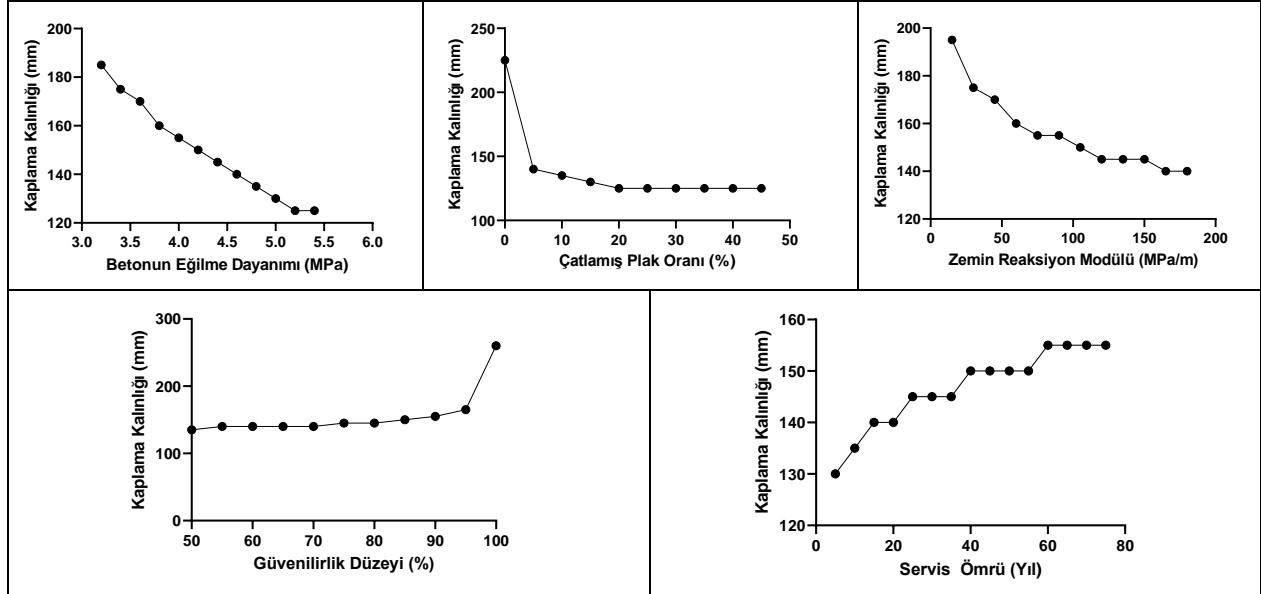
SSB KAPLAMA				
İŞİN ADI	ÖLÇÜ BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI (TL)	MALİYET (TL)
Kazı Yapılması (15 cm)	m ³	1482,60	30	44478
PMT (15 cm)	ton	3409,98	95,90	327017,08
Karışımın Hazırlanması, Finişerle Serilmesi ve Silindirlerle Sıkıştırılması	m ³	1383,76	413,68	572433,84
Tesisten Sahaya Taşınma	m ³	1383,76	26,93	37264,66
Derz Kesimi	m	1412	3,38	4772,56
Kimyasal Kür	m ²	9884	5,97	59007,48
TOPLAM				1.044.973,62
ASFALT KAPLAMA				
İŞİN ADI	ÖLÇÜ BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI (TL)	MALİYET (TL)
Kazı Yapılması (15 cm)	m ³	1482,60	30	44478
PMT (15 cm)	ton	3409,98	95,90	327017,08
Binder (9 cm)	ton	2134,94	290	619132,60
Aşınma (6 cm)	ton	1423,30	290	412757
TOPLAM				1.403.384,68

SSB yolun servis ömrü boyunca göreceği bakım-onarım faaliyetleri (Abut, 2017)'a göre belirlenmiş, maliyetler 2021 birim fiyatlarını yansıtmaları için %60 oranında artırılmıştır. Sırasıyla SSB yol ve asfalt yol olmak üzere bakım-onarım maliyetleri 161,88 TL/m² ve 243,20 TL/m² olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre SSB yolun bakım-onarım maliyetlerinin asfalt yola göre yaklaşık %34 daha ekonomik olduğu sonucu çıkmaktadır.

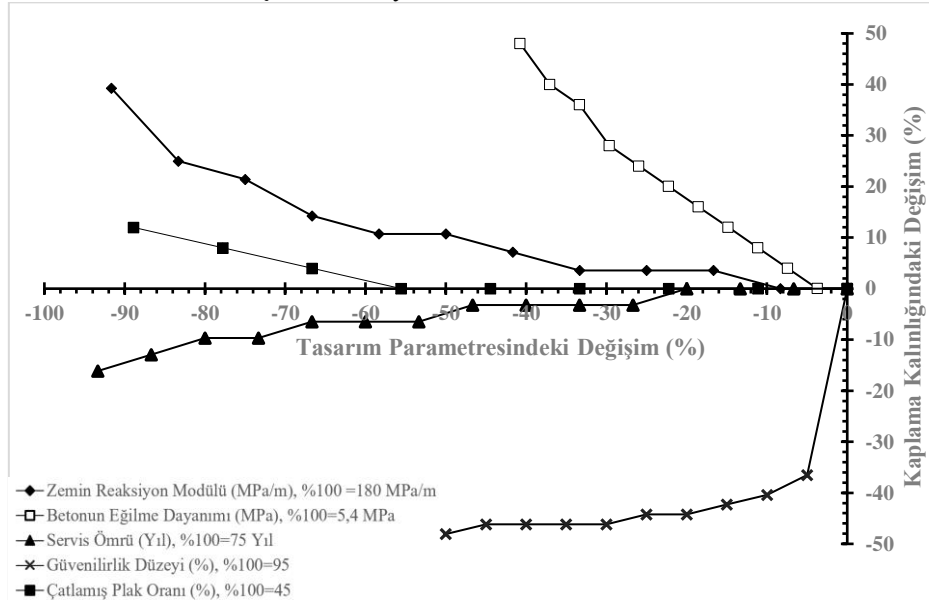
2.4. Duyarlılık Analizi

Birden fazla değişkenin olduğu duyarlılık analizleri, bir girdi parametresinin değerinin, bu girdi değişkeninin tahmin edilen performans üzerinde önemli bir etkisi olup olmadığını belirlemek için

yapılmaktadır. Bu sayede değişkenlerin modeldeki etkileri belirlenebilmektedir. Aynı zamanda, girdi parametrelerinin farklı varyasyonlarında kaplama kalınlığının tespitine imkân tanımaktadır. Pavement Designer ile elde edilen duyarlılık analizi grafikleri Şekil 5'te verilmektedir. Bu grafikler Şekil 6'daki gibi normalize edildiği takdirde, girdi parametrelerinin kaplama kalınlığı üzerindeki etkisi görece olarak değerlendirilebilmektedir. Şekil 6'da her bir girdi parametresindeki yüzde azalma miktarının, kaplama kalınlığına olan görece etkisi (yüzde artış veya azalış) görülmektedir. Bu grafiğe göre, betonun eğilme dayanımı, çatlamış plak oranı veya zemin reaksiyon modülünden herhangi birisinin %25 azaltılması durumunda, kaplama kalınlığının sırasıyla %25, %4 ve %3 oranında arttığı, güvenilirlik düzeyi veya servis ömrü parametrelerinden herhangi birisinin %25 azaltılması durumunda ise, kaplama kalınlığının sırasıyla %44 ve %3 oranında azaldığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre, maliyeti etkileyen en baskın tasarım parametrelerinin betonun eğilme dayanımı ve güvenilirlik düzeyi olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5. Duyarlılık Analizi Grafikleri



Şekil 6. Tasarım Parametrelerinin Kaplama Kalınlığı Üzerindeki Etkisi

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Yalova ili özelinde 1412 m uzunluğunda ve 7 m genişliğindeki bir asfalt yol kesiminde, kaplamanın SSB olarak inşa edilmesi durumunda ortaya çıkacak olan ilk yapım ve bakım onarım maliyetleri irdelenmiş, asfalt kaplama ile karşılaştırmalı bir mukayese yapılmıştır. Aynı zamanda, SSB

yol tasarım girdileri olan betonun eğilme dayanımı, çatlamış plak oranı, zemin reaksiyon modülü, güvenilirlik düzeyi ve servis ömrü'nün beton yol enkesiti üzerindeki duyarlılıkları, mekanistik-ampirik bir yöntem ile irdelenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre;

- Pavement Designer ile elde edilen minimum SSB kalınlığı 142,24 mm, tavsiye edilen tasarım kalınlığı 140,00 mm olarak tespit edilmiştir. Enine derz aralıkları ise 2,36 m olarak hesaplanmıştır. Tasarım parametrelerine göre derz mesafelerinde fazla açılmaya müsaade edilmemektedir.
- Tabaka kalınlıkları belirlenen yolun ilk yapım maliyetleri ve bakım/onarım maliyetleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama asfalt kaplamalar için de yapılarak karşılaştırmalı bir maliyet analizi yapılmıştır. SSB yolun ilk yapım maliyeti 1.044.973,62 TL olarak belirlenmiştir. Aynı miktarda asfalt yolun ilk yapım maliyeti ise 1.403.384,68 TL'dir. Bu hesaplamalar doğrultusunda, SSB yolun ilk yapım maliyetinin asfalt yoldan yaklaşık %25 daha ekonomik olduğu belirlenmiştir. Bakım onarım maliyetleri açısından yapılan kıyaslamada, SSB yolun asfalt yoldan yaklaşık %34 oranında daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Yapılan maliyet analizlerinden de anlaşılacağı üzere, SSB kaplamanın uzun hizmet ömrü ve minimum düzeyde bakım ihtiyaçları dikkate alındığında, düşük ilk yapım maliyeti olan ekonomik bir alternatif olarak ön plana çıkmaktadır.
- Normalize edilmiş duyarlılık analizlerine göre, betonun eğilme dayanımı, çatlamış plak oranı veya zemin reaksiyon modülünden herhangi birisinin %25 azaltılması durumunda, kaplama kalınlığının sırasıyla %25, %4 ve %3 oranında arttığı, güvenilirlik düzeyi veya servis ömrü parametrelerinden herhangi birisinin %25 azaltılması durumunda ise, kaplama kalınlığının sırasıyla %44 ve %3 oranında azaldığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre, maliyeti etkileyen en baskın tasarım parametrelerinin betonun eğilme dayanımı ve güvenilirlik düzeyi olduğu belirlenmiştir. Yeni yapılması hedeflenen yollar için bu iki parametre ekonomiklik yönünden daha ayrıcalıklı ve öncelikli olarak irdelenmelidir.
- Yalova İlinde henüz beton yol yapımının gerçekleşmediği bilinmektedir. Bu bağlamda özellikle sathi kaplamanın yapıldığı alanlarda (Belediye sorumluluğundaki yolların %5'i, İl Özel İdaresi sorumluluğundaki yolların %25'i) SSB yol uygulanması ekonomiklik ve uzun süre kullanım gibi birçok açıdan getiri sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abut, Y. (2017). Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yol: Kocaeli İlinde Bir Durum Çalışması. Doktora Tezi. ACI 330.2R-2017, Guide for the Design and Construction of Concrete Site Paving for Industrial and Trucking Facilities Reported by ACI Committee 330
- Akbelen, B., & Yaman, İ. Ö. (2019). Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) ve Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) Yolların Teknik ve Ekonomik Analizi. 1. Beton Yollar Kongresi ve Sergisi, (s. 261-273). Ankara.
- Harrington, D., Abdo, F., Adaska, W., Hazaree, C., & Ceylan, H. (2010). Guide for Roller Compacted Concrete Pavements. National Concrete Pavement Technology Center, Institute for Transportation, Iowa State University.
- Kara, H. (2020). Yeşil Dalga ile İşletilen Kavşaklarda Işıklı Kılavuz Uygulama Projesi. Lisans Tezi. Yalova. LİNK-1: <https://www.pavementdesigner.org/projectTypes/street/concrete/> (Erişim Tarihi: 11.05.21)
- Packard, R. G., & Canadian PCA. (1984). Thickness design for concrete highway and street pavements: Canadian edition/metric. Ottawa, Ont.: Canadian Portland Cement Association.
- TÇMB. (2019, Ekim). Silindirle sıkıştırılmış beton: Beton kaplamaları ulaştırma sektörünün kullanımına sunan bir yöntem. Ankara: TÇMB.
- Yaman, İ. Ö., & Ceylan, H. (2013). Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar. Hazır Beton, 69-82.

HİDROELEKTİK SANTRALLER İÇİN PRİMER FREKANS KONTROLÜ (PFK) EKLENTİLİ AKTİF GÜÇ KONTROL MODUNUN GELİŞTİRİLMESİ

Abdullah Altay

TÜBİTAK MAM, Enerji Enstitüsü, Santral Kontrol Teknolojileri Grubu
abdullah.altay@tubitak.gov.tr, ORCID: 0000-0001-5008-487X

Necmi Cemal Özdemir

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2914-3577

Özet

Primer frekans kontrolü, üretim ve tüketim dengesizliğinin bir sonucu olarak güç sisteminde meydana gelen frekans sapmalarını sınırlamak için kullanılan en hızlı frekans kontrol yöntemidir. Primer frekans kontrolü, şebekede üretim yapan ve primer kontrolde çalışan ünitelerin frekans sapmalarına verdiği otomatik tepki ile sağlanmaktadır. Hidroelektrik santrallerde kullanılan hız regülatörleri türbinine giren su miktarını ayarlayarak generatörün, şebeke senkronizasyonu öncesi frekansını, şebeke senkronizasyonu sonrası ise aktif gücünü kontrol eder. Şebeke senkronizasyonu sonrası işletme esnasında hız regülatörünün önemli diğer bir işlevi de primer frekans kontrolüne katkı sağlamasıdır. Bu çalışmada hidroelektrik santrallerde şebeke senkronizasyonu sonrası yükte çalışma esnasında kullanılacak primer frekans kontrol eklentili aktif güç kontrolünün geliştirilmesi ve güç sistemine etkisi konuları incelenecektir. Hidroelektrik santraller için primer frekans kontrol eklentili aktif güç kontrolünün geliştirilmesi için doğrusal olmayan Francis türbin-cebri boru modeli simülasyon ortamında oluşturulmuştur. Oluşturulan dinamik modelde primer frekans kontrolü için aktif güç kontrol modu kurulmuş ve performansı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Primer frekans kontrolü, hidroelektrik santral, hız regülatörü

DEVELOPMENT OF PRIMARY FREQUENCY CONTROL (PFC) ADD-ON ACTIVE POWER CONTROL MODE FOR HYDROELECTRIC POWER PLANTS

Abstract

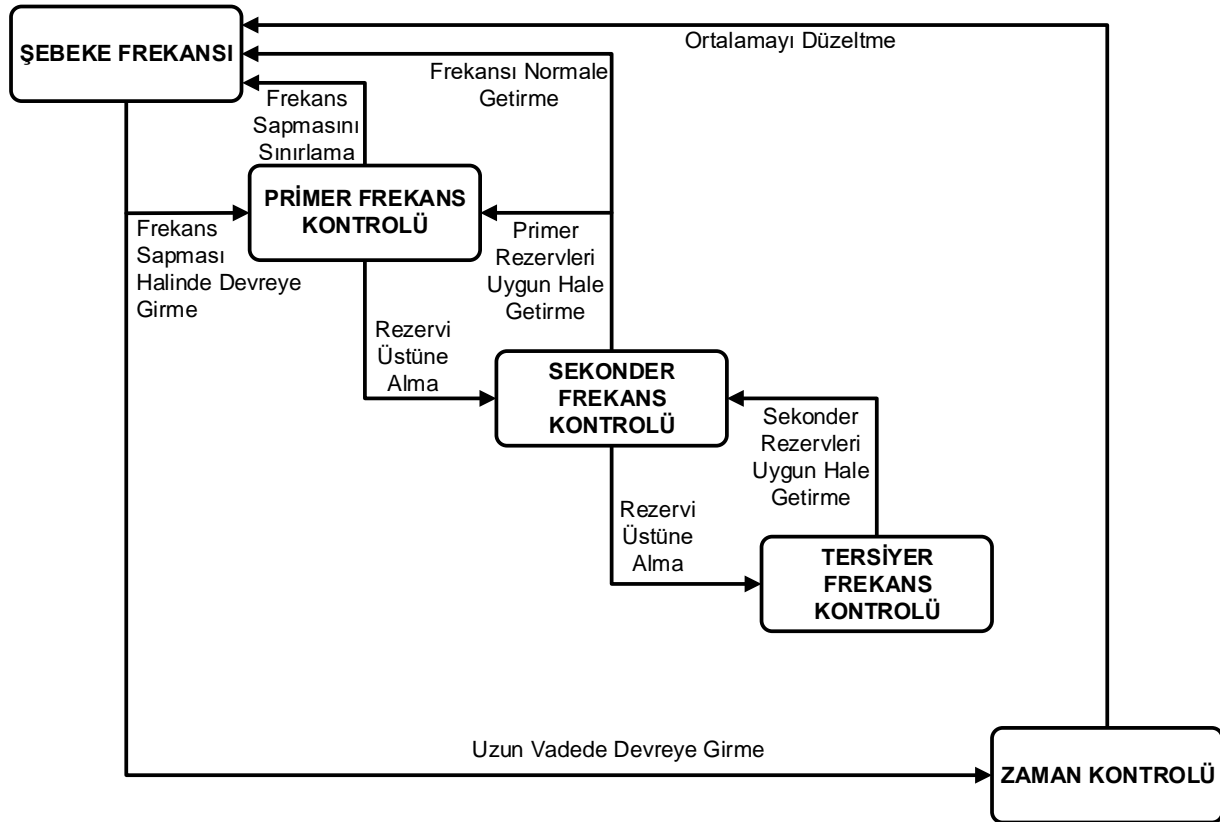
Primary frequency control is the fastest frequency control method in order to limit the frequency deviations occurring in the power system which is a result of the imbalance between the generation and consumption. Primary frequency control is provided by the automatic response of the units that produce in the grid and work in primary control to frequency deviations. Speed regulators used in hydroelectric power plants control the frequency of the generator before the network synchronization and the active power of generator after the grid synchronization by adjusting the amount of water entering the turbine. Another important function of the speed regulator is to contribute to the primary frequency control during operation after the grid synchronization. In this study, the topics of development primary frequency control add-on active power control to be used during load operation after grid synchronization in hydroelectric power plants and its effects on the power system will be investigated. In order to develop primary frequency control add-on active power control mode for hydroelectric power plants, a non-linear Francis turbine-penstock model is established in the simulation platform. Active power control mode is established in the non-linear model for primary frequency control and its performance is investigated.

Keywords: Primary frequency control, hydroelectric power plant, speed regulator, governor

1. GİRİŞ

Üretim-tüketim arasındaki denge durumunda şebeke frekansı sabit bir değerdedir. Enterkonnekte sistemde üretim-tüketim dengesini bozacak çeşitli dalgalanmalar (ani bir üretim sisteminin devre dışı kalması, çeşitli üretim sistemlerinin yük alması/atması, iletim hatlarında açma-kapama olaylarının yaşanması ve sistemde ani yüklerin devreye girmesi vs.) enterkonnekte frekansında bir sapmaya neden olur. Bu durumda şebeke frekansının dengede tutulabilmesi için iletim sistemi operatörleri tarafından

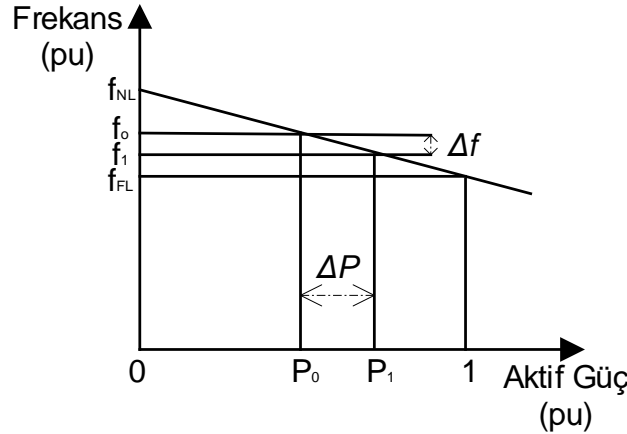
frekansta oluşacak sapmaları durdurmak ve sistem frekansını tekrar anma değerine ulaştırmak için Şekil 5’de gösterilen frekans kontrol yöntemleri tanımlanmıştır.



Şekil 5. Frekans Kontrol Yöntemleri (Gezer, 2018)

Frekanstaki ilk bozulma anında frekansı belirli değerler arasında dengelemek için Primer frekans kontrolü kullanılmaktadır. Buradaki amaç frekansta ilk bozulmanın büyümesini engellemek ya da durdurmaktır. Bu kontrol sonucunda frekanstaki bozucu değer kısmen giderilerek ilk bozucu etken atlatılır fakat frekansta meydana gelen sapmadan arta kalan kalıcı hata değeri giderilemez. Bu hata değeri sistem için sorun oluşturacak bir değer olmayıp tolere edilebilecek değer aralığındadır. Bu kontrol sonucunda frekanstaki hata geçici olarak giderilmiş dolayısı ile ilk ayar yapılmış olmaktadır. Sekonder frekans kontrolü ile primer frekans kontrolü sonucunda oluşan ve istenmeyen frekans kayması (düşüm ya da artım) ortadan kaldırılır. Frekansta meydana gelen kalıcı hata sıfırlanır. Tersiyer frekans kontrolünün amacı ise sekonder kontrol için gerekli rezervi sağlamaktır. Sekonder kontrol ile gerekli kontrolün sağlanmasından sonra sekonder rezervlerin uygun hale getirilmesini sağlar.

Primer frekans kontrolünün amacı enterkonnekte sistemde üretilen enerji ile tüketilen enerji arasındaki dengeyi sağlamaktır. Primer kontrolde çalışan üniteler bu dalgalanmaya cevap vererek sistem frekansının sabit değerde kalmasını sağlamaya çalışırlar. Elektrik enerjisi üretim ve tüketiminin eşit olmaması durumunda sapmaya uğrayan sistem frekansını, sabit bir değerde dengeleyip frekans değişimini durdurmak için her ünite rezerv kapasitesinin, türbin hız regülatöründe ayarlanan kalıcı hız eğimi oranında (permanent speed droop-R), frekans sapması süresince merkezi müdahale olmaksızın, otomatik olarak sağlanması suretiyle katkıda bulunması gerekmektedir. Eğer frekans sapması hidroelektrik santraller için belirlenmiş olan frekans limitini geçerse primer frekans aktive olur. Primer kontrol yapan üniteler frekanstaki sapmayı takip ederek primer rezerv gücünün tamamını aktive edebilmelidir. Primer frekans kontrolü için frekanstaki değişim ve aktif çıkış gücü arasındaki ilişki Şekil 6’de gösterilmiştir.

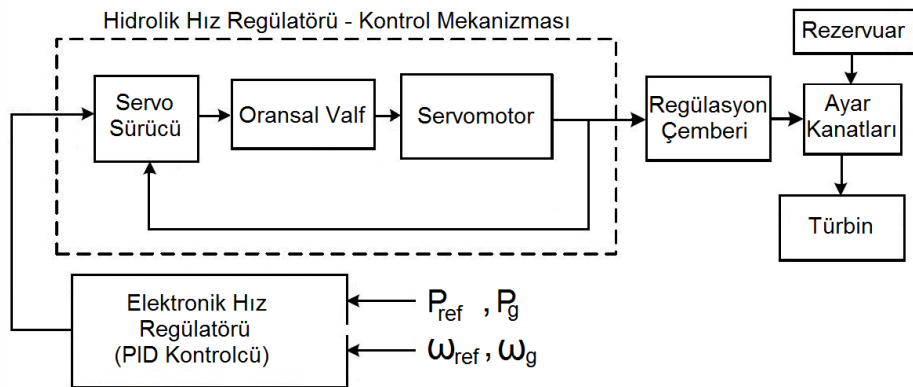


Şekil 6. Kalıcı Hız Düşümü Değişkeni Bulunan Bir Hız Regülatöründe Frekans Değişimi – Aktif Çıkış Gücü İlişkisi (Altay, 2015)

$$R = \frac{\Delta f}{\Delta P} \quad (1)$$

Şebeke frekans değişimi, kalıcı hız eğimi ve aktif güç çıkışındaki değişim arasındaki ilişki (1) denkleminde verilmiştir. Kalıcı hız eğimi adı verilen hız regülatörü değişkeni ile yükte çalışma halinde iken şebeke frekansındaki değişim (Δf) ile aktif çıkış gücü değişimi (ΔP) arasındaki oran belirlenir. Kalıcı hız eğimi bir ünitenin şebeke frekansında gerçekleşen bir sapma karşısında ne kadar yük alacağını ya da atacağını belirler. Örneğin şebeke frekansında meydana gelen 200 mHz'lik bir düşüş (0.004 pu), 0.04 kalıcı hız eğimi değerine sahip bir hız regülatöründe aktif güç çıkışında 0.1 pu değerinde yük almasına neden olacaktır.

Ünite ile şebeke senkronizasyonunun gerçekleştirilmesinin ardından ünite kesicisi kapatılır. Kesicinin kapanması ile birlikte hız regülatörü bağlandığı şebeke boyutuna göre şebeke ya da izole ada modunda çalıştırılır. Şebeke modunda şebeke hızının tek bir hız regülatörü tarafından kontrolü mümkün olmadığı ve bu modda şebeke hızı sabit kabul edildiği için, hız regülatörünün yaptığı ayar kanat açıklığı ayarlamaları ünitenin aktif gücünü etkiler. İzole ada modunda ise hız regülatörünün yaptığı ayar kanat açıklık ayarlamaları, ünitenin aktif çıkış gücünü etkilemesinin yanında küçük ölçekli şebekenin frekansına da etki eder.



Şekil 7. Hız Regülatörü Prensi Şeması (Altay, 2015)

Hız regülatörünün yukarıda sayılan bu temel işlevleri gerçekleştirebilmesi için üç farklı çalışma modunun olması gerekmektedir. Bunlar açıklık kontrolü, hız kontrolü ve aktif güç kontrolüdür. Açıklık kontrolü, başka herhangi bir parametreye bakmaksızın türbin ayar kanatlarının açıklığını doğrudan ayarlarken, hız kontrolü türbinin hızını göz önüne alır ve genellikle ada veya izole işletme durumunda tercih edilir. Aktif güç kontrolü ise enterkonnekte şebekeye bağlı çalışırken, ünitenin çıkış aktif gücünün

ayarlayan moddur. Hız regülatörünün yükte çalışma kontrolünde önemli bir işlevi de primer frekans kontrolü yapmasıdır. Şebekede meydana gelen arz/talep dengesizliğinin hızlı bir şekilde giderilmesi için kullanılan primer frekans kontrolü hız regülatörlerinin genellikle yükte çalışma esnasında aktif güç çalışma moduna entegre edilir. Böylelikle hız regülatörü içinde çalıştırılan primer frekans kontrolü eklentili aktif güç kontrol modu sayesinde ünitenin çıkış aktif gücünü kontrol etmesinin yanı sıra şebeke frekansında meydana gelen sapmalara ayarlanan kalıcı hız eğimi oranında tepki vermesi de sağlanmış olur.

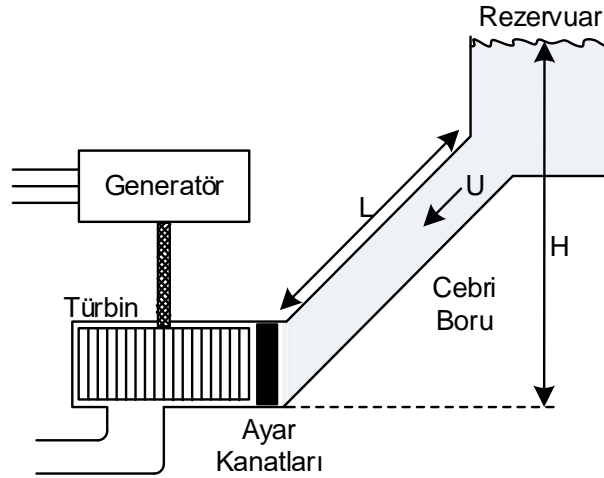
2. MATEMATİKSEL MODELLEME

2.1. Cebri Boru- Francis Türbin Modeli

Hidrolik türbin modeli cebri borunun, türbin karakteristiklerinin ve hız regülatörünün modellenmesini içermektedir. Türbinde üretilen güç; net düşünün, su akışının ve türbin kanatlarının açısının bir fonksiyonudur. Türbindeki su akışı ise, net düşünün, türbin hızının, ayar kanatlarının açıklığının ve türbin kanatlarının bir fonksiyonudur. Francis türbinlerde türbin kanatlarının açısı sabit ve değişmez olduğundan kanat açısının(\emptyset) düşünülmesine gerek yoktur. Bu bölümde, türbin ve su kolunu ile ilgili hidromekanik büyüklüklerin doğrusal olmayan matematiksel modelleri oluşturulacaktır. Şekil 8’de tipik bir hidroelektrik ünitenin başlıca ana bileşenleri gösterilmektedir.

Doğrusal Olmayan Türbin-Cebri Boru Modeli:

Bu kısımda türbin ve su kolunu ile ilgili hidromekanik büyüklüklerin doğrusal olan matematiksel modelleri oluşturulacaktır. Büyük-sinyal performansı için oluşturulacak doğrusal olmayan model için denklemler anma değerlerine bölünerek, oranlanmış büyüklükler elde edilecektir. Denklemlerde herhangi bir değişkenin “r” alt indisi, o değişkenin anma değeri olduğunu, herhangi bir değişkenin üzerindeki çizgi($\bar{\quad}$), o değişkenin oranlanmış değer olduğunu, herhangi bir değişkenin “0” alt indisi ise o değişkenin sürekli-hal çalışma noktası değeri olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 8. Hidroelektrik Ünite Şematik Gösterimi (Altay, 2015)

- Cebri boru su hızı, türbin ayar kanat açıklığı ve net hidrolik yüksekliğin karekökü ile doğru orantılı olduğu için;

$$U = K_u G \sqrt{H} \quad (2)$$

- Türbin çıkış gücü, hidrolik yükseklik ve su hızının çarpımı ile doğru orantılı olduğu için;

$$P = K_p H U \quad (3)$$

- Suyun türbin girişinde kazandığı kinetik enerji, suyun potansiyel enerjisine eşit olduğundan su sütununun ivmesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$(\rho L A) \frac{dU}{dt} = -A(\rho a_g)(H - H_0) \quad (4)$$

- (2) ve (3) no'lu denklemlerin normalize edilmesi:

$$\frac{U}{U_r} = \frac{G}{G_r} \sqrt{\frac{H}{H_r}}, \quad \bar{U} = \bar{G} \bar{H}^{1/2} \text{ veya } \bar{H} = \left(\frac{\bar{U}}{\bar{G}}\right)^2 \quad (5)$$

$$\bar{P} = \bar{H} \bar{U} \quad (6)$$

- (4)'deki denklem sadeleştirilerek (7) şeklinde yazılır.

$$\frac{dU}{dt} = -\frac{a_g}{L}(H - H_0) \quad (7)$$

- (7) no'lu denklemin normalize edilmesi;

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{U}{U_r}\right) = -\frac{H_r a_g}{U_r L}\left(\frac{H}{H_r} - \frac{H_0}{H_r}\right) \quad (8)$$

$$\frac{d\bar{U}}{dt} = \frac{1}{T_W}(\bar{H}_0 - \bar{H}) \quad (9)$$

- Denklem (9)'deki T_W anma yükünde su başlama zamanı olarak tanımlanır. H_r net düşüsündeki suyun cebri boru içerisinde sıfırdan U_r çizgisel hızına ulaşması için geçecek süredir. Denklem Laplace dönüşümü uygulandığında, denklem (10) elde edilir.

$$\frac{\bar{U}}{\bar{H}_0 - \bar{H}} = \frac{1}{T_{ws}} \quad (10)$$

- Mekanik güç;

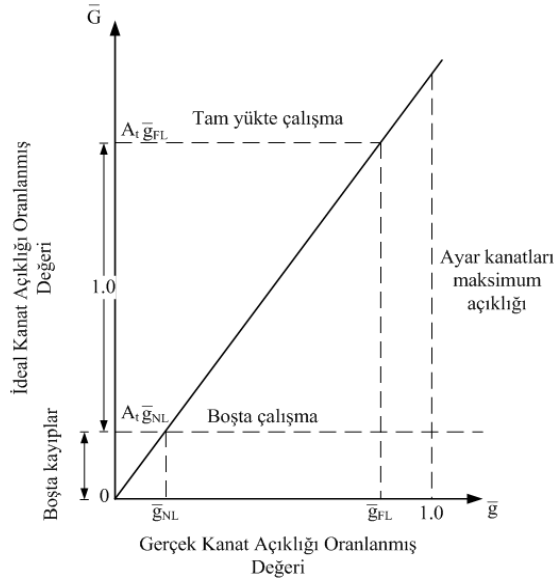
$$P_m = P - P_l \quad (11)$$

- Denklem (11)'de P_l türbindeki kayıpları ifade eder. $P_l = U_{NL}H$, eşitliği geçerlidir. U_{NL} türbinin yüksüz iken anma hızında dönebilmesi için gerekli su hızıdır. Türbin girişindeki su bu hızda iken türbin gücü anma hızı sürtünme kayıpları kadardır. Denklem (11)'de verilen P_m denklem (12)'de normalize edilerek (13)'teki halini alır.

$$\frac{P_m}{P_r} = \frac{P}{P_r} - \frac{P_l}{P_r} = \left(\frac{U}{U_r} - \frac{U_{NL}}{U_r}\right) \frac{H}{H_r} \quad (12)$$

$$\bar{P}_m = (\bar{U} - \bar{U}_{NL})\bar{H} \quad (13)$$

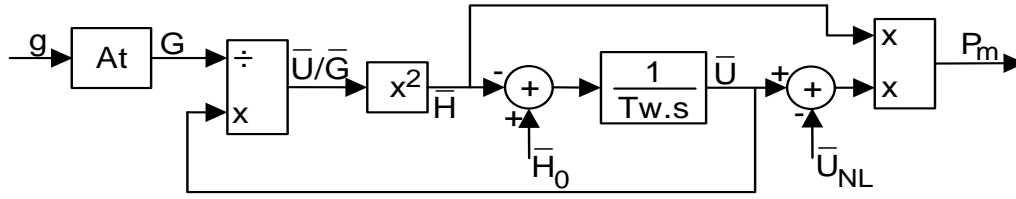
- İdeal ayar kanat açıklığının \bar{G} , gerçek ayar kanat açıklığı \bar{g} ile ilişkisi Şekil 5'de gösterilmiştir. Ayar kanatları ideal açıklığı ile gerçek açıklığı arasındaki ilişki denklem 14'de verilmiştir. Yukarıdaki denklemlerde \bar{G} , yüksüz boşta çalışma durumundan tam yük durumuna kadar doğrusal olan, ideal ayar kanat açıklığı olarak tanımlanmıştır ve bu aralıkta oransal değerindeki değişim 1 birim olmalıdır. Bunun sebebi çıkartılan denklemlerin türbin dönüş hızının yüksüz durumda anma hızında dönerken geçerli olması ve ideal kanat açıklığı oranlanmış değerindeki 1 birimlik değişimin, mekanik güç çıkışındaki 1 birimlik değişime karşı gelmesi gerekliliğidir.



Şekil 9. Ayar Kanatları İdeal Açıklığı ile Gerçek Açıklığı Arasındaki İlişki (Kundur, 1994)

$$\bar{G} = A_t \bar{g} \quad (14)$$

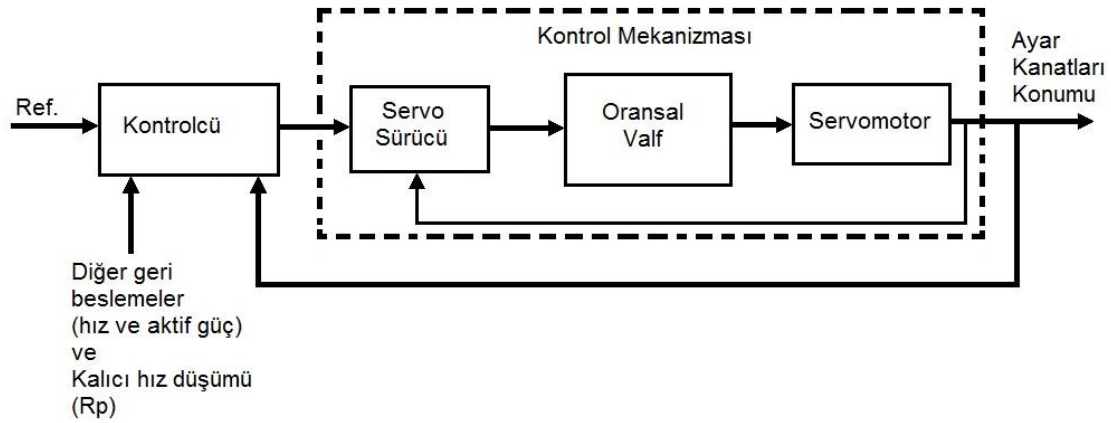
$$A_t = \left(\frac{1}{\bar{g}_{FL} - \bar{g}_{NL}}\right) \quad (15)$$



Şekil 10. Basit Doğrusal Olmayan Türbin Modeli (Altay ve ark., 2016)

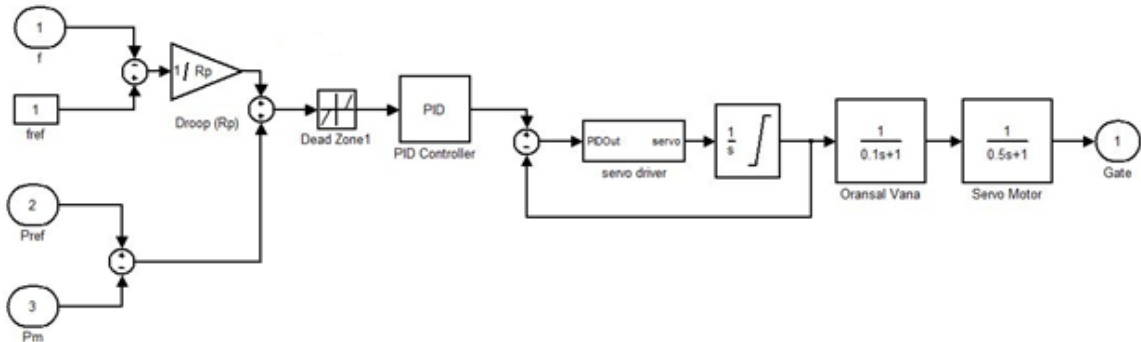
2.2. PFK Eklentili Aktif Güç Kontrol Modu İçin Hız Regülatörü Modeli

Bu kısımda hidrolik türbinin kontrolü için gerekli temel gereksinimler, bunların hız regülatörleri ile gerçekleştirilmeleri ve hız regülatörlerinin matematiksel olarak modellenmesi anlatılacaktır. Örnek bir hız regülatörü aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır.



Şekil 11. Detaylı Hız Regülatörü Blok Diyagramı (IEC Standartları, 2004)

- PID kontrolcü: Bir PID kontrolcü hız geri beslemesi ile hız referans girişi arasındaki hatayı, oransal, integral ve türevsel terimlerden geçirip toplayarak servomotoru süren sinyali üretir
- Servo Sürücü ve Oransal Valf: Servo sürücü PID kontrolcünden çıkan sürücü sinyalini oransal valfe ileten elamandır.
- Servomotor: Servomotor pistonu, regülasyon çemberi aracılığıyla ayar kanatlarına bağlıdır ve hareketi ile ayar kanat açıklığını değiştirerek türbine giren su debisini değiştirir.
- Daimi Hız Düşümü(Permanent Speed Droop): Bu özellik hidrolik ünitelerin enterkonnekte şebekedeki frekans değişimlerine verdikleri tepkiyi koordine edilebilmesini sağlar. Bu özellik ayar kanat açıklığı veya ünite aktif güç çıkışından geri besleme alınıp, hız hatasını oluşturan toplam kutusuna girilerek sağlanır.

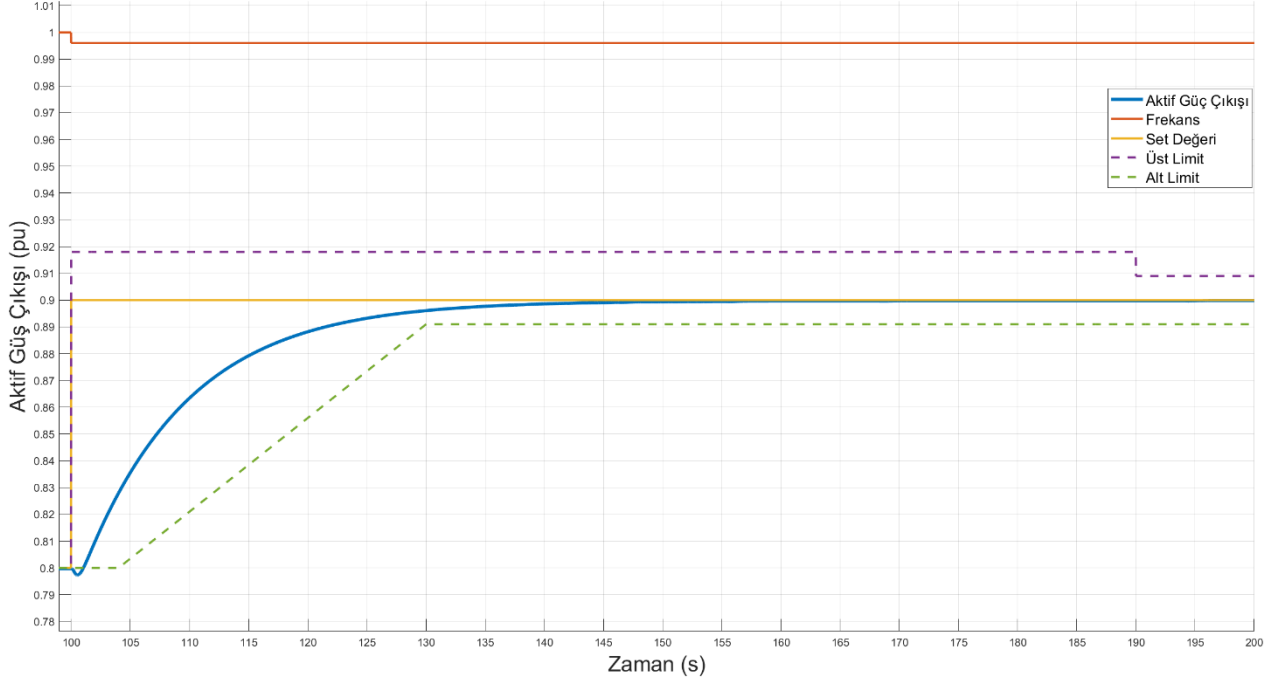


Şekil 12. PFK Eklentili Aktif Güç Kontrol Modu İçin Hız Regülatörü Modeli (Altay ve ark., 2016)

3. SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

➤ $\Delta f = -200\text{mHz}$ PFK Rezerv Testi Simülasyon Sonucu

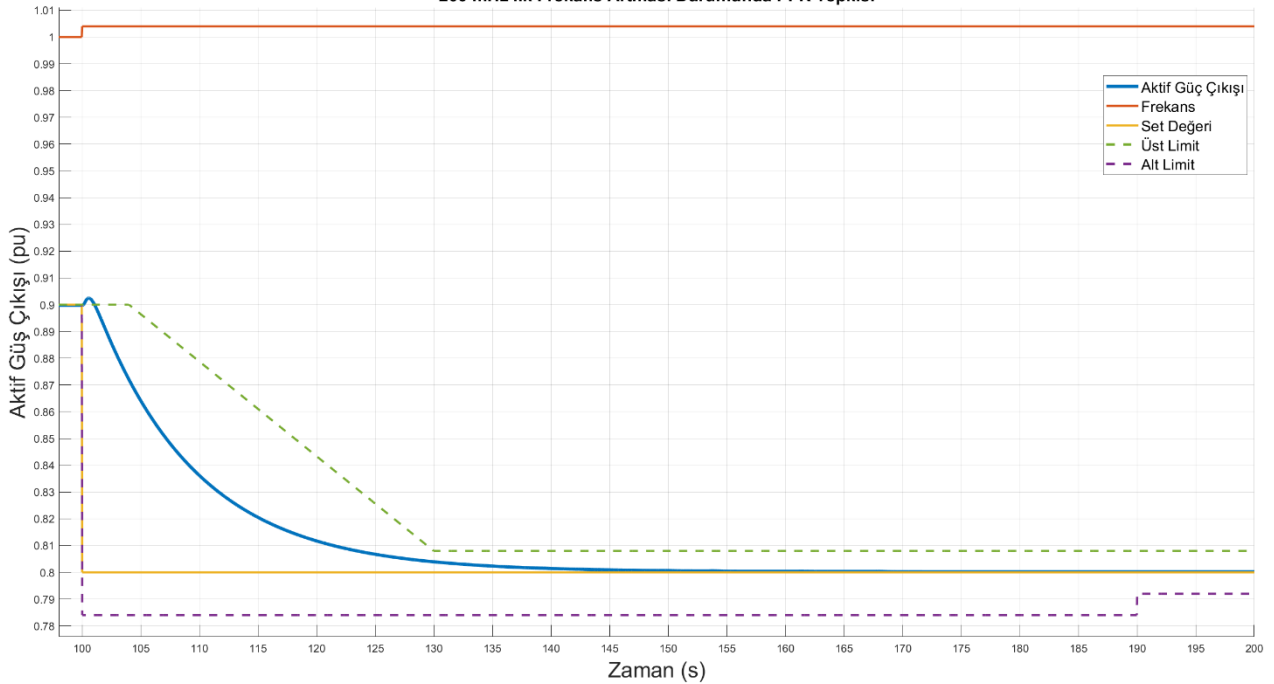
200 mHz'lik Frekans Düşmesi Durumunda PFK Tepkisi



Şekil 13. PFK Eklentili Aktif Güç Kontrol Modu İçin Hız Regülatörü Modeli

➤ $\Delta f = +200\text{mHz}$ PFK Rezerv Testi Simülasyon Sonucu

200 mHz'lik Frekans Artması Durumunda PFK Tepkisi



Şekil 14. PFK Eklentili Aktif Güç Kontrol Modu İçin Hız Regülatörü Modeli

4. SONUÇ

Bu çalışmada hidroelektrik santrallerde şebeke senkronizasyonu sonrası yükte çalışma esnasında kullanılacak primer frekans kontrol eklentili aktif güç kontrolünün geliştirilmesi, modellenmesi ve uygulanması konuları incelenmiştir. Hidroelektrik santraller için primer frekans kontrol eklentili aktif güç kontrolünün geliştirilmesi için doğrusal olmayan Francis türbin-cebri boru modeli simülasyon ortamında oluşturulmuştur. Oluşturulan dinamik modelde primer frekans kontrolü için aktif güç kontrol

modu kurulmuş ve performansı incelenmiştir. Kurulan modelde kontrol sisteminin frekans değişikliklerine tepki vererek ünitenin primer frekans kontrolüne katkı sağladığı görülmektedir. Bu çalışma, HES'lerde hız regülatörünün rehabilitasyon projesinde çalışan elektrik mühendisleri için faydalı bir rehber olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- TEİAŞ, Primer Frekans Kontrol Hizmetinin Uygulanmasına İlişkin El Kitabı Ankara
 Kundur, P. (1994). Power System Stability and Control, New York: McGraw-Hill,
 IEC Standartları, (2004) Guide for the Application of Turbine Governing Systems for Hydroelectric Generating Units, New York
 Altay, A., Sahin, C., Gezer, D., ve Cakir, C., (2016), "A compensator design for the aged hydroelectric power plant speed governors", Electric Power Systems Research, vol. 133, pp. 257-268
 Altay A., (2015) Hidroelektrik Santrallerde Hız Regülatörü Tasarımı ve GEZENDE HES'e Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
 Gezer, D. (2018) Su Türbini Hız Regülatörleri İçin Model Referanslı Uyarlamalı Denetim Eklentilerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

EK.1

Simgeler

P_m
 η
 q
 ρ
 a_g
 h
 R_p
 Δf
 ΔP
 K_u
 U
 G
 H
 H_0
 P
 Q
 L
 A
 ρLA
 $\rho a_g(H - H_0)$
 ΔU
 ΔG
 ΔH
 ω_n
 A_t
 T_m
 U_{nl}
 T_w

Açıklamalar

Türbin Çıkış Gücü
 Türbin Verimi
 Akış
 Su Yoğunluğu
 Yerçekimi ivmesi
 Net Düşü
 Kalıcı hız düşümü
 Frekansdaki değişim
 Aktif güçteki değişim
 Türbin orantı sabiti
 Cebri boru içinde akan suyun çizgisel hızı
 Ayar kanat açıklığı
 Ayar kantlarından ölçülen hidrolik düşü
 Hidrolik düşünün sürekli-hal başlangıç değeri
 Türbin gücü
 Su debisi
 Cebri boru uzunluğu
 Cebri boru kesit alanı
 Cebri boru içindeki suyun kütlesi
 Türbin girişinde düşü değişimine bağlı debi değişimi
 Cebri boru içinde akan suyun hızındaki değişim
 Ayar kanat açıklığındaki değişim
 Ayar kantlarından ölçülen hidrolik düşüdeki değişim
 Türbin hızı
 İdeal açıklık katsayısı
 Türbin çıkış torku
 Yüksüz durumdaki cebri boru içinde akan suyun hızı
 Su zaman sabiti

PLC YÖNTEMİYLE UZAKTAN SAYAÇ OKUMA SİSTEMİNİN USULSÜZ ENERJİ KULLANIMI AZALTILMASINA ETKİSİ: VAN İLİ MURADIYE İLÇESİ ÖRNEĞİ

Muzaffer ATEŞ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
mates@yyu.edu.tr

Emrullah DALMIŞ

Luna Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.Ş.
emrullahdalmis@windowslive.com

Özet

Enerjiye olan talebin gün geçtikçe artması ve üretim kaynaklarının da sınırlı olması nedeniyle elektrik enerjisi ülke ekonomisi için önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmalarda ülkemizde teknik olmayan kayıpların yaklaşık %14 civarında olduğu Avrupa ülkelerinde bu oran %6 seviyelerindedir. Teknik olmayan kayıplar arasındaki en fazla ekonomik zarara yol açan enerjinin usulsüz kullanımınıdır. Bu çalışmada; elektrik dağıtım şirketleri, teknik olmayan kayıp miktarının Enerji Piyasası Denetleme Kurumu'nun (EPDK) belirlediği hedef seviyelere indirmek için, uzaktan sayaç okuma sistemlerinde enerji hattı üzerinde haberleşme (PLC: Power Line Communication) kurulumu biten Van İli Muradiye ilçesinde çalışma yapılarak sistemin usulsüz enerji kullanımının azaltılmasında etkisi incelenmiştir. Çalışmanın tamamlandığı bölgedeki bir yıllık veriler ile sistem kurulmadan önceki yılın verileri karşılaştırılarak yapılan çalışmanın usulsüz enerji kullanımının azaltılmasında etkili olduğu, abone tahsilat verimine de olumlu bir katkı sağladığı görülmüştür. Sistem kurulduktan sonra arıza onarında belirgin bir düşüş yaşanarak arızaya bağlı olarak kesinti sürelerinde de düşüş yaşanmıştır. Ayrıca çalışmanın önemi, faydaları ve enerji verimliliğine etkisi vurgulanarak bu sistemin diğer dağıtım şirketlerinde yaygınlaştırılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PLC, Uzaktan sayaç okuma, Sayaç, Usulsüz enerji kullanımı.

EFFECT OF REMOTE METER READING SYSTEM BY PLC METHOD ON REDUCTION OF ILLEGAL ENERGY USE: THE EXAMPLE OF MURADIYE DISTRICT OF VAN PROVINCE

Abstract

Since the demand for energy is increasing day by day and the production resources are limited, electrical energy is important for the country's economy. In the studies carried out, this rate is around 4% in European countries, where non-technical losses are around 13% in our country. It is the improper use of energy that causes the most economic damage among non-technical losses. In this study; The electrical installation is aimed at the unplanned use of energy in the Muradiye districts of Van Province, whose installation has been completed over the EPDK targeted management line (PLC: Power Line Communication) for technical use. By comparing the data in the regions where the study was completed with the data of the year before the system was established, it was seen that this study was effective in reducing the use of illegal energy and contributed positively to the subscriber collection efficiency. After the system was installed, there was a significant decrease in fault repair. Depending on the malfunction, downtime has also decreased. In addition, by emphasizing the importance of the study, its benefits and its effect on energy efficiency, it is recommended to expand this system in other distribution companies.

Keywords: PLC, AMR, Meter, Illegal use of energy.

1. GİRİŞ

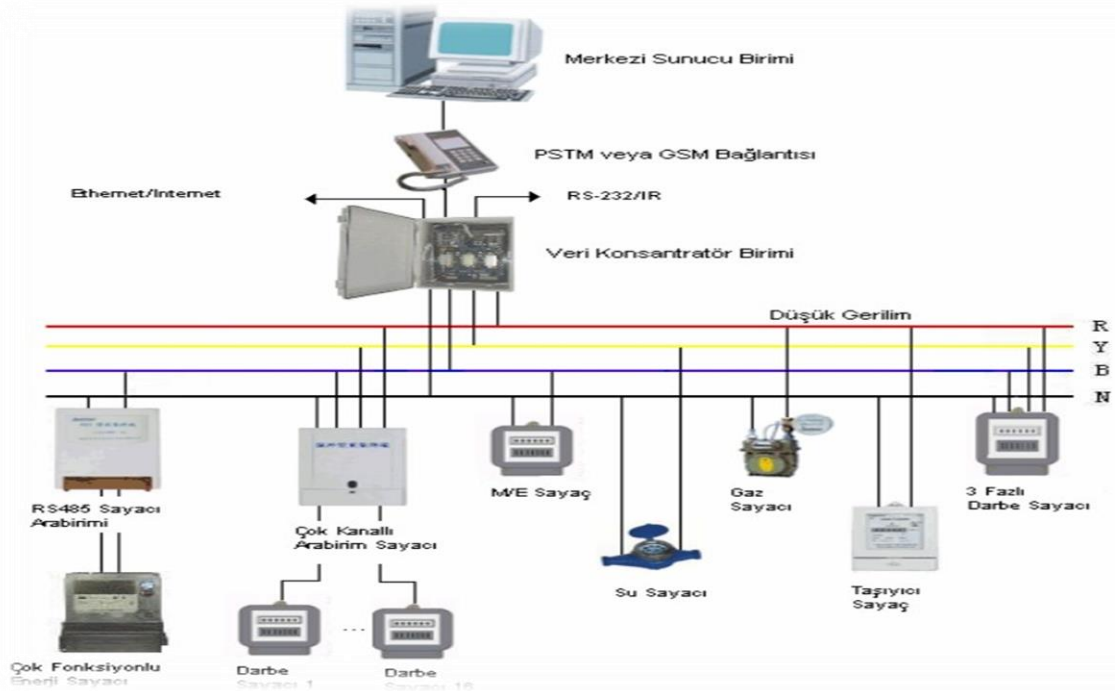
Ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyi ile elektrik tüketimleri arasında genellikle doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu kabul edilir. Üretimde kullanılan kaynakların sınırlı olması ve enerjiye olan talebin gün geçtikçe artması nedeniyle mevcut kaynakların yerinde kullanılması önem kazanmaktadır. Ayrıca üretimden tüketime kadar olan safhalarda teknik ve teknik olmayan kayıplar oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda ülkemizde teknik olmayan kayıpların %14 dolaylarında olduğu fakat Avrupa ülkelerinde

bu oran sadece %6 seviyelerinde olduğu tespiti yapılmıştır (Kocaman, 2018). Enerjinin kontrol altına alınabilmesi için öncelikli olarak enerjinin ölçülmesi, analiz edilmesi ve takip edilmesi gerekmektedir. Ölçülemeyen enerjinin kontrol altına alınması mümkün olmadığından dolayı, öncelikli olarak enerji tüketimlerini ölçerek karşılaştırma verileri elde edilmelidir. Enerjinin daha verimli kullanılması için sürekli yeni projeler hayata geçirilmektedir. Ülkemizde teknik olmayan kayıpların azaltılmasında çeşitli Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSOS) uygulamaları kullanılmaktadır.

Eskiden sayaçların başında okuma işlemleri gerçekleştirilirdi. Günümüz teknolojisi ile elektrik sayaçların birbiriyle haberleştiği bir döneme girildiği ve sayaçlara uzaktan erişim sağlanıyor. Otomatik sayaç okuma (OSO) sistemi ve PLC sayaç kurulumu biten Van İli Muradiye ilçesinde çalışma yapılarak sistemin usulsüz enerji kullanımına etkisi incelenmiştir. Bu sistem alçak gerilim (AG) dağıtım transformatörüne bağlı müşterilere ait tüm sayaçların ek bir maliyete gerek kalmadan mevcut şebeke hattı üzerinde, PLC'li sayaçların modülleri kendi içerisinde mesh ağı oluşturmakta ve sayaç verileri diğer modüller üzerinden atlayarak trafolarla toplayıcıya kadar ulaşmaktadır. Trafolardaki veri toplama cihazlarından yüzlerce sayacın verileri General Packet Radio System (GPRS) veya internet aracılığıyla merkezi veri sistemine aktararak abonelerin enerji tüketimleri anlık izlenerek yönetilmektedir. Bu şekilde trafo sayacı ve abonelerin tüketimleri anlık karşılaştırarak trafo bölgesinde kayıp olan enerjiyi analiz edip trafo bazlı kontrol gerçekleştirilmektedir.

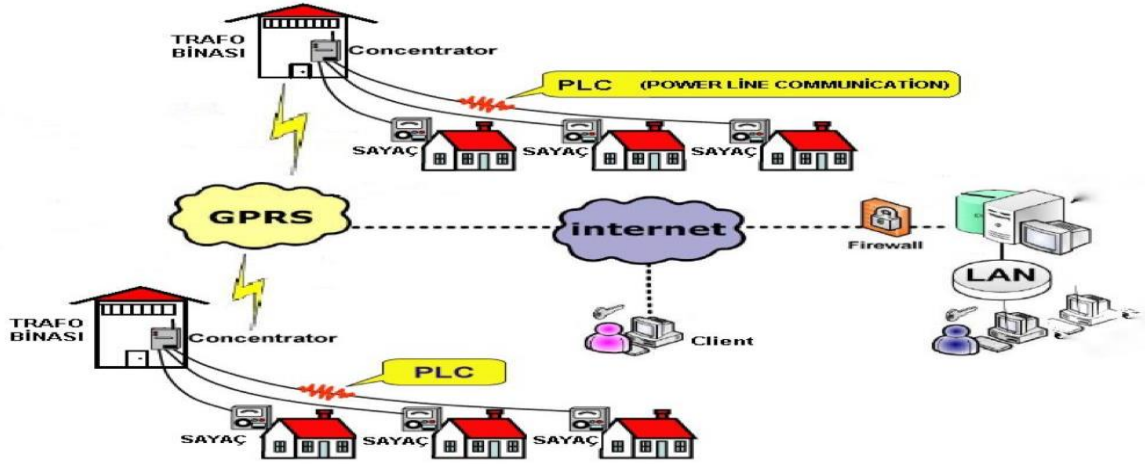
1.1. PLC İle Uzaktan Sayaç Okuma

Otomatik sayaç okuma sistemi, elektrik sayaç verilerinin uzaktan ve tamamen otomatik bir şekilde hatasız ve eksiksiz biçimde okunmasını sağlayan bir sistem olarak kısaca açıklanabilir (Erkal, 2001). Otomatik sayaç okuma sistemi uygulamasının yapısı temel olarak üç ana kısımda oluşmaktadır. Elektronik sayaç, haberleşme ünitesi ve merkezi veri yönetim sistemidir. Şekil 1' de genel amaçlı Otomatik sayaç okuma sisteminin blok şeması gösterilmiştir (Çakmak ve Sokullu, 2006).



Şekil 1. Genel amaçlı OSO sisteminin şeması (Demir, 2006).

Uzaktan sayaç okuma uygulamalarında; PLC, RF, uydu haberleşme, telefon hattı, GSM şebekesi üzeri haberleşme ve uydu haberleşme birimleri kullanılmaktadır. Elektrik hattı haberleşmesi düşük voltaj seviyesinde elektrik hatları üzerinden veri iletim tekniklerinin bir çeşididir. PLC'de veri elektrik hatları üzerinde özel taşıyıcı frekanslara modüle edilir. Böylece her kullanıcı düşük voltaj seviyesinde bir veri nodu gibi davranarak sisteme bağlanır (Pasdar ve Mirzakuchaki, 2007).

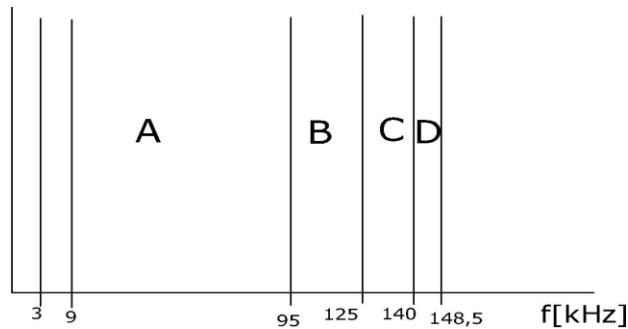


Şekil 2. PLC haberleşme alt yapısı kullanılan uzaktan sayaç okuma sistemi.

Enerji hattı üzerinden haberleşme(PLC) veri sinyallerinin enerji iletim hatlarına ilave edilerek gönderildiği sistemdir. İlk defa 1950’li yıllarda tarife değişimi için kullanılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada 100 Hz ile 3000 Hz arası bir sinyal frekansı kullanılmıştır. Kullanılan bu sinyal frekansı, sistem enerji hatlarındaki enerji kalitesi düşük olması nedeniyle yeterli güvenilirliği gösterememiştir (Holmes ve ark., 1990).

Gelişmeyle birlikte kullanılan ilk teknikte, 1950’li yıllarda birkaç 10 kW’lık sistemlerde çalışmalar yapılmıştır. Sistem tek yönlü iletişim sağlamaktaydı. Bu çalışma, sokak aydınlatmasında, yük kontrolünde ve tarife değişimde kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte yeni sistemler ise 1980’li yılların başlarında geliştirilmiştir, farkı ise daha yüksek haberleşme hızıdır. Genellikle 5 ile 500 kHz arası frekanslar kullanılmıştır. Sinyal, gürültü oranı sinyalin yayılımı kadar önemlidir. 1990’ların başlarında ise çift yönlü haberleşme geliştirilmiştir. Bugün ise gelişmiş protokol teknikleri kullanılabilir. Tahmin edilen gelecek GHz seviyelerinde çok daha fazla band genişliğinde haberleşmeye olanak sağlamaktadır (Akkermans ve ark., 1998). Teknolojik yetersizlikten dolayı 1990’lı yıllara kadar yavaş bir gelişme yaşamış olup 1990’lı yıllarda yarı iletken teknolojisinde ki gelişme ve yeni modülasyon tekniklerinin keşfi ile hızlı bir gelişim sürecine girmiştir.

Şekil 3’de CENELEC standartlarına göre bant genişliklerinin ayrıldığı frekans aralıkları gösterilmiştir. PLC sinyalleri CENELEC standartlarında olmalıdır. Avrupa’da, CENELEC EN–50065–1 standardı olarak şekillenmiştir. Bu standarda göre frekans bandı, sinyal genliği ve sinyal seviyesi özellikleri: 95 kHz - 148.5 kHz frekans aralığının kullanım sınırlamaları: 116 dB mV ile sınırlandırılmış genel kullanım için ve özel uygulamalar içindir. Ev ağlarında izin verilen sinyal seviyesi 116 dB mV, endüstriyel alanlar da sinyal seviyesi 134 dB mV ile sınırlandırılmıştır. Bit oranını artırmak için, daha çok bant genişliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Son zamanlardaki araştırmalar 1 ve 20 MHz arasındaki frekansların kullanımına yöneliktir (Ay, 2010).



Şekil 3. CENELEC standart frekans aralığı.

- A-Bandı (3 kHz – 95 kHz) elektrik üreticileri için,
 B-Bandı (95 kHz – 125 kHz) Erişim protokolü olmadan bütün uygulamalar için kullanılabilir,
 C-Bandı (125 kHz – 140 kHz) Ev ağları için ayrılmıştır,
 D-Bandı (140 kHz – 148.5 kHz) Alarm ve güvenlik sistemleri için ayrılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Elektrik enerjisinin daha etkin kullanılması için oluşan teknik olmayan kayıpların azaltılması gerekir. Bu kayıpların azaltılmasında enerji hattı üzerinden uzaktan okunabilen PLC sayaçların önemi büyüktür (Kocaman, 2018). Bu çalışmada; Van Gölü EDAS' ın sorumluluk alanlarından olan Van İli Muradiye ilçesinde PLC sayaç montajı yapılmadan önceki bir yıl ile montaj tamamlandıktan sonraki bir yılın enerji tüketimleri, alınan enerji, kayıp kaçak oranları, yapılan tahsilat tutarı ve arıza sayısı karşılaştırılacaktır. Çalışma öncelikle kırsal bölgelerde usulsüz enerji kullanımının yüksek olduğu köylerde başlanıldı. Tüketicinin sayacı abone müdahalesinin engellenmesi için enerji aldığı en yakın direğe çıkartıldı. Direklerde enerji alınan abone sayısı kadar tekli sayaç ve panosu takıldı. Şekil 4' de görüldüğü gibi ilgili bölgelerde yapılan çalışmalarda sayaçlar beslendiği en yakın direğe montajı yapılmıştır. Ayrıca tüketiciler sayaçları direğe çıkartıldığından dolayı tüketilen enerjiyi görmelerini sağlamak için genellikle evin girişinde bulunan panoda sökülen sayacın yerine PLC modülüne sahip olan ve sayaç ekranındaki verilerin aynısını görmesini sağlayan Endeks Takip Ekranı (ETE) takıldı.



Şekil 4. Direk üstü PLC sayaç montajı ve endeks takip ekranı.

Özellikle merkezde yoğunlukta bulunan çok katlı binalarda ise; sayaçlar elektrik direğine çıkartılmadığından özel olarak tasarlanan ve kilitlenebilen yatay elektrik sayaç panosunun içine montajı yapılarak sistem tümüyle müdahaleye kapatıldı. Yatay pano bara sistemi üzerine monte edilen sayaçlarda haberleşme ve elektrik iletimi bara üzerinden sağlandığı için kablolamaya ihtiyaç olunmaz. Kompakt yapıdaki PLC modem ve sayaçlar geçmeli tipte monte edilir. Şekil 5' de görüldüğü gibi çok katlı binalarda bulunan dijital sayaçlar yeni tip sayaç ve panolar ile değiştirilmiştir.



Şekil 5. Çok katlı binalarda yatay sayaç elektrik panosu değişimi.

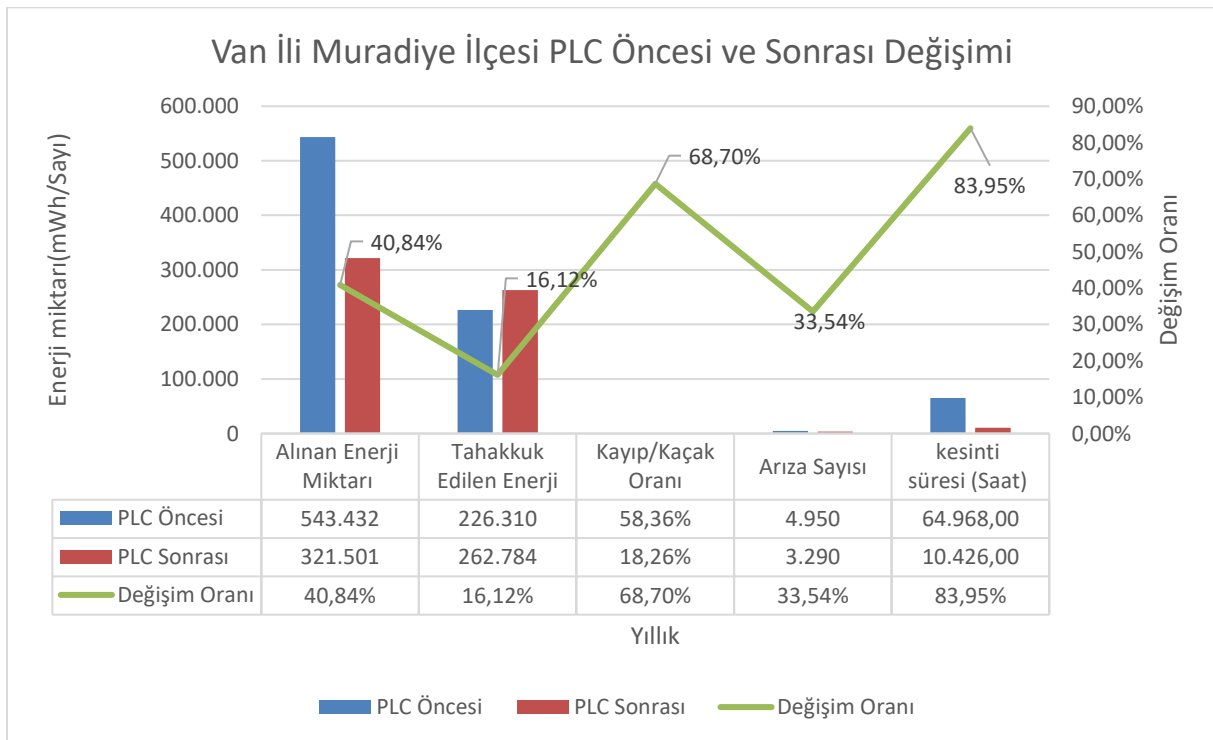
Genellikle çarşı içi ve merkezi yerlerde bulunan market ve iş yerleri enerjiyi Box panodan almaktadır. Box panolar, Alçak gerilim sayaç otomasyon panosu (ASOP) Box panolar ile değiştirilerek sayaçlar ASOP Pano içine montajı yapıldı. Kompakt yapıdaki sayaç ve modemler baraya geçmeli tipte montaj yapıldığından dolayı sistem tümüyle dışarıdan müdahaleye kapatılmıştır. Şekil 6’da ASOP Box pano görülmektedir.



Şekil 6. Yatay sayaçlı ASOP Box pano.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, uzaktan sayaç okuma uygulamalarından biri olan PLC sisteminin, usulsüz enerji kullanımının önüne geçme etkinliği görebilmek için Van Gölü EDAS hizmet bölgesinde bulunan Van İli Muradiye ilçesinde çalışma yapıldı. Çalışma yapılan bölgede PLC sistemi öncesi 2016 yılı ile PLC sonrası uygulamasının 2018 yılındaki tüketim verileri, alınan enerji, arıza sayıları ve kesinti süreleri kayıt altına alınmıştır.



Şekil 7. Van İli Muradiye İlçesi PLC öncesi ve sonrası değişim grafiği.

Van İli Muradiye İlçesinde 2017 yılında yaklaşık 14.000 adet abonenin sayacı PLC' li sayaç ile değiştirildi. Kurulum tamamlandıktan sonra bir yıl boyunca alınan veriler sonucunda şekil 7'de görüldüğü gibi alınan enerji miktarı 221.931,00 MWh düştüğü fakat buna rağmen tahakkuk edilen enerji miktarı 36.747,00 MWh arttığı görülmüştür. Usulsüz enerji kullanımı ise %58,36 dan %18,26 düşmüştür.

4. SONUÇ

Enerjiye olan talebin gün geçtikçe artması ve üretim kaynaklarının da sınırlı olması nedeniyle elektrik enerjisinin verimli kullanılması önemlidir. Türkiye'de teknik olmayan kayıpların Avrupa ülkelerine göre çok yüksek olduğu ve bu kaybın Türkiye ekonomisine büyük zarar vermektedir. Çünkü Türkiye'de elektrik ihtiyacının yarısına yakın doğalgaz ve ithal kömür gibi kaynaklardan elde edilmektedir. Bunlar da yurt dışında ithal edilmektedir. Bu yüzden, döviz çıkışına neden olmakta ve cari açığa olumsuz etkiye bulunmaktadır. Dolayısıyla, enerji kayıpları ve takibi gün geçtikçe daha önem kazanmaktadır. Böylece ek bir maliyete gerek kalmadan bir veri toplayıcı ve bir sim kart ile trafoya bağlı tüm tüketicilerin sayaçları anlık izlenip yönetilmektedir.

Bu çalışmada dağıtım şirketi Van Gölü EDAS' ın hizmet bölgesinde bulunan Muradiye ilçesinde sadece PLC sayaç kurulumu biten bir yıl içinde; alınan enerji %40,84 oranında düşerek tasarruf sağlamıştır. Enerji oranı bu denli düşmesine rağmen tahakkuk miktarı düşmesi beklenirken aksine tahakkuk miktarı %16,12 artmıştır. Bölgede usulsüz enerji kullanım oranı ise %68,70 oranında düşmüştür. Bunlar dışında ayrıca çalışma yapılan bölgede yıllık arıza sayısı %33,54 oranında düşerek dolaylı olarak yıllık kesinti süresi saat bazında %83,95 oranında azalmıştır. Yapılan araştırmada Van Gölü EDAS'ın PLC sistemini en çok kullandığı dağıtım şirketi olduğu kayıp kaçakla mücadelede giderek daha uzmanlaştığı, diğer dağıtım şirketlerine nazaran daha önde olduğu ve yıllara göre kayıp ve kaçak oranlarının düştüğü görülmüştür.

PLC'li sayaçlar ile birlikte, merkezden veri yönetim sistemden abonelerin tüketimleri takip edilerek faturalandırılır. Sistemin olduğu bölgelerde sayaç ile iletişim kurmak için sistem maliyeti olmamakla birlikte gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Yani manuel sayaç okuma maliyeti sıfırlanmış olur. Fatura ödemeyen abonelerin sayaç içinde bulunan röle sayesinde uzaktan enerjisizi kesilebilir. Faturasını ödedikten 1-2 dk. Sonra enerjisi açılır. Bu da faturası ödemeyen abonelerin enerjisinin sistem üzerinde kesilebileceğinden dağıtım şirketi personel giderlerini azaltmakla birlikte aylık tahakkuk oranında artış yaşanmaktadır. AG dağıtım panosu içinde bulunan ana tüketim sayacı ile trafodan beslenen sayaçları karşılaştırılarak trafo bölgesinde anlık kayıp enerji hesaplanabilir. Bedel ödememeden usulsüz enerji kullanmaktan kaynaklı aşırı enerji tüketimi önlenmekle birlikte faturasını düzenli ödeyen aboneler üzerindeki maddi yük azaltılarak ekonominin yanında, sosyal bir faydaya da dönüşüm beklenmektedir. Bu sistem sayesinde; alınan enerji miktarındaki düşüş, tahakkuk oranındaki artış ve usulsüz enerji kullanımında ki düşüş, hem dağıtım şirketine hem de ülke ekonomine çok büyük katkı sağlamaktadır. Bunların yanı sıra arıza sayısı ve süresindeki büyük düşüşler tüketicilerin daha kalite enerji almasına olanak sağlamıştır.

5. TARTIŞMA

Öncelikle elde edilen sonuçları, hem dağıtım şirketine hem de tüketicilere katkısının çok yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmaların diğer dağıtım şirketlerinde yaygınlaştırarak tüketici faturalarına yansıyan kayıp/kaçak bedelinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca veri yönetim sistemine yapay zekâ ve sezgisel algoritmalar eklenerek abone bazlı usulsüz enerji kullanımı tespiti kolaylaşacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, Van Gölü Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi'nde; tahakkuk edilen enerji, alınan enerji, arıza sayısı ve kesinti sürelerini bizimle paylaşarak bu çalışmaya katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Akkermans, H., Healey, D., Ottosson, H., 1998. The Transmission of Data over the Electricity Power Lines, *EnerSearch Sweden*, s. 180.

- Ay, B., 2010. *Alçak Gerilim Hatları Haberleşmesinde Gürültü Analizi*, Yüksek Lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çakmak B., Sokullu, R., 2006. Design and Implementation of a System for Remote Access to Electronic Meters, *Metering International*, Ege University, Department of Electrical and Electronics Engineering,
- Demir, M. 2006. *Elektrik Sayaçlarının GPRS İle Uzaktan Okunması*. Yüksek Lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Erkal, B., 2001. *Automatic meter reading (AMR) in distribution systems*. Master's thesis, Middle East Technical University, Institute of Science and Technology, Ankara.
- Holmes, S.J., Campbell, D. 1990. *Communicating with Domestic Electricity Meters*, pp.129 – 133.
- Kocaman, B. 2018. Teknik Olmayan Enerji Kayıplarının Azaltılmasında PLC Sayaçlarının Önemi, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (2) , 220-230.
- Pasdar, A., Mirzakuchaki, S. A., 2007. Solution to Remote Detecting of Illegal Electricity Usage Based on Smart Metering. *Industrial and Science University*, İran.

ÇELİK SAÇLARIN MALZEME KARAKTERİZASYONU VE MALZEME KARTLARININ OLUŞTURULMASI

Mehmet Can Aslan

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
mehmetcan.aslan@hotmail.com / ORCID: 0000-0002-2501-6661

Onur Saray

Bursa Teknik Üniversitesi
onur.saray@btu.edu.tr / ORCID:

Melih Tuyan

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
melih.tuyan@teknorot.com / ORCID: 0000-0001-8474-2148

Özet

Bu çalışmada çelik saçların laboratuvar test yöntemleri ile malzeme karakterizasyonunun yapılması ve malzeme kartının belirlenmesi hedeflenmiştir. Sac malzemeler otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Sac şekillendirme sırasında oluşabilecek üretim hataların önceden görülebilmesi için çeşitli analiz programları kullanılmaktadır. Bu analiz programlarında bulunan standart malzeme kartları üretim aşamasında kullanılan sac parçaların karakteristik özelliklerinden farklılıklar gösterebilmektedir. Üretim şartlarını en iyi şekilde simüle edebilmek için üretimde kullanılan sac parçanın malzeme kartı oluşturulmalıdır. Bu bağlamda seçilen bir sac malzemenin, malzeme karakterizasyonu yapılmıştır. Malzeme karakterizasyonunu yapabilmek için çekme testi, Erichsen deneyi ve çekme testi hem bilgisayar destekli analiz programında hem de laboratuvar ortamında test edilmiştir. Test çıktıları sonucunda S355Mc muadili bir sacın malzeme kartı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çelik, Çelik sac, Malzeme Karakterizasyonu, Malzeme kartı, S355MC

STEEL SHEET METAL CHARACTERISATION AND CREATED OF MATERIAL CARD

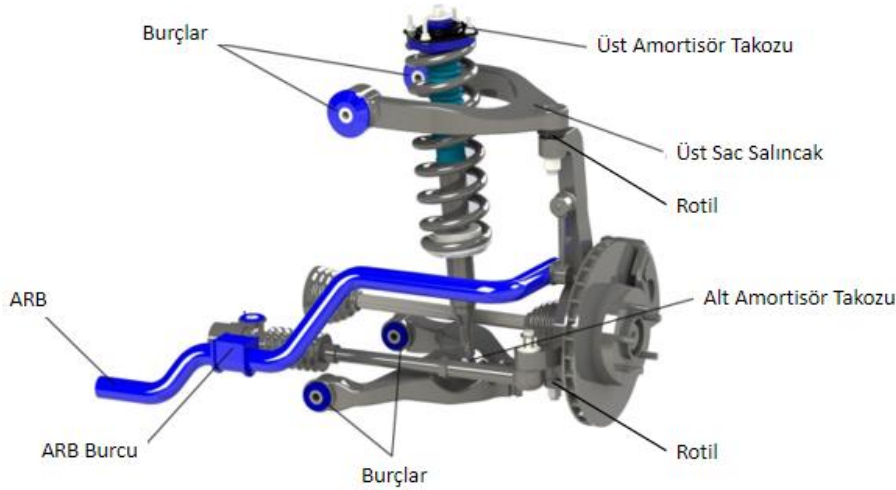
Abstract

In this study, it is aimed to characterize steel sheets laboratory test methods and to determine the material card. Sheet materials are a widely used material in the automotive industry. Various analysis programs are used to predict production errors that may occur during sheet metal forming. The standard material cards in these analysis programs may differ from the characteristic features of the sheet metal parts used in the production phase. In this context, material characterization of a selected sheet material has been made. In order to characterization of the material, tensile test, Erichsen test and tensile test test were tested both in computer aided analysis program and in laboratory. As a result of the test outputs, the material card of a sheet equivalent to S355Mc was determined.

Anahtar Kelimeler: Steel, Steel sheet metal, Material Characterisation, Material Card, S355MC

1. GİRİŞ

Süspansiyon sistemi, araç şasesi ve tekerlekler arasında yer alan ve yay, amortisör, burç, çubuk, bağlantı ve kollardan oluşan bir sistemdir. Süspansiyon sistemi, hızlanma, frenleme, viraj alma, bozuk zeminde ilerleme gibi farklı çalışma şartlarında gerekli olan güvenliği ve konforu sağlamalıdır. [6] Süspansiyon sisteminin parçalarından bir tanesi de salıncaklardır. Salıncaklar tekerlerin aşağı ve yukarı hareketine izin verirken diğer yönlerde hareketini kısıtlamaktadır. Salıncaklar temelde gövde, rotül ve burçlar olmak üzere üç ana komponentten oluşmaktadır. Yoldan gelen kuvvetler tekerden rotüle, rotülden salıncak gövdesi üzerinden burçlara aktarılmaktadır. Tekerden gelen hareketlerin salıncığa aktarılabilmesi için mafsalı bir bağlantı olan rotül, yoldan gelen dinamik kuvvetleri karşılayabilecek bir gövde ve bu dinamik yükleri sönmüleyebilecek kauçuk burçlar kullanılmıştır. [2] Aşağıda Şekil 1 de otomobillerin ön süspansiyon sisteminde kullanılan bir ön düzen sistemi gösterilmiştir.



Şekil 1. Otomobil ön süspansiyon sistemi

Günümüz otomotiv sektörüne bakıldığında zaman salıncaklar farklı imalat yöntemleri ile üretilebilmektedir. Bunlar dövme, döküm ve sac şekillendirme. Sac şekillendirme, otomotiv endüstrisinde halan daha hızlı bir şekillendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda otomobilin farklı aksamlarında bu yöntem kullanılmaktadır. Sac metallerin şekillendirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesi kalıpta şekillendirme. Çoğunlukla kalıp üzerine yerleştirilen bir sac levha önce kesme kalıbı ile kesilerek bir şablon oluşturulur, oluşan parça şekillendirme kalıplarında derin veya sıg çekme yöntemi ile şekillendirilir (Şekil 2). Bu aşamada sac malzeme oluşabilecek gerilmeler malzemede incelmeye ve yırtılmaya yol açabilir. [3]



Şekil 2. Sac salıncak üretim yöntemi

Gelişen teknoloji ile bilgisayar destekli analiz programları kullanılarak parçaların form verme esansındaki davranışı tasarım esnasında incelenebilmektedir. Malzeme üzerindeki birim şekil değiştirmelerinin tespit edilmesi ile şekillendirme sınır eğrileri oluşturulur. Bu eğrilerin analiz programlarına girilmesi ile sac şekillendirme sırasında oluşabilecek hataları görmek mümkündür. [4] Bu çalışmada analiz programına girilen standart veriler yerine, piyasada satılmakta bulunan bir sac malzemenin malzeme kartı oluşturularak analiz programına tanımlanmıştır. Sırasıyla sac numunelere Çekme testi, Nakajima testleri ve Erichsen testi yapılmıştır. Bu test verilerinden oluşan girdiler Autoform programına aktararak daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesi sağlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Otomotiv yapısal parçalarında genellikle yüksek mukavemetli çelikler kullanılır. Bu çelikler yüksek mukavemet sağlasa da şekillendirilebilirlik açısından mukavemet değerleri kadar iyi değildir. Yüksek

mukavemetli çeliklerin şekillendirilmesi zor olduğu için tasarım aşamasında bilgisayar destekli analiz programları ile şekillendirme çalışmasını simüle etmek önemlidir. Sonlu elemanlar analizlerinin gerçeğe yakın ve hassas sonuçlar verebilmesi için yazılımlardaki malzeme ve proses parametrelerinin doğru olarak belirlenmesi son derece önemlidir. Autoform programında kullanılacak bir malzeme kartını oluşturmak için öncelikler S355MC muadili malzemenin malzeme karakterizasyonu yapılmıştır. Birim şekil değiştirme (BŞD), sertleşme eğrisi ve akma yüzeyi grafiğini belirlemek için testler yapılmıştır. [1]

2.1. Oda Sıcaklığında Çekme Testi

Çalışmada kullanılan 3 mm kalınlığındaki S355MC muadili malzemenin çekme testi numuneleri lazer kesme yöntemi ile ASTM-ES standardına uygun şekilde hazırlandı. Numuneler haddeleme doğrultusuna göre 0°, 45° ve 90° doğrultuda olacak şekilde değişik varyasyonlarda hazırlandı (Şekil 3).



Şekil 3. ASTM-ES standartlarına göre hazırlanan çekme test numuneleri

Numuneler oda sıcaklığında ve 10^{-3} 1/s deformasyon hızında standart bir çekme cihazında test edildi. Testler sırasında kuvvet-yer değiştirme verileri bir bilgisayar tarafından kaydedildi. Kuvvet-yer değiştirme verileri kullanılarak BŞD büyüklükleri hesaplandı. Her bir çekme doğrultusunda numunenin çekme mukavemetine ulaştığı yüklem halindeki genişlik ve kalınlıkta meydana gelen birim şekil değiştirmeler oranlanarak sırasıyla r0, r45 ve r90 büyüklükleri hesaplandı. Bu büyüklükler kullanılarak sac malzemenin düzlemsel anizotropi değeri;

$$R=0,25x(r0+2xR45+r90)$$

Eşitliği kullanılarak hesaplandı. Elde edilen büyüklüklerden test malzemesine ait pekleşme üssü (n), pekleşme katsayısı (K), Ludwik pekleşme eğrisi ve Barlat akma yüzeyi hesaplandı.

Tablo 1. Çekme Testi Tablosu

		$\sigma_{y,u}$ [MPa]	$\sigma_{y,l}$ [MPa]	σ_{UTS} [MPa]	ϵ_u (%)	ϵ_f (%)	K [MPa]	n	r_{UTS}	R	R_p
0°	Sample #1	396,74	386,72	464,48	18,78	32,68	750,12	0,17	0,79	0,83	-0,03
	Sample #2	406,61	395,86	478,26	18,33	33,05	771,33	0,17	0,83		
	Sample #3	407,60	401,09	478,85	18,82	30,91	774,18	0,17	0,81		
	Mean	407,11	398,48	478,56	18,64	32,21	772,76	0,17	0,81		
45°	Sample #1	435,36	413,71	475,60	18,42	32,98	750,92	0,16	0,85		
	Sample #2	408,39	391,30	451,87	18,16	30,79	716,71	0,16	0,84		
	Sample #3	424,05	402,26	465,38	17,99	30,93	734,19	0,16	0,83		
	Mean	422,60	402,42	464,28	18,19	31,57	733,94	0,16	0,84		
90°	Sample #1	457,28	423,59	486,24	17,53	27,83	768,36	0,16	0,83		
	Sample #2	445,65	419,70	478,27	16,90	28,06	753,59	0,16	0,79		
	Sample #3	441,13	421,29	479,88	16,68	26,93	752,65	0,15	0,82		
	Mean	448,02	421,53	481,46	17,04	27,61	758,20	0,16	0,81		

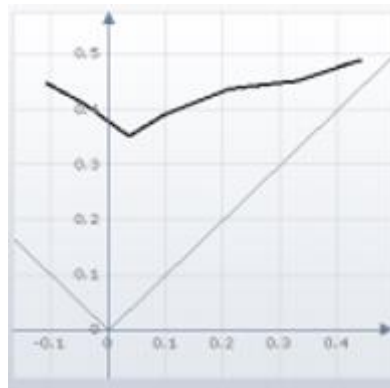
2.2. Nakajima Testi

Şekillendirme sınır eğrileri ISO 12004-02'e göre değerlendirilmiştir. Numuneler Şekil 4'de gösterildiği gibi hazırlanmıştır. Her bir numune haddeleme yönüne göre 0° , 45° ve 90° olacak şekilde farklı varyasyonlarda test edilmiştir. Bunun amacı sac şekillendirme esnasında her bir plakanın haddeleme yönünün farklı olması ve bu farklılığı malzeme kartımıza yansıtılabilmektedir.



Şekil 4. ISO 12004-02 standartlarına göre hazırlanan nakajima test numuneleri

ISO 12004-2 standardına göre yapılan deneyler için numune yüzeyleri granit desene benzer bir kontrast oluşturacak beyaz zeminli bir boya ile boyanarak test tabi tutulur. Test sırasında boya içerisindeki noktaların yer değiştirmeleri yüksek hızlı GOM-ARAMIS kamerası ile takip edilerek boyun vermenin gerçekleştiği bölgeler tespit edilip, bu bölgelerin maruz kaldıkları BŞD'lerin major ve minör büyüklükleri hesaplanır. Böylece, sac malzeme boyun verdiği anda karşılayabildiği BŞD büyüklükleri hesaplanmış olur. Bu büyüklükler, farklı geometrik özelliklerinde üretilen numuneler için ayrı ayrı hesaplanarak, tek eksenli çekme, birim şekil değiştirme ve iki eksenli çekme ve bunların arasındaki geçişi teşkil eden yüklem halleri için belirlenerek şekillendirme limit diyagramı oluşturulur.



Şekil 4. Test sonuçları ile ilgili grafik

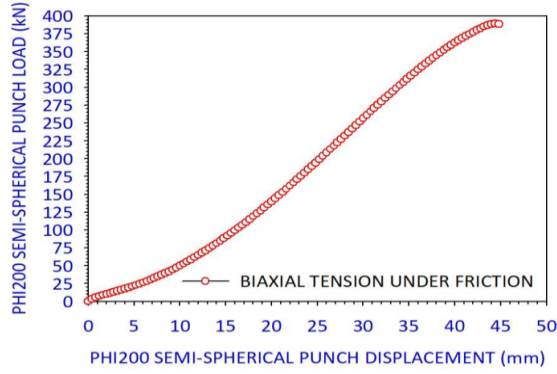
2.3. Erichsen Deneyi

Çalışmadan elde edilen malzeme kartlarının şekillendirme kuvvetlerinin ne ölçüde doğru hesaplandığının anlaşılması için ISO 20482 standartlarına göre Erichsen deney numuneleri (Şekil 5) hazırlandı ve test yapıldı.



Şekil 5. Erichsen test numunesi

Deneyler sırasında servo-hidrolik bir deney presine bağlanan 200 mm çaplı küresel zımba altında çatlama gerçekleşinceye kadar şekillendirildi. Şekillendirme sırasında zımbanın hareketine bağlı olarak etki eden şekillendirme kuvveti deneysel olarak ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 6).

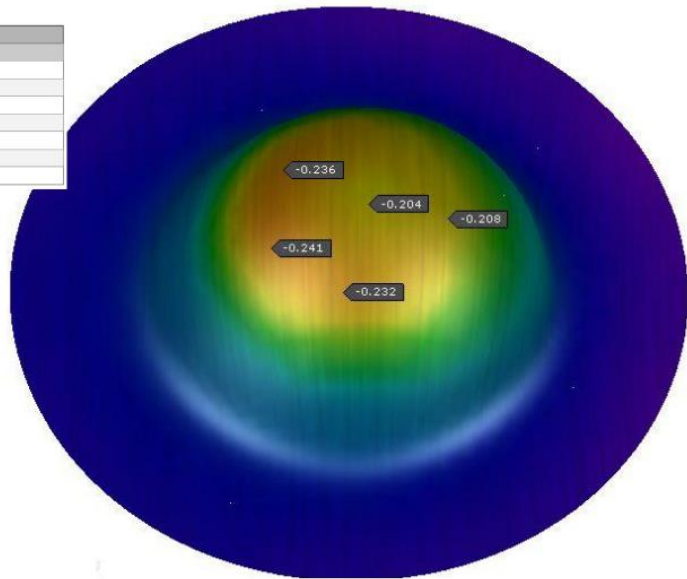
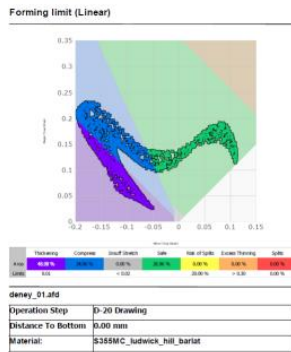


Erichsen index: 44,4 mm
Load @Erichsen index: 398,4 kN

Şekil 6. Erichsen test sonucu

Elde edilen deneysel yük-yer değiştirme eğrisi, malzeme kartı ile elde edilen hesaplamalı yük-yer değiştirme eğrisi ile karşılaştırılmıştır.[5] Bu sayede, özellikle pekleşme ve temas hali altında meydana gelen etkileşimlerin hesaplamalı modellere ne ölçüde yansıtılabildiği değerlendirilmiştir (Şekil 7).

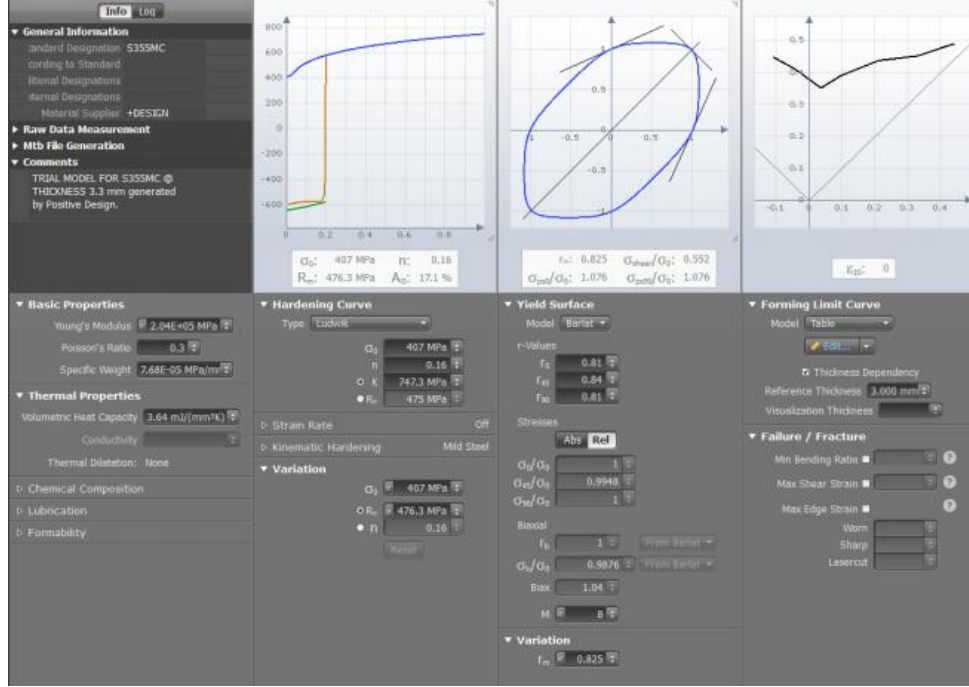
Tool Forces Overview	
Tool Name	Max Force
D-20	
Die	518.1 kN
Punch	418.1 kN
Binder	100.0 kN
Weight	8.00 N
M-30	
Weight	8.00 N



Şekil 7. CAE analiz sonuçları

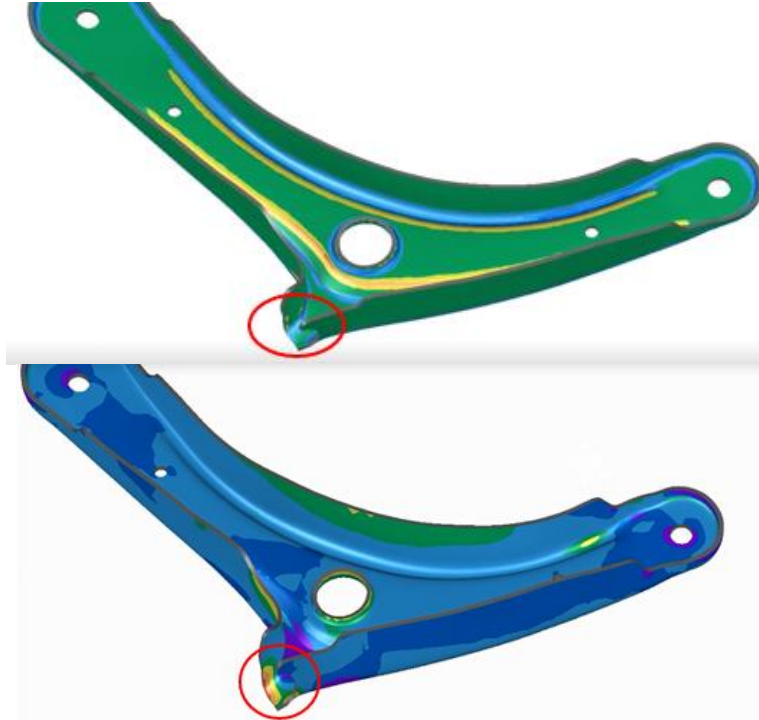
3. SONUÇ

Yapılan testler sonucunda S355MC muadili kalite sac için şekillendirme sınırı eğrisi (Şekil 4), sertleşme eğrisi ve akma yüzeyi grafiği oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veriler ile Autoform analiz programında kullanılacak S355MC muadili sac için malzeme kartı oluşturuldu (Şekil 8).



Şekil 8. S355Mc muadili sac için oluşturulan malzeme kartı

S355MC eşdeğeri sac için hazırlanan bu malzeme kartı ile standart malzeme kartına göre daha doğru analiz sonuçları elde edilmiştir.



Şekil 9. Yeni malzeme kartı ile yırtılma bölgesinin öngörüldüğü bir analiz sonucu elde edilmiştir.

Bu çalışma yaygınlaştırılarak, firma içinde kullanılan farklı kalitedeki sacların malzeme kartı çıkartılacaktır. Bu malzeme kartları ile birlikte tasarım ve devreye alma aşamasında aşağıdaki iyileşmeler görülecektir;

- Kalıp tasarım süresi kısıllacaktır.
- Doğru kalıplandırma adımları Autoform programı ile belirlenebilecektir.
- Kalıplar tek seferde doğru yapılabilir.
- Prototip çalışmaları daha kısa sürecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında sunduğu lisanlı yazılım ve test olanaklarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. şirketine ve Positive Design firmasına teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] Atzema, E.H., (2017), Formability of Auto Components, *Radhakanta R., Shiv B. S., Automotive Steels*, Amsterdam: Elsevier
- [2] Crouse, W. H., Anglin, D.L., (1992), *Automotive Brakes, Suspension and Steering*, New York: Macmillan/McGrawHill
- [3] Emekli, M.E., (2008), *Hafif Ticari Araç İçin Yarı Aktif Süspansiyon Sistemi Tasarımı*, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi
- [4] Keeler, S.P., Backofen, W.A., (1963), *Plastic Instability and Fracture in Sheets Stretched Over Rigid Punches*, Boston: Springer
- [5] Paraianu, L., Comsa, D.S., Gracio, J.J., Banabic, D., (2005) *Modelling of the Forming Limit Diagrams Using the Finite Element Method* Cluj: ESAFORM
- [6] Putgöl Y., Altıparmak D. (2016), *Taşıt Süspansiyon Sistemi Çeşitleri ve Ön Düzen Geometrisine Etkileri*, Ankara: Politeknik Dergisi

AKUSTİK KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN YAPISININ, TİPLERİNİN VE UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

Fırat Akbaş

Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği
firatakbas@marun.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0413-6509

Bülent Aydemir

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME)
bulent.aydemir@tubitak.gov.tr, ORCID: 0000-0001-6848-2681

Özet

Ölçüm bilimi olan metrolojinin ilgilendiği fiziksel büyüklüklerden biri kuvvettir. Değişik ölçüm yöntemlerine göre tasarlanmış ve kullanılmakta olan birçok kuvvet dönüştürücü (ölçüm cihazı) vardır. Akustik kuvvet dönüştürücü cihazlarda bunlardan birisidir. Kuvvet ve benzeri büyüklüklerin ölçümü için çok çeşitli farklı prensipli ölçüm yöntemleri vardır. Bunlardan biri olan akustik prensipli kuvvet dönüştürücü, kuvvete bağlı olarak değişen akustik sinyalin (sonik, ultrasonik, vb.) gösterge yardımı ile okunmasını sağlayan bir cihazdır. Akustik kuvvet dönüştürücüler, akustik sinyalleri elektrik enerjisine dönüştürerek sayısal bir çıktı üretirler. Bu çalışmada akustik kuvvet dönüştürücülerinin yapıları ve türleri incelenmiştir. Ayrıca uygulama alanları da çeşitli örnekler ile verilmiştir. Bu çalışma ile akustik kuvvet dönüştürücüler üzerine bir bilgi birikimi ve ilgili araştırmalar için rehber bir doküman oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet dönüştürücüler, Akustik kuvvet dönüştürücüler, Akustik dalga, Kuvvet ölçümü

INVESTIGATION OF THE STRUCTURE, TYPES AND APPLICATIONS OF ACOUSTIC FORCE TRANSDUCERS

Abstract

Force, one of the physical quantities, can be measured by different measurement methods. There are many force transducers (measuring devices) designed and used according to different measurement methods. Acoustic force transducer devices are one of them. There are a wide variety of different principled measurement methods for the measurement of forces and similar quantities. One of them, the acoustic-based force transducer, is a device that enables the acoustic signal (sonic, ultrasonic, etc.), depending on the force, to be read with the help of an indicator. Acoustic force transducers produce a digital output by converting acoustic signals into electrical energy. In this study, the structures and types of acoustic force transducers were investigated. In addition, application areas are given with various examples. This study, it is aimed to create a knowledge base on acoustic force transducers and a guide document for related researches.

Keywords: Force transducers, Acoustic force transducers, Acoustic wave, Force measuring

1. GİRİŞ

Günümüzde bilimin ve teknolojinin pek çok çalışma alanında ön planda olduğu bir çağ yaşamaktadır. Pek çok teknolojik araç yaşamımızın vazgeçilmez parçaları haline gelmiştir. Ölçüm dünyası da bu teknolojik gelişimlerden etkilenmiş makina ve sistemler üzerinde ölçüm gereklilik haline gelmiştir. Sistemler üzerinde ölçülmesi gereken parametrelerden bir tanesi de kuvvettir. Kuvvet; cisimlerin hareket etme durumlarını, şekillerini ve basınçlarını değiştirebilen etki olarak tanımlanabilir. Kuvvet birimi Newton'dur (N). 1901'de Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda kabul edilen tanıma göre, Newton, bir kilogramlık bir kütleyle saniyede bir metre kare ivme kazandırmak için gereken kuvvettir [2].

Kuvvet ölçümleri inşaat, makina, uçak, otomotiv gibi mühendisliğin birçok dalında kullanılmaktadır. Bu durum da uygulanan kuvvetin büyüklüğünün doğru ölçülebilmesi önemli bir kriterdir [1]. Kuvvet ölçümlerinde kullanılan yöntemler şöyledir:

- Bilinen Yük İle Dengeleme
- Uygulanan Kuvvet Etkisiyle Fiziksel Özelliklerin Değişiminden Yararlanma
- Esnek Gövde Üzerinde Kuvvet ile Oluşturulan Deformasyondan Yararlanma

Kuvvet ölçümlerinde kullanılan dönüştürücüler prensiplerine göre şekil 1 deki gibi sıralanabilir. Bu yöntemler ile çalışan birçok cihaz üretilmiştir (Şekil 2). Bu çalışmada akustik kuvvet dönüştürücüleri (ölçme cihazları) detaylı olarak incelenmiş ve kullanım yerleri hakkında bilgiler verilmiştir [7].

A. Mekanik Kuvvet Dönüştürücüler

- Jiroskopik Kuvvet Dönüştürücüler
- Rezonatör Kuvvet Dönüştürücüler
- Titreşim Telli Kuvvet Dönüştürücüler
- Hidrolik Kuvvet Dönüştürücüler
- Martens Aynalı Kuvvet Dönüştürücüler
- Ölçme Halkaları

B. Elektriksel Kuvvet Dönüştürücüler

- 1. Akustik Kuvvet Dönüştürücüler**
- Kapasitif Kuvvet Dönüştürücüler
- Direnç Uzama Ölçerli Dönüştürücüler
- İndüktif Kuvvet Dönüştürücüler
- Piezoelektrik Kuvvet Dönüştürücüler
- Elektromanyetik Kuvvet Dönüştürücüler
- Magnetoelastik Kuvvet Dönüştürücüler
- Elektrodinamik Kuvvet Dönüştürücüler
- Galvanomanyetik Kuvvet Dönüştürücüler



Şekil 1. Kuvvet dönüştürmede kullanılan cihazların ölçüm prensiplerine göre sınıflandırılması

Şekil 2. Çeşitli kuvvet dönüştürücü cihaz örnekleri

2. AKUSTİK SENSÖR PRENSİPLERİ

Akustik sensörler (Şekil 3a ve Şekil 3b) ses dalgasını farklı bir fiziksel büyüklüğe dönüştürülebilir yapıdaki cihazlardır. İki tip akustik sensör vardır: Birincisi sabit akustik sensörler, tek parçadan oluşur ve sinyal havada veya sıvı yoluyla iletilebilir. Her uygulama gereksinimini karşılamak için farklı boyutlar mevcuttur. İkincisi temassız akustik sensörler ise sabit bir parça (stator) ve bir döner parçadan (rotor) oluşur, ancak her uygulama gereksinimini karşılamak için farklı şekil ve boyutlara sahiptir. Akustik sensörler akustik dalga prensibi ile çalışırlar. 5 tür akustik dalga türü bulunmaktadır. Bunlar: Rayleigh, APM (Akustik Plaka Modu), Lamb, STW (Yüzey Enine Dalga) ve Love Dalgalarıdır. Farklı özelliklerle akustik dalga türlerinin karşılaştırılması Tablo 1 ile verilmiştir.

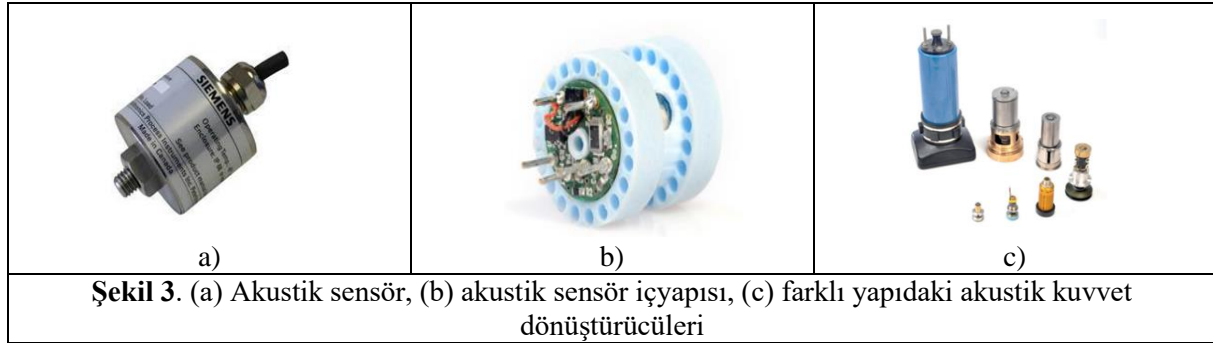
Tablo 1. Farklı Akustik Dalga Türlerinin Karşılaştırılması

Dalga türü	Hassaslık/Gürültü	Gaz (g) veya sıvı (s) uygulama alanı	Sağlamlık	Uygulamalar
Rayleigh	Yüksek/düşük	g	Yüksek	Gaz, kuvvet
APM	Orta/Düşük	g+s	Orta	Biyokimyasal, gaz ve viskozite
Lamb	Yüksek/Orta	g+s	Orta	Yoğunluk, ses hızı
STW	Yüksek/Düşük	g+s	Yüksek	Biyokimyasal ve gaz
Love	Yüksek/Düşük	g+s	Yüksek	Biyokimyasal, gaz ve viskozite

Akustik dalgalar, farklı akustik kuvvet dönüştürücülerin çalışma prensiplerinde kullanılır. Bunlar aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

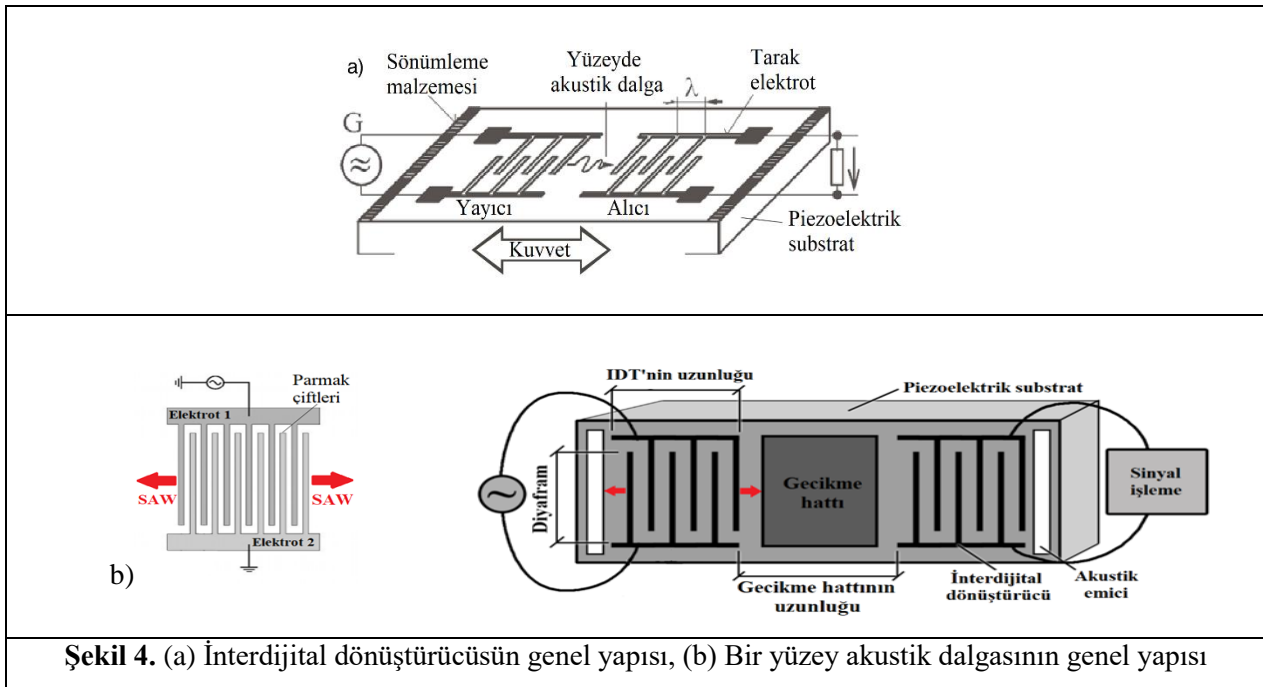
3. AKUSTİK KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN TİPLERİ

Akustik kuvvet dönüştürücü (Şekil 3c) [9], akustik sinyalin (sonik, ultrasonik, vb.) girişi (kuvvete bağlı olarak) ve çıkışı arasında gerçekleşen işlemlerde rol alan bir cihazdır. Akustik kuvvet dönüştürücüleri (Şekil 3b) [8], akustik sinyalleri elektriksel enerjiye dönüştürerek sayısal bir çıktı alınmasını sağlar. Kuvvetin ve diğer ilgili niceliklerin ölçümü için çok çeşitli akustik yöntemler vardır. Bu çalışmada yüzey akustik dalga (SAW), akustik radyasyon, akustik dalga kılavuzlu ve ultrasonik kuvvet dönüştürücüleri incelenmiştir.

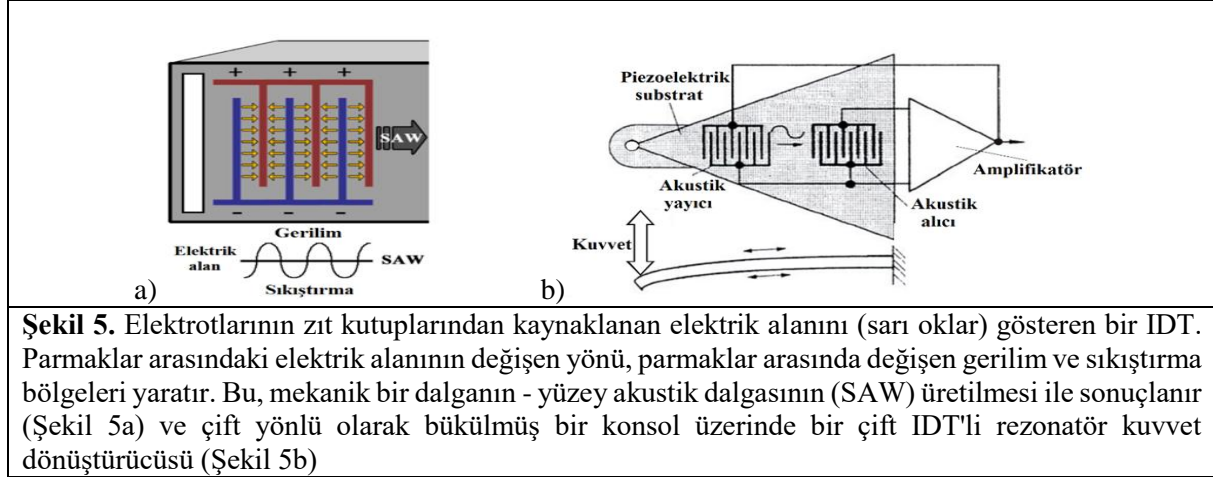


3.1 Yüzey Akustik Dalga (SAW) Kuvvet Dönüştürücüleri

Yüzey akustik dalgaları (SAW'lar), elastik bir malzemenin yüzeyine paralel hareket eden, yer değiştirme genlikleri malzemeye doğru azalan ve böylece yüzeyin kabaca bir dalga boyu içinde sınırlı kalmasını esas alan akustik dalgalar. SAW cihazları, Lord Rayleigh tarafından “Elastik bir katının düzlem yüzeyi boyunca yayılan dalgalar üzerine” çalışmasında öne sürülen bir teoriye dayanmaktadır. Bir SAW dönüştürücü ise, elektrik sinyallerini yüzey akustik dalgalarına dönüştüren ve bunun tersini yapan bir cihazdır. Bu cihazlardaki ana kilit nokta 1965 yılında İnterdijital Dönüştürücü'nün (IDT) icadıdır. Bir İnterdijital Dönüştürücü (IDT), birbirine geçen iki tarak şeklindeki metalik elektrot dizisinden oluşan bir cihazdır. Bu metalik elektrotlar, periyodik bir yapı oluşturmak için kuvars veya lityum niyobat gibi bir piezoelektrik substratın yüzeyinde biriktirilir. IDT'lerin birincil işlevi, piezoelektrik etki (bir giriş dönüştürücüsü) aracılığıyla periyodik olarak dağıtılmış mekanik kuvvetler üretmek için elektrik sinyallerini yüzey akustik dalgalarına (SAW) dönüştürmektir. IDT (Şekil 4a), hem verici hem de alıcı olarak çalışan tersinir özelliğe sahip olduğundan, bir elektrik sinyalini Rayleigh dalgasına veya tam tersi şekline dönüştürebilir.



Şekil 4b de, SAW cihazı ile bir rezonatör kuvvet dönüştürücüsü verilmiştir. Piezoelektrik alt tabakası üzerine yerleştirilmiş tarak benzeri yapılandırılmış elektrotlar kullanılarak, ses dalgaları olarak yayılan mekanik titreşimler elde edilebilir. Bükülmeye maruz kalan bir kirişin üst veya alt yüzeyine aynı anda bir çift elektrot uygulanarak, kirişin uzunluğuna bağlı olarak eğilme kuvveti, yüzey salınımlarının frekansı ölçülebilir. Akustik bir verici tarafından üretilen sinyal, akustik bir alıcıya iletilir ve daha sonra kararlı fazlı bir amplifikatör ile yükseltilir. Bir geri besleme reaksiyonu yoluyla, rezonans frekansı yüzey gerilimine bağlı olan ve dolayısıyla buna neden olan kuvvetle orantılı olan serbest bir salınım üretilir. Uygulanan kuvvete bağlı olarak elastik bir elemanın deformasyonu, rezonatör frekansını değiştirir [3].



Yüzey akustik dalga kuvvet dönüştürücülerinin tasarımında, hem piezoelektrik substrat hem de birbirine bağlı elektrotlar için bir malzeme seçimi önemlidir.

Tablo 2. Piezoelektrik Substrat Malzeme Özelliklerinin Karşılaştırılması

Malzeme (Adı)	Birleşme Katsayısı (%)	Hız (m/s)	Sıcaklık Katsayısı ppm/°C	Oryantasyon (Eksen)	Fiyat (Kalite)
Lityum Niyobat	5.6	3992	75	128°, Y , X	Yüksek
Lityum Niyobat	4.6	3488	94	Y, Z	Yüksek
Lityum Tantalat	0.74	3230	35	Y, Z	Orta
Kuvars	0.16	3159	-24	Y, X	Düşük

Tablo 2 de, SAW kuvvet dönüştürücülerin tasarımı için yaygın piezoelektrik malzemelerin ilgili malzeme özellikleri gösterilmiştir. Genellikle düşük bir termal genişleme katsayısı, yüksek bir elektromekanik birleşme katsayısı istenir. Birleşme katsayısı piezoelektrik malzemenin mekanik ve elektrik enerjisi arasındaki transformasyonunun verimliliğini tanımlar. Örnek olarak kuvars neredeyse hiç termal genişleme göstermez; fakat, düşük bir elektromekanik bağlantı faktörüne sahip olduğu için tercih edilme sırası sonradır. Örnek olarak yüksek hassasiyetli bir endüstriyel uygulama bağlamında, 128°, Y-X kesimi daha uygun olurken, bir araştırma ortamında (veya düşük üretim hacmine sahip başka bir ortamda) Y-Z kesimi daha iyi bir seçim olacaktır. Farklı ortamlara ve ihtiyaçlara göre bu malzemeler arasından seçimler yapılabilir. Diğer malzemeler fiyat ve teslim süresine göre seçilebilir.

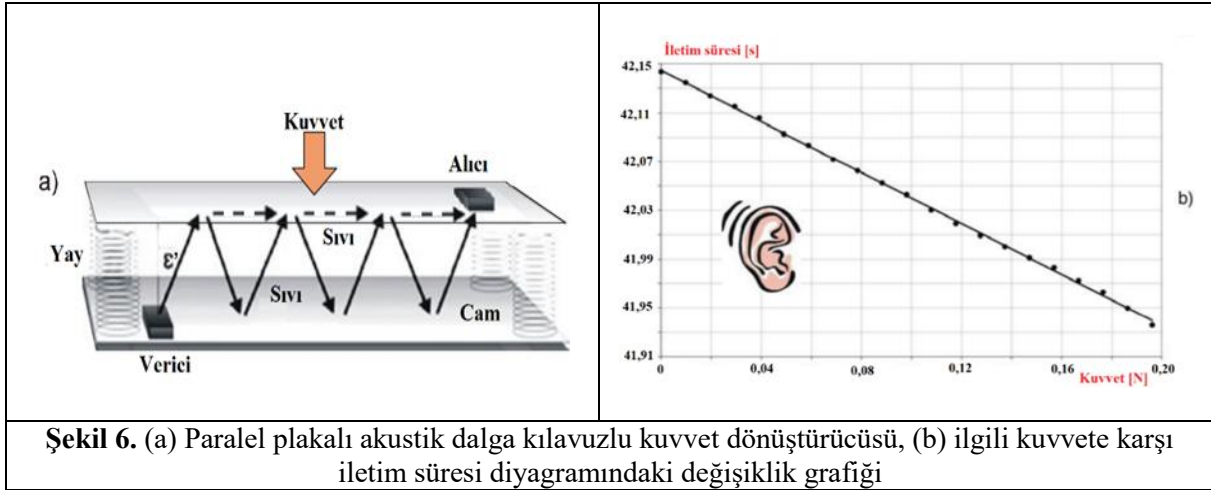
Tablo 3. IDT'de Kullanılan Metal Malzeme Özelliklerinin Karşılaştırılması

Metal (Adı)	Substratın Yapışması (Kalite)	Elektrik Direnci ($\mu\Omega\text{-cm}$)	Kaynama Noktası (K)	Fiyat (Kalite)
Bakır	İyi	1.7	3200	Düşük
Alüminyum	İyi	2.65	2792	Düşük
Altın	Zayıf	2.2	3129	Yüksek
Tungsten	Orta	5.0	5828	Orta

Tablo 3 de, IDT'ler için kullanılan metal seçimi de uygulamaya özel olma eğilimindedir, ancak genellikle düşük bir direnç arzu edilir, çünkü bu tipik olarak transformasyon sürecini daha verimli hale getirir. Metalin alt-tabakaya yapışma gücü ve metalin kaynama noktası (mevcut biriktirme işlemlerinin türlerini belirler), maliyet kadar önemli faktörlerdir. Tablo 3, yaygın IDT malzemelerinin bu özelliklerini karşılaştırmaktadır. Bakır genel olarak en iyi seçim gibi görünse de nispeten düşük direnç, düşük maliyet ve iyi yüzey yapışmasından dolayı daha az hassas sensörler için de alüminyum iyi bir seçimidir [5].

3.2 Akustik Dalga Kılavuzlu Kuvvet Dönüştürücüler

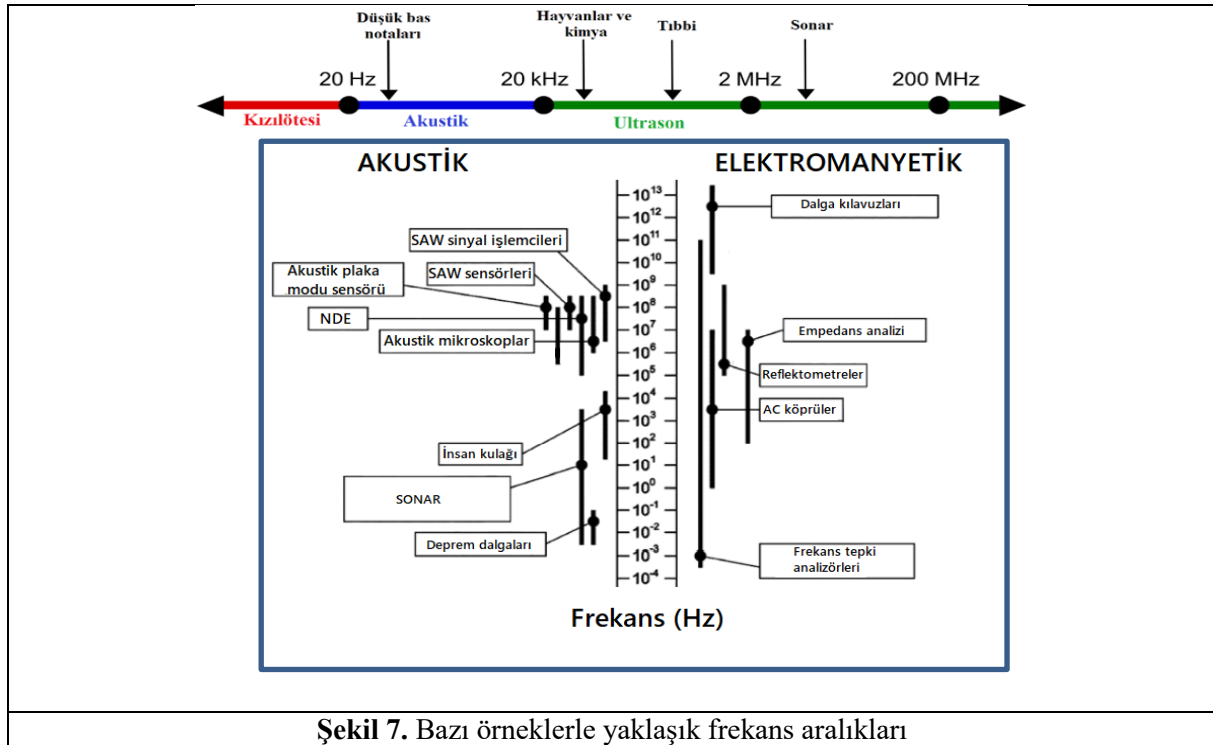
Akustik dalga kılavuzları, ses dalgalarını yönlendirmek için fiziksel bir yapı, aynı zamanda bir iletim hattı gibi davranır. Algılama mekanizması olarak mekanik veya akustik bir dalga kullandıkları için bu şekilde adlandırılmıştır. Bir dalga kılavuzu, dalgaların tek bir boyutta yayılmasını sınırlar, böylece ideal koşullar altında, dalga yayılırken güç kaybetmez. Hızdaki değişiklikler, sensörün frekans veya faz özellikleri ölçülerek izlenebilir. Daha sonra ölçülen büyüklüğe karşılık gelen fiziksel miktarla ilişkilendirilir. Bu cihazlar tipik olarak yüzey akustik dalga (SAW) prensipli cihazlardır. Telekomünikasyon endüstrisi, bu cihazların en büyük kullanıcısıdır. Fakat son yıllarda üretilen akustik dalga sensörleri, otomotiv (tork sensörleri), tıbbi (biyosensörler) ve endüstriyel uygulamalarında da (nem, sıcaklık ve kütle ve kuvvet sensörleri) kullanılır. Şekil 6a, paralel plakalı akustik dalga kılavuzlu kuvvet dönüştürücünün yapım ilkesini göstermektedir.



İletim dalgasının vericiden alıcıya varış süresi, iki cam plaka düzenine ve radyasyon açısına (ϵ') bağlıdır. Örneğin, plakalara etki eden bir kuvvet, alıcı sinyalin karşılık gelen bir zaman kaymasına neden olan yaylarda bir deformasyon üretir. Uygulanan kuvvet arttıkça, plakalar arasındaki mesafe kısalmış ve dolaylı olarak ölçülen iletim süresi kısalmış ve neredeyse doğrusal bir diyagram görüntülenir (Şekil 6b). Bu cihazda kullanılan dalga kılavuzu camdır [3]. Bu cihazlarda kauçuktan yapılmış elastik ara parçalar kullanılır ve hassasiyet 1 s/N düzeyindedir. 1 N'luk bir kuvvet, ara parçalarda yaklaşık 2 mm'lik bir deformasyona neden olduğu ölçülmüştür. Bu cihaz ile 0,01 N'a kadar düşük kuvvetlerinin kolayca tespiti yapılabilir [4].

3.3 Ultrasonik Kuvvet Dönüştürücüleri

İnsan kulağı 20 Hz ila 18.000 Hz arasında frekansa sahip ses dalgalarını duyabilir. Frekansları 1-20 Hz arasında olan ses dalgaları infrason olarak adlandırılırken, 18.000 Hz'in üzerindeki ses dalgaları ultrasonik olarak tanımlanmıştır. Şekil 7'de ultrasonik dalgalarının ve akustik ile elektromanyetik dalgaların frekans aralıkları örneklerle gösterilmiştir. Ses dalgaları mekanik titreşimlerle meydana geldiğinden ancak bir ortam içinde yayılabilirler, boşlukta yol alamazlar. Tüm diğer dalgalarda olduğu gibi ses dalgaları da yansır, kırılır, dağılır, absorbe olur. Bir ortamdan geçerken enerjilerinin bir kısmını kaybederler. Ultrasonik kuvvet dönüştürücüler, ultrasonik dalgalar ile nesnelere algılamak ve gerekli kuvvetleri hesaplamada kullanılırlar.



Şekil 7. Bazı örneklerle yaklaşık frekans aralıkları

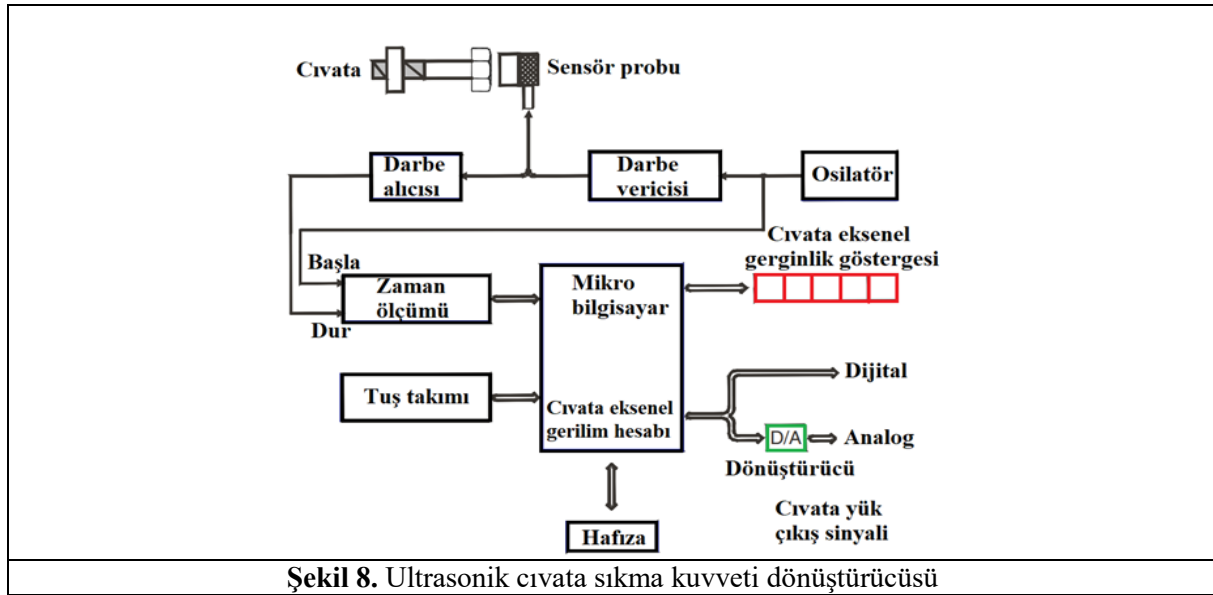
3.3.1. Ultrasonik Kuvvet Dönüştürücülerinin Endüstriyel Uygulamaları

Hagiwara Electric tarafından, cıvata bağlantılarının sıkma kuvvetini ölçmek için ultrasonik dalga iletimi ilkesine göre çalışan bir cihaz tasarlanmıştır. (Şekil 8). Bir cıvatanın sıkılması veya bir somunun çevrilmesi, bir çekme gerilimine neden olarak uzamaya neden olur. Ultrasonik dalga, cıvata boyunca ilerler ve cıvatanın diğer ucuna ulaşır ve buradan dalga geri yansır. Artan gerilimlerle dalga iletim hızı azalır. Cıvatanın uzaması, gelen dalganın girişi ile geri dönen dalganın arasındaki yankı zaman aralıklarını uzatır. Cihaz, ultrasonik dalga iletiminin bu iki özelliğinin birleşik etkisini kullanır. Başlangıç gerilimi σ (sıkma işleminin neden olduğu gerilim) (1) bağıntısı ile hesaplanır.

$$\sigma = K_u \cdot (T_p - T_0) \quad (1)$$

Burada K_u , değeri test edilecek cıvatanın boyutlarına göre belirlenen bir sabittir. Test işleminden önce K_u değeri belirlenir ve verilen bir cıvata için boyutsal veri girişi yapılarak ünitenin hafızasına kaydedilir. Cıvata sıkılmadan önce, T_0 süresini ölçmek için sensör probu cıvatanın başucuna uygulanır ve sıkıldıktan sonra T_p zamanını ölçmek için prob tekrar aynı şekilde uygulanır. Yerleşik mikrobilgisayar, denkleme göre σ değerini verecek şekilde programlanmıştır. Dijital ekran, cıvata yükünün doğrudan okunmasını sağlayan hesaplamaların sonucunu gösterir.

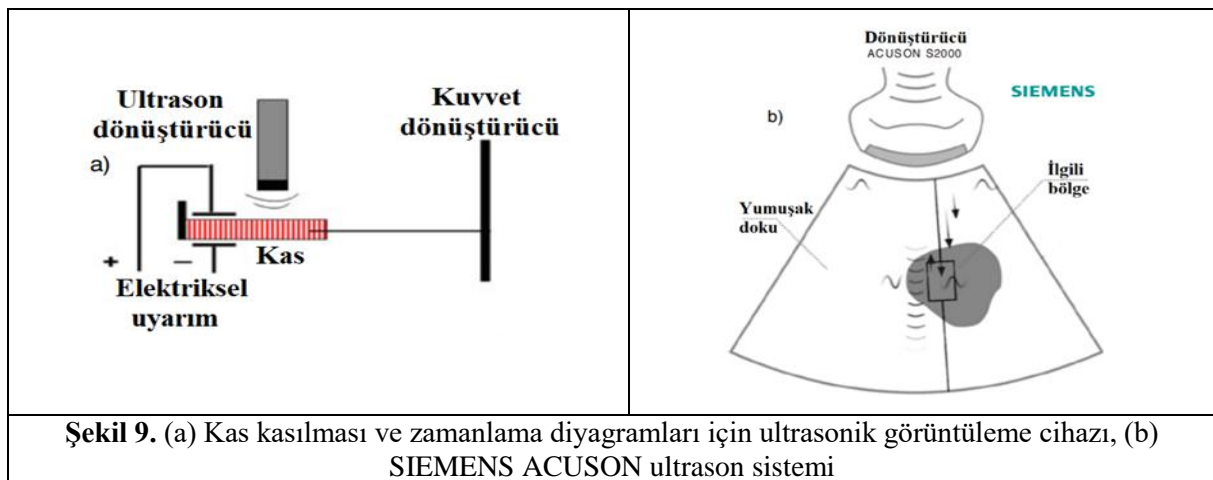
Bu aletin avantajı, cıvata bağlantılarını gevşetmeden veya sıkma sırasında ihtiyaç duyulan torkun ölçülen veya hesaplanmış değerlerini kullanmadan sıkma kuvvetinin ölçülebilmesidir. Bu ölçüm sırasında cıvata bağlantısı “değişmeden (harektetmeden)” kalır [3].



3.3.2. Ultrasonik Kuvvet Dönüştürücülerinin Tıbbi Uygulamaları

Kasılma sırasında iskelet kasını görüntülemek için elektro kardiyomiyografi (EMG), manyetik rezonans, optik tomografi ve çift kırılma kullanılıyor olsa da, bu teknikler kas içindeki dinamikleri tam olarak karakterize etmek için uzamaya yönelik veya zamana bağlı çözünürlükleri düşüktür. İzometrik bir kasılma sırasında bireysel kas liflerinin koordinasyonunu tanımlamak için gerçek zamanlı bir yüksek frekanslı ultrasonik yakalama sistemi tasarlandı. Bu dönüştürücü ile izole bacak kaslarındaki kasılma boyutu ve kas yorgunluğunun eksenel gerilme ve gerilme hızı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sistemde, izole edilmiş kasın bir ucu metal bir çubuğa ve diğer ucu (sağlam tendon ile) her bir kas kasılmasının gücünü ölçen bir kuvvet dönüştürücü koluna sabitlendi ve tek elemanlı 10 MHz seramik ultrasonik dönüştürücüsü kullanıldı (Şekil 9a).

Gerinim ve gerinim hızı, kasılma boyutu ve kas yorgunluğunun derecesi ile paralel olarak gözlemlendi. Düşük hızda (< 100 Hz) bir kuvvet ölçümü olarak kas liflerinin uzunluk derecesindeki değişiklikleri ölçmek için ultrasonik sensör kullanıldı. Ultrasonik dalgalar gönderilerek gerinimi ve kasılma boyutunu kuvvet biriminde bir değer olarak bilinmesi sağlanıyor. Bu potansiyel olarak invaziv olmayan teknik, hareket bozukluklarının ciddiyetini değerlendirmek ve kas yaralanmasından sonra tedavi ve rehabilitasyon sırasında koordinasyonu izlemek için uygun bir cihazdır [3].



3.4 Akustik Radyasyon Kuvvet Dönüştürücüleri

Akustik radyasyon kuvvet darbesi (ARFI) görüntüleme, dalga yayılma hızını değerlendirerek doku sertliğinin değerlendirilmesine olanak tanıyan yeni ve umut verici ultrasonik tabanlı bir tanı tekniğidir.

ARFI, ultrasonik tarayıcısında ve geleneksel bir prob kullanılarak, harici sıkıştırmaya gerek kalmadan, kısa süreli akustik radyasyon kuvvetleriyle, teşhis için potansiyel olarak yararlı tamamlayıcı bilgiler sağlayarak derin doku sertliğini değerlendirir [3].

3.4.1. Tıbbi Uygulamalarda Akustik Radyasyon Kuvvet Dönüştürücüleri

Akustik Radyasyon Kuvveti Darbe (ARFI) görüntüleme, hem doku içinde geçici olarak kısa lokalize radyasyon kuvvetleri uygulamak hem de zaman içinde ortaya çıkan yer değiştirmeleri izlemek için tek bir ultrasonik dönüştürücü dizisi kullanarak doku mekanik özelliklerindeki lokal varyasyonları karakterize etmek için bir yöntem olarak kullanılmıştır. Kuvvetin kesilmesinden hemen sonra doku maksimum yer değiştirmesi değerini, dokunun maksimum yer değiştirmesine ulaşması için geçen süreyi ve iyileşme hızının nasıl olduğunu gösterir. Yumuşak dokularda radyasyon kuvveti büyüklüğünü belirlemek için (2) numaralı bağıntı denklemi kullanılabilir [6].

$$F = \frac{W_{abs}}{c} = \frac{2\alpha I_t}{c} \quad (2)$$

F [kg/(s·cm)²] akustik radyasyon kuvveti, W_{abs} [w/(100.cm)³] belirli bir uzaysal konumda ortam tarafından emilen güç, c [m/s] ortamın ses hızı, α [m⁻¹] ortamın absorpsiyon katsayısı ve I_t [w/cm²] belirli bir uzaysal konumda zamansal ortalama yoğunluk.

Dönüştürücü ile dalga hız değerleri ve kuvvetlerin ölçümleri sağlanır. Örneğin, SIEMENS ACUSON™ ultrasonik sistemleri, dokunun mekanik sertliği veya elastik özelliklerinin niteliksel görsel veya niceliksel değer ölçümlerini mümkün kılan kapsamlı bir doku gerilimi analitik uygulamaları yelpazesine sahiptir (Şekil 9b) [3].

4. SONUÇ

Akustik kuvvet dönüştürücüleri temel olarak, kuvvete bağlı olarak değişen akustik sinyal (sonik, ultrasonik, vb.) girişi ile çıkışı arasında gerçekleşen işlemlerde rol alan bir ölçüm cihazıdır. Akustik kuvvet dönüştürücüleri, akustik sinyalleri elektriksel enerjiye dönüştürerek sayısal bir değere dönüştürürler. Bu cihazların farklı dalga tiplerine ve uygulama mekanizmalarına bağlı olarak farklı tipleri vardır. Farklı tip sensörler dalga tiplerine bağlı olarak farklı kullanımları da uygulamaları görülür. Akustik dönüştürücüler, elektrikli dönüştürücüler arasında tercih edilen dönüştürücülerdir. Bakım maliyetlerinin ve genel maliyetlerin az olması, sağlamlığı, kararlılığı ve sapmasız ölçüm yetenekleri ile şiddetli ortamlarda (yüksek sıcaklık, manyetik alanlar ve radyasyon) yada çeşitli temassız veya müdahalesiz uygulamalarda kullanılabilirler. Bu çalışmada, akustik dalga prensibi ile çalışan akustik kuvvet dönüştürücülerin yapıları, çalışma prensibi ve kullanım alanları paylaşılmıştır. Bu çalışma akustik kuvvet ölçme cihazları ile ilgili uygulama ve araştırmalar için bir rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Aydemir B. (2021), *Kuvvet Kalibrasyon Rehberi*, TÜBİTAK UME, Eylül 2021.
- [2] Aydemir B., Dizdar H., Vatan C., (2017), *Genel Kuvvet Metrolojisi Eğitim Dokümanı*, G2KV-010, TÜBİTAK UME, Gebze-Kocaeli, Aralık 2017.
- [3] Stefanescu, D. M. (2011), *Handbook of Force Transducers*, Berlin: Springer-Verlag.
- [4] Faustmann H. *, Münch M. Lindner G., Schmitt M., Springer M. (2009), *Measurement of the properties of liquids based on the dispersion of Lamb waves in an acoustic waveguide*, International Congress on Ultrasonics, Universidad de Santiago de Chile, January 2009
- [5] Kirschner J. (2010), *Surface Acoustic Wave Sensors (SAWS): Design for Application*, Microelectromechanical Systems, December 6, 2010.
- [6] D'Onofrio M., Crosara S., Robertis R. D., Canestrini S., Demozzi E., Gallotti A., Mucelli R. P. (2013), *Acoustic radiation force impulse of the liver*, World Journal of Gastroenterol, 19(30): 4841-4849
- [7] Akbas F., Güler F., Aydemir B., (2021). "Kapasitif Etki Prensipli Kuvvet Ölçme Cihazlarının Yapısı, Türleri ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi", 6th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2021) October 25-27, 2021, Alanya Antalya/Turkey, p. 275-281
- [8] 27.10.2021 tarihinde <https://www.sea.co.uk/> adresinden alındı.
- [9] 27.10.2021 tarihinde <http://www.starmans.net/> adresinden alındı.

N-METHYLHYDRAZINECARBOTHIOAMİDE 2-HYDROXY - 5-METHOXY - 3-NİTROBENZALDEHYDE BİLEŞİĞİNİN YAPISAL VE SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Zeynep AYAZ

Kocaeli Üniversitesi / Feb Bilimleri Enstitüsü / Fizik Bölümü
zeynep_ayaz90@hotmail.com , ORCID: 0000-0003-0171-1931

Erdoğan TARCAN

Kocaeli Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Fizik Bölümü
erdogan@kocaeli.edu.tr , ORCID: 0000-0003-2991-3455

Özet

Bu tezde yapılan çalışmada N-methylhydrazinecarbothioamide 2-hydroxy-5-methoxy-3-nitrobenzaldehyde $C_{10}H_{12}N_4O_4$ molekülünün, geometrik yapıları (bağ uzunluğu ve bağ açıları) , optik ve spektroskopik özellikleri B3LYP/6-311++G (d, p) ve HSEH1PBE/6-311++G (d, p) yöntemleri kullanılarak teorik olarak incelendi. İncelenen molekülün üç boyutlu geometrik modeli GaussView 5.0 programı kullanılarak yaklaşık olarak çizildi ve bu çizim Gaussian 09W paket programında giriş verileri olarak kullanıldı. Elde edilen yapı ve yapısal parametrelere dayanarak molekülün geometrik yapısı, IR (infrared) ve NMR (nükleer manyetik rezonans) spektrumları incelendi.

Anahtar Kelimeler: DFT,B3LYP, HSEH1PBE, IR, NMR.

CASE THEORETICAL INVESTIGATION OF MOLECULAR STRUCTURE AND SPECTROSCOPIC PROPERTIES OF N-METHYLHYDRAZINECARBOTHIOAMİDE 2-HYDROXY - 5-METHOXY - 3-NİTROBENZALDEHYDE

Abstract

Studies done in this thesis N- methylhydrazinecarbothioamide 2-hydroxy – 5-methoxy – 3-nitrobenzaldehyde $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ to molecular structure and spectroscopic properties have been investigated using by B3LYP/6-311++ G (d, p) and HSEH1PBE/6-311++ G (d, p) methods. The three dimensional drawing of the molecule was similary drawn using the Gauss view 5.0 program. This drawing has been taken as a basis inputdata for the Gaussaian 09 w package program.The infrared and NMR spectros and geometrical strucrure of the molecule have been examined on the basis of the obtained structure and structural parameters. As a result of the calculations of the values obtained and between experimental values of accord have been supported that the calculation methods used one safe.

Keywords: DFT,B3LYP, HSEH1PBE, IR, NMR.

1. GİRİŞ

Shiff bazı, yapısal ve biyolojik özellikleri açısından kullanım alanı çok yaygın olan ligandlardandır. Shiff bazı ve kompleksleri tıpta, eczacılıkta, kozmetikte, tarımda, boya ve plastik sanayisi gibi alanlarda önemli bir yere sahiptir. Ligand ve komplekslerini önemli kılan bir diğer özellik ise kanser tedavisi ve kemoterapide ilaç olarak kullanılmasıdır. Bu bulgulara dayanarak sentezlenen, deneysel olarak karakterize edilmiş ve değerlendirilmiş olan 2-hydroxy-5-methoxy-3-nitrobenzaldehyde shiff bazının deneysel verileri baz alınarak çalışmamızda molekülün teorik olarak geometrik yapısı, infrerad titreşim frekansları ve 1H ve ^{13}C NMR kimyasal kaymaları hesaplanmıştır.

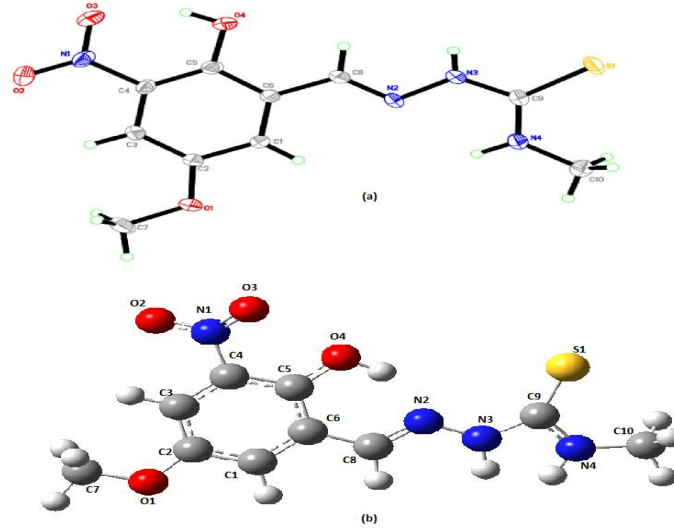
2. YÖNTEM VE ANALİZ

$C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün geometrik yapısı, spektroskopik ve optik özellikleri teorik olarak hesaplanırken B3LYP ve HSEH1PBE metotları ile 6-311++G(d,p) temel seti kullanılmıştır. $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün üç boyutlu yaklaşık geometrisi GaussView 6.1 paket programı ile çizilip Gaussian16W paket programına aktarılıp hesaplamaları yapılmıştır.Çalışmamızda teorik olarak

$C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün geometrik yapısı, infrared titreşim frekansları ve 1H ve ^{13}C NMR kimyasal kaymaları elde edilmiştir.

2.1. Geometrik Optimizasyon

$C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün deneysel ve teorik olarak elde edilen geometrik yapıları Şekil 1’ de gösterilmiştir. Geometrik yapılar kullanılarak elde edilen bazı bağ uzunluk ve bağ açılarının deneysel verileri ve B3LYP ve HSEH1PBE metotları ile hesaplanan teorik değerleri **Tablo 1** ve **Tablo 2**’de verilmiştir.



Şekil 1. (a) $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün deneysel geometrik yapısı (b) $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün teorik olarak elde edilen geometrik yapısı

Tablo 1. $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün deneysel ve teorik bağ uzunluğu değerleri

Bağ uzunluğu	Deneysel	B3LYP	HSEH1PBE
N(1)-O(2)	1.2164	1.2289	1.2191
N(1)-C(4)	1.4430	1.4738	1.4641
C(4)-C(5)	1.3930	1.3999	1.3970
N(2)-N(3)	1.3790	1.3526	1.3400
S(1)-C(9)	1.6890	1.6741	1.6647
O(1)-C(2)	1,3650	1.3619	1.3530

Tablo 2. $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün deneysel ve teorik bağ açısı değerleri

Bağ Açısı	Deneysel	B3LYP	HSEH1PBE
O(2)-N(1)-O(3)	122,146	124.841	124.998
O(2)-N(1)-C(4)	119,395	116,865	116,829
C(6)-C(1)-C(2)	121.100	121,718	121,648
N(2)-N(3)-C(9)	121.680	123,809	123,556
N(3)-C(9)-S(1)	118.370	118,627	118,732
S(1)-C(9)-N(4)	123.860	125,460	125,332

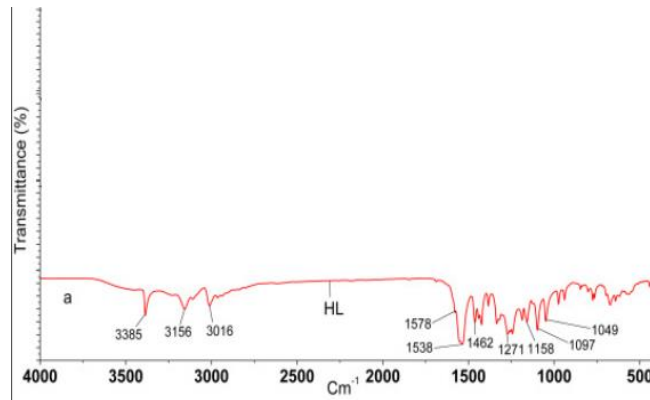
2.2. Titreşim Frekansları

Teorik hesaplanan sonuçların deneysel sonuçlar ile uyumlu olması için teorik titreşim frekansları B3LYP metodunda 0.9613 ve HSEH1PBE metodunda 0.96 uyum faktörleri ile çarpılmıştır ve böylece baz setinin eksikliklerini gidermeye, elektron korelasyonunun ihmalini ve titreşimsel anharmonikliği düzeltmeye çalışılmıştır.

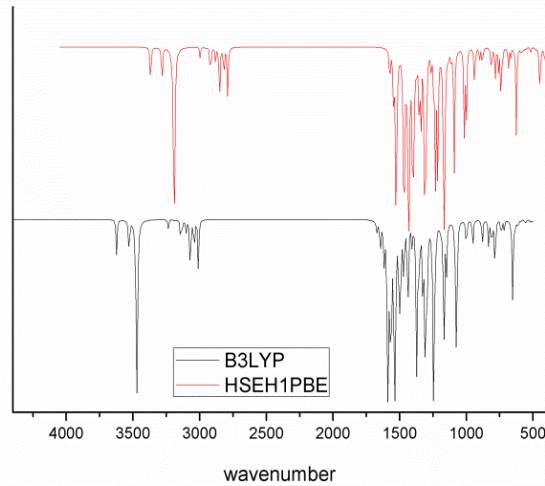
Deneyel olarak NH gerilme titreşim frekansı 3385 gözlenmiştir. Bu gerilme titreşimi teorik olarak B3LYP yöntemiyle 3389 cm^{-1} ve HSEH1PBE yöntemiyle 3420 cm^{-1} değerinde bulunmuştur. Deneyel spektrumda OH gerilme titreşim frekansı 3156 gözlenmiştir. Bu gerilme titreşimi teorik olarak B3LYP yöntemiyle 3333 cm^{-1} ve HSEH1PBE yöntemiyle 3325 cm^{-1} değerinde bulunmuştur. Deneyel spektrum 1462 cm^{-1} ile 3011 cm^{-1} arasında CH gerilme modu gözlenmiştir. Teorik olarak B3LYP yöntemiyle 3007 cm^{-1} ile 1417 cm^{-1} aralığında ve HSEH1PBE yöntemiyle 2937 cm^{-1} ile 1430 cm^{-1} dalga boyları arasında CH gerilme titreşim modu hesaplanmıştır. C=N gerilimi 1578 cm^{-1} de gözlenmiştir. Bu değer teorik olarak B3LYP yöntemiyle 1504 cm^{-1} ve HSEH1PBE yöntemiyle 1612 cm^{-1} olarak hesaplanmıştır. C=C gerilimi 1538 cm^{-1} de gözlenmiştir. Bu değer teorik olarak B3LYP yöntemiyle 1438 cm^{-1} ve HSEH1PBE yöntemiyle 1464 cm^{-1} olarak hesaplanmıştır. C=S gerilimi 1158 cm^{-1} de gözlenmiştir. Bu değer teorik olarak B3LYP yöntemiyle 1024 cm^{-1} ve HSEH1PBE yöntemiyle 1041 cm^{-1} olarak hesaplandı. C-N gerilimi 1097 cm^{-1} de gözlenmiştir. Bu değer teorik olarak B3LYP yöntemiyle 1140 cm^{-1} ve HSEH1PBE yöntemiyle 1139 cm^{-1} olarak hesaplanmıştır. N-N gerilimi ise deneyel olarak 1049 cm^{-1} de gözlenmiştir. Bu değer teorik olarak B3LYP yöntemiyle 1102 cm^{-1} ve HSEH1PBE yöntemiyle 1137 cm^{-1} olarak hesaplanmıştır. Molekülümüzün deneyel titreşim frekansları değerleri ve ölçümü yapılan teorik değerler **Tablo 3** 'de gösterilmiştir. Deneyel ve teorik değerlerin titreşim frekansları grafikleri **Grafik 1** ve **Grafik 2** 'de gösterilmiştir.

Tablo.3. $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün deneyel ve teorik titreşim frekans değerleri

Assignments With PED	Exp [ref] (cm^{-1})	B3LYP		Assignments With PED	HSEH1PBE	
		(cm^{-1})	I (şiddet)		(cm^{-1})	I (şiddet)
v NH (100%)	3385	3389	39,264	v NH (100%)	3420	40,234
v OH (99%)	3156	3333	396,57	v OH (99%)	3325	433,51
v CH ₃ (93%)	3011	3007	10,752	v CH ₃ (100%)	2937	32,236
v C=N (37%)	1578	1504	280,04	v C=N (55%)	1612	43,815
v C=C, Ar(25%)	1538	1438	80,698	v C=C, Ar(25%)	1464	107,45
v CH ₃ , Bend (49%)	1462	1417	18,178	v CH ₃ , Bend (56%)	1430	12,382
v C=S(17%)	1158	1024	27,615	v C=S(18%)	1041	66,142
v C-N(21%)	1097	1140	12,107	v C-N(31%)	1139	20,504
v N-N(48%)	1049	1102	50,698	v N-N(18%)	1137	145,70



Grafik 1. $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün deneyel titreşim frekans grafiği



Grafik 1. $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün teorik titreşim frekans grafiği

2.3. 1H ve ^{13}C NMR Kimyasal Kaymaları

$C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün teorik NMR spektrumu B3LYP ve HSEH1PBE metotları ve 6-311++G(d,p) temel seti kullanılarak hesaplanmıştır. 1H NMR kimyasal kayma değerleri deneysel olarak 11,648-3,021 ppm aralığındaki değerlere sahip iken yapılan teorik hesaplamalarda bu aralık, B3LYP yönteminde 10,120-2,792 ppm, HSEH1PBE yönteminde ise 10,685-3,273 ppm olarak hesaplanmıştır. ^{13}C NMR kimyasal kayma değerleri deneysel olarak 177,82-30,89 ppm aralığındaki değerlere sahip iken yapılan teorik hesaplamalarda bu aralık, B3LYP yönteminde 184,56-31,780 ppm, HSEH1PBE yönteminde ise 175,61-26,461 ppm olarak hesaplanmıştır.

3. SONUÇ

Bu çalışmada, $C_{10}H_{12}N_4O_4S$ molekülünün, B3LYP ve HSEH1PBE metotları ile teorik olarak hesaplanan geometrik yapısı, spektroskopik ve optik özellikleri için elde edilen veriler ile deneysel sonuçların uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Böylece kullanılan yöntemlerin güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışma süresince yanımda olan ve desteğini esirgemeyen çok kıymetli hocam Prof. Dr. ERDOĞAN TARCAN ' a ve yardımları ile yanımda olan değerli hocam Prof. Dr. YUSUF ATALAY ' a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmamın başından sonuna yanımda her türlü desteğini hissettiğim aileme ve çok kıymetli dostum MERVE ŞİMŞEK ' e çok teşekkür ediyorum.

KAYNAKLAR

- [1] MD. AZHARUL ARAFATH, FAROOK ADAM, MOHD R. RAZALI, LOIY E. AHMED HASSAN, MOHAMMED B. KHADEER AHAMED, AMIN MALIK S.A. MAJID, Synthesis, characterization and anticancer studies of Ni (II), Pd (II) and Pt (II) complexes with Schiff base derived from N- methylhydrazinecarbothioamide and 2-hydroxy-5-methoxy-3- nitrobenzaldehyde.
- [2] Becke A.D., *Density functional thermochemistry. III. The role of exact Exchange*, J. Chem. Phys., 5648-5652, 1993.
- [3] Cramer J.C., *Essential of computational chemistry: theories and models*, Second edition, John Wiley & Sons, Ltd., 266-267, 2004.
- [4] DAVIES, M., *Infrared Spectroscopy and Molecular Structure*, Elsevier, 1963.
- [5] GUNTHER, H., *NMR Spectroscopy, Basic Principles, Concept and Applications in Chemistry*. George Thieme Verlag, 1995.
- [6] Heyd J., Scuseria G., *Efficient hybrid density functional calculations in solids: The HS-Ernzerhof screened Coulomb hybrid functional*, J. Chem. Phys., 1187-1192, 2004.

- [7] Henderson T.M., Izmaylov A.F., Scalmani G., Scuseria G.E., *Can short-range hybrids describe long-range-dependent properties?*, J. Chem. Phys., 2009.
- [8] Karaca E. Ö., “Yeni Schiff bazı bileşiklerinin sentezi ve yapılarının aydınlatılması”, Politeknik Dergisi, 21(1): 245-249, (2018).
- [9] PARR, R.G., YANG, W., Density-functional theory of atoms and Molecules, Oxford University Press, Oxford, 1989.
- [10] Pekparlak A. Melamin içeren bazı moleküllerin geometrik ve spektroskopik özelliklerinin teorik olarak incelenmesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2012, 304719.

5140 ISLAH ÇELİĞİ YÜZEYİNDEKİ ELEKTRO GALVANİZ, ZİNC-FLAKE VE SICAK DALDIRMA GALVANİZ KAPLAMALARIN KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ

Sayit Özbey

Kocaeli Üniversitesi / Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM)
Kocaeli Üniversitesi / Denizcilik Fakültesi / Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği
sayit.ozbey@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9782-6997

Mohamad Alhajhamoud

Kocaeli Üniversitesi / Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM)
mech24680@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1774-3738

İbrahim Çınar

Kocaeli Üniversitesi / Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM)
Kocaeli Üniversitesi / Denizcilik Fakültesi / Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği
ibrahimcinar_rym@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-8594-0429

Levent Candan

Kocaeli Üniversitesi / Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM)
leventcandan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4557-6498

Ersin Kayahan

Kocaeli Üniversitesi / Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM)
kayahan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8657-2947

Özet

Metal yüzeyinde yapılan kaplamalar metal sektöründe sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Kaplama işlemi malzemenin korozyon direnci, kaynak kabiliyeti, termal direnci, kimyasal direnci, sıkışmaya karşı direnci, kaplama kalınlığı, yüzey pürüzlülüğü ve çizilme direnci gibi özelliklerini etkiler. Özellikle köprüler, elektrik direkleri, rüzgâr tribünleri ve açık deniz birimlerindeki çelik yapılarda yaygın olarak kullanılır. Bu çalışmada piyasada ticari olarak satılan 8.8 kalite HRC 21-29 sertlik değerine sahip 5140 ıslah çeliğinden imal edilmiş cıvata kullanılmış ve elektro galvaniz, zinc-flake ve sıcak daldırma galvaniz ile kaplamaları karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Kaplanmış olan numuneler ISO 9227 standartlarına uygun olarak 1000 saatlik tuz püskürtme testine tabi tutulmuş ve korozyon dayanımları ile yüzey kaplama özellikleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca kaplama özellikleri pürüzlülük testi ve optik mikroskop ile araştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde zinc-flake kaplamalı numunelerin diğer kaplama çeşitlerine göre korozyona daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Yakın gelecekte ekonomik maliyetler ve malzeme özellikleri göz önünde tutulduğunda zinc-flake kaplamanın geleneksel galvaniz kaplamanın yerini alacağı beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektro Galvaniz, Zinc-flake, Sıcak Daldırma Galvaniz, Korozyon.

A COMPARATIVE STUDY OF ELECTRO GALVANIZED, ZİNC-FLAKE AND HOT DIP GALVANIZED COATING ON 5140 TEMPERED STEEL

Abstract

Metal coating is the most used method in metal industry. Coating process has an important effect on corrosion resistance, weldability, thermal resistance, chemical resistance, resistance to compression, coating thickness, surface roughness and scratch resistance properties of materials. In addition, coating is a widely used method especially in steel structures, bridges, wind turbine and offshore structures. In this study, 8.8 quality 5140 tempered steel bolt with HRC 21-29 roughness which mostly used in metal industry is coated by electro galvanizing, zinc-flake and hot dip galvanizing. The coating properties have been comparatively investigated. The coated samples were exposed to a 1000-hour salt spray test in accordance with ISO 9227 standards and their corrosion resistance and surface coating properties

were given comparatively. Moreover, coating properties were examined by roughness test and optical microscope. According to the results of the experiments, zinc-flake coated samples are more resistant to corrosion than other types of coatings. Considering the economic costs and enhanced material properties, it is strongly expected that zinc-flake coating will replace traditional galvanized coating in the near future.

Keywords: Electro Galvanized Coating, Zinc-flake Coating, Hot Dip Galvanized Coating, Corrosion.

1. GİRİŞ

Yüzey kaplama işlemi, ana metalin dayanıklılığını artırmak için kullanılan etkili bir yöntemdir. Uygun kaplama yöntemi ve kaplama malzemesi ile yapılan işlem alt tabaka malzemesinin ömrünü uzatır ve ürünlerin ticari değerini artırır [1]. Yüzey kaplama işlemi kaplama metali atomlarının ana metale difüzyonu ile malzemenin yüzey özelliklerini değiştirmesi mantığına dayanmaktadır. Bu işlem gaz, çözelti ve sıvı/yarı sıvı halde yapılan kaplamalar olmak üzere üç farklı yöntemle uygulanır. Çözelti halde uygulanan kaplamalardan biri olan sol-jel tekniği diğer biriktirme yöntemlerine kıyaslandığında homojen kaplamalar üretmek için en uygun teknolojilerden biri olarak kabul edilmiştir[2].

Kaplama sistemleri, cıvataların elle sıkılmasını çok daha kolay hale getirir ve montajı yapılacak parçaların istenen tork değerlerine göre güvenilir bir şekilde monte edilmesini sağlayan önceden tanımlanmış bir sürtünme katsayısına sahiptir. Zinc-flake yöntemiyle kaplanmış bağlantı elemanlarının yaltaklanmaması, tekerlek cıvataları gibi kritik bağlantılarda avantaj sağlamaktadır [3]. Buna ek olarak cıvatalı bağlantılar, özellikle cıvatanın çıkarıldığı ve birkaç kez değiştirildiği bağlantılarda kullanım için idealdir[4]. Kaplama malzemeye birden fazla özellik kazandırır ve kaplamaların katmanları, aynı anda farklı performans özellikleri vermek için kullanılabilir. Cd, Al, Zn, Zn-Al (zinc-flakes) gibi daha az değerli metallerle kaplanmış iş parçalarında, bu metaller sadece bir kaplama olarak değil, aynı zamanda hasara karşı ana metali koruyucu nitelikte görev yaparlar. Bu eyleme “protector protection” denir, çünkü kaplama ilk olarak altındaki iş parçası yönünde korozyona uğrar [5].

Çelik üzerindeki zinc-flake kaplama, ürünün kullanım ömrünü iki katından fazla artırabilir [5]. Kaplamanın film kalınlığı ortalama olarak sadece 8-20 µm'dir ve bu nedenle toz kaplama veya sıcak daldırma galvaniz gibi diğer korozyon koruma sistemleri ile karşılaştırıldığında daha ince film kalınlığına sahiptir [6]. Bu kaplama çeşidi, çelik ve demirli metallerin korozyona karşı korunması için en geleneksel ve düşük maliyetli kaplama tiplerinden biridir. Ayrıca, nispeten düşük sıcaklıklarda kürlenir ve Cr+6 içermez bu yüzden hidrojen gevreklemesine neden olmaz [7]. Zinc-flake kaplama bir tetikleyici işlem gerektirir. Bundan dolayı, zinc-flake kaplamadaki tuz püskürtme testinin mukavemeti, ISO 9227'ye göre aynı kalınlıktaki çinko kaplamadan daha yüksektir[8]. Yurttdaş vd. yaptıkları çalışmada zinc-flake kaplı cıvataların Zn-Cr + kaplı cıvatalara kıyasla yorulma ve korozyon yorgunluğuna karşı önemli ölçüde daha yüksek dirence sahip olduğu sonucuna varmıştır[7]. Vijey vd. ise zinc-flake ve galvium kaplama yapılan AISI 4340 çelik malzeme üzerine yaptığı tuz püskürtme testi sonucunda, galvium kaplamaya kıyasla zinc-flake kaplamada daha az beyaz pas oluştuğunu ve temas halinde olan bağlantı elemanlarının galvanik korozyonunu en aza indirdiğini tespit etmiştir[9].

Sıcak daldırma galvaniz ve elektro galvaniz çeliğin erimiş çinko içerisine daldırarak yapılan geleneksel olarak uygulanan kaplama işlemlerindedir. Elektro galvanizleme işleminde ilk olarak anot ve katot elektrotları elektrolit dolu bir kazana daldırılır. Katot elektrotu kaplanacak malzemeye bağlanırken, anot elektrotu ise çinkoya (Zn) bağlandı. Sisteme elektrik verilerek anottan elektron koparılır ve malzemenin yüzeyine yani katoda yapışması sağlanır. Son olarak pasifleştirme işlemi ile kaplamanın kalıcı olması sağlanır [10-11]. Sıcak daldırma galvanizleme işleminde, durulama havuzunda temizlenen plakalar, 50-70 C⁰ sıcaklıkta %30 NH₄CL-ZN Cl₂ içeren bir flaks havuzuna daldırılarak erimiş çinkonun ürünün yüzeyine yapışması sağlanır. Ardından ürünler galvanizleme işlemi için 445-465 C⁰ erimiş çinko havuzuna daldırılıp yüzeyleri çinko ile kaplanır. Son olarak ürünler havalandırma işlemi ile veya su havuzunda soğutulur [12-13]. Zinc-flake; çinko ve alüminyum lamellerden ve lamellerin sertleşerek ana metale yapışmasını sağlayan inorganik bağlayıcılardan oluşan korozyona dayanıklı bir kaplama şeklidir. Püskürtme (spray) ve daldırma –savurma (dip-spin), lamelli kaplama işleminin uygulanması için kullanılan yöntemlerdendir. Bu işlemde ürünler ilk olarak kaplama kimyasalına batırılır ardından

ürünlerden kaplama kimyasalının fazlasını uzaklaştırmak için santrifuj yapılır ve son olarak kürlenir [14-15]. Bu çalışmada sıcak daldırma galvaniz, elektro galvaniz ve zinc-flake metotları ile kaplanmış 5140 ıslah çeliği cıvatalar, kaplama performansları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Kaplanmış cıvata numuneleri korozyon mukavemetini ölçmek amacı ile tuz testine tabi tutulmuştur. Ayrıca, kaplama işlemleri sonucunda elde edilen yüzey özelliklerini incelemek için pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirilmiş ve malzemelerin yüzeyleri optik mikroskop ile incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Kaplama işlemleri yüksek tokluk özelliği gösteren ve yüzey sertleştirmeye uygun bir malzeme olan 8.8 kalite HRC 21-29 sertlik değerine sahip 5140 ıslah çeliği cıvatalara uygulanmıştır. Deneyleerde kullanılan 5140 ıslah çeliğinin kimyasal bileşimi Tablo 1’de verilmektedir.

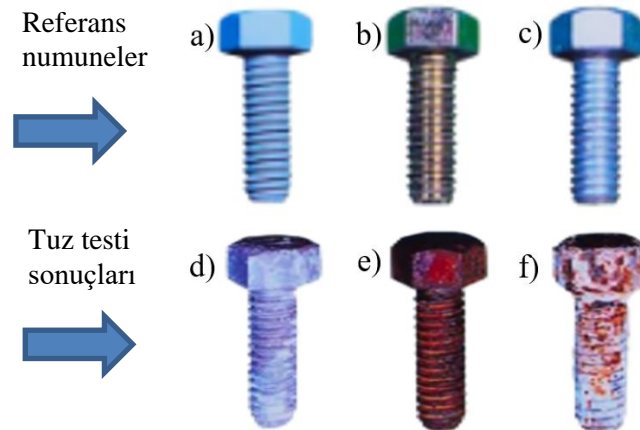
Tablo 1. 5140 ıslah çeliği deney numunesin kimyasal bileşimi (%) [16].

	Alaşım							
	C	Si	Mn	Pmax	Smax	Cr	Mo	Ni
wt %	0.38 -0.45	0.15 -0.4	0.60 -0.9	0.035	0.035	0.90 -1.2	-	-

Deneysel çalışmada kullanılan numuneler ticari olarak satılan ürünlerden tedarik edilmiştir. Tedarik edilen numunelerin kaplamalarında ISO 1461, EN ISO 4042 ve ISO 10683 standartları kullanılmıştır[12,17]. Karşılaştırma işlemi yapılacak kaplamaların korozyon testleri ISO 9227 standardına uygun yapılmıştır. Korozyon testi için saf su ve standartta belirtilen azami safsızlık değerlerini aşmayan sodyum klorür ile hazırlanan ağırlıkça 5% NaCl çözeltisi, sıcaklığı 35°C ± 2°C aralığında tutulan korozyon kabineye yerleştirilmiş numunelerin üzerine püskürtülmüştür. Sis toplayıcı yardımıyla toplanan çözeltinin pH değerinin ise 6,5-7,2 aralığında olması sağlanacak şekilde hidroklorik asit, sodyum hidroksit veya sodyum bikarbonat kullanılarak pH değeri ayarlanmıştır. Kaplama yapılan yüzeylerin pürüzlülük değerlerinin ölçümü Time 3200 iğne (stylus) uçlu pürüzlük ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Yüzey özellikleri ise OLYMPUS BX51M marka optik mikroskop yardımı ile görüntülenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

ISO 9227 standardına uygun olarak yapılan tuz testi sonuçları Şekil 1’de verilmiştir. Şekil 1’den de görüleceği üzere 1000 saatlik tuz püskürtme testi sonunda elektro galvaniz yöntemiyle ve sıcak daldırma galvaniz yöntemiyle kaplanan numunelerin korozyon dayanımları, zinc-flake kaplamalara göre belirgin derecede daha düşüktür. Bir başka deyişle zinc-flake kaplama diğer kaplamalara göre korozyon dayanımı daha yüksektir.



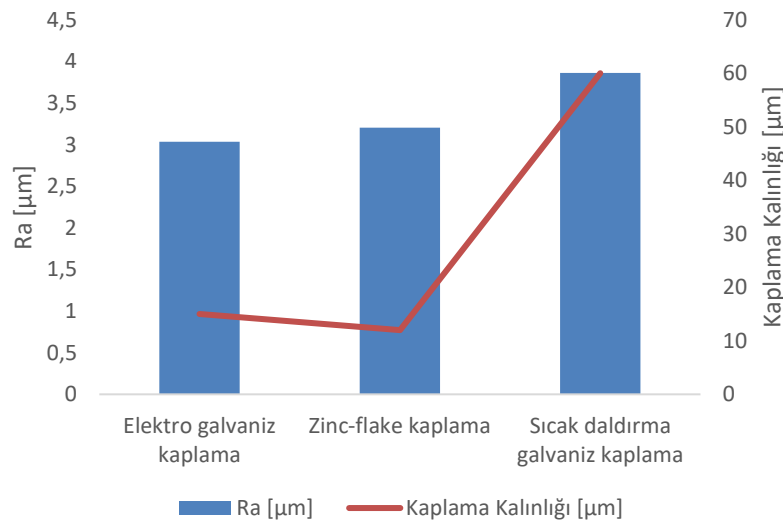
Şekil 1. Tuz püskürtme testi öncesi a) zinc-flake b) elektro galvaniz c) sıcak daldırma galvaniz kaplama ve 1000 saatlik tuz püskürtme testi sonrası d) zinc-flake e) elektro galvaniz f) sıcak daldırma galvaniz kaplama sonuçları.

Tablo 2'de tuz püskürtme testinde malzemelerin belirtilen kıvılcık pas oranlarına kaç saatte ulaştığı verilmiştir. Buna göre, elektro galvaniz yöntemiyle kaplanan üründe 480 saat sonra, sıcak daldırma galvaniz yöntemiyle kaplanan üründe 600 saat sonra kıvılcık pas miktarının oranı yüzey alanının %5 inden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sıcak daldırma galvaniz %5, %25 ve %50 kıvılcık pas oranına elektro galvaniz kaplamadan önce ulaşmıştır. Zinc-flake ile kaplanan ürünlerde ise 1000 saatlik tuz püskürtme testi sonunda kıvılcık pas gözlemlenmemiştir. Hesaplama işlemlerinde IMAGEJ programı kullanılmıştır [18].

Tablo 2. Kaplama türüne göre belirtilen kıvılcık pas oranlarına ulaşma zamanı (saat).

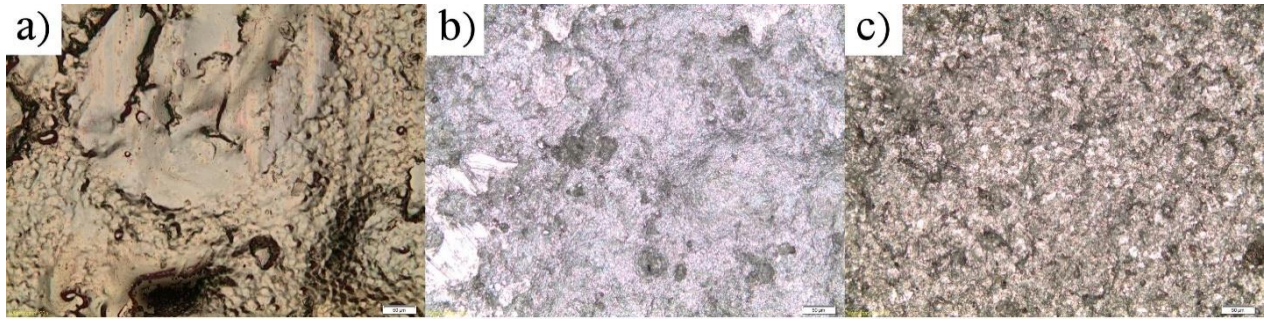
Kıvılcık Pas Oranı	Kaplama Türü		
	Zinc-flake (h)	Elektro Galvaniz (h)	Sıcak Daldırma Galvaniz (h)
> %5	-	480	600
>%25	-	600	720
>%50	-	720	1000

Stylus pürüzlülük ölçüm cihazı ile yapılan pürüzlülük ölçüm sonuçları Şekil 2'de verilmiştir. Pürüzlülük değerleri ortalaması aynı yüzeyden alınan 5 farklı ölçümün aritmetik ortalaması alınarak elde edilmiştir. Şekil 2'de ortalama pürüzlülük değerinin (R_a) sıcak daldırma galvaniz yöntemi ile yapılan kaplamada diğer kaplamalara göre yüksek olduğu görülmektedir. Benzer olarak optik mikroskop ile yapılan film kalınlığı ölçümlerinde ise sıcak daldırma galvaniz yöntemi ile yapılan kaplamanın diğer kaplama yöntemlerine göre yaklaşık 4 kat daha kalın olduğu tespit edilmiştir. Kaplama miktarı ve bunun maliyeti düşünüldüğünde elektro galvaniz ve zinc-flake kaplamanın sıcak daldırma galvaniz kaplamaya göre üstün olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Kaplama cinsine göre pürüzlülük ve kaplama kalınlığı değerleri.

Kaplamaların yüzey görüntüleri Şekil 3'te verilmiştir. Yüzey görüntüleri için optik mikroskop kullanılmıştır. Yapılan optik mikroskop incelemesi neticesinde zinc-flake kaplamanın diğer kaplamalara göre daha homojen bir yapıda olduğu görülmektedir.



Şekil 3. 20X büyütme ile a) elektro galvaniz b) sıcak daldırma galvaniz c) zinc-flake kaplama yöntemlerine ait yüzey görüntüleri.

Zinc-flake yöntemi atık üretmeyen bir imal usulü olması bakımından diğer iki yöntemle göre daha çevre dostudur. Ayrıca kaplama maliyetleri açısından incelendiğinde zinc-flake kaplamanın ana metale bağlı olarak %30 ila %60 arasında daldırma galvaniz kaplamalara göre daha düşük maliyette olduğu verilmiştir [19].

4. SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışmaların sonuçları aşağıda liste halinde verilmiştir.

- Elektro galvaniz ve sıcak daldırma galvaniz kaplanmış numunelerde 1000 saatlik tuz testi sonunda kırmızı pas tespit edilmiş fakat zinc-flake ile kaplanan numunelerde kırmızı pas gözlemlenmemiştir. Dolayısıyla zinc-flake kaplama korozyon dayanımının önemli olduğu uygulamalarda tercih edilebilir.
- Zinc-flake kaplama yönteminde elde edilen pürüzlülük sıcak daldırma yöntemine göre belirgin bir şekilde düşüktür. Elektro galvaniz yöntemiyle kıyaslandığında ise zinc-flake yönteminin ile yapılan kaplama pürüzlülüğünün yaklaşık olarak aynı olduğu tespit edilmiştir.
- Zinc-flake kaplamanın malzeme yüzeyinde daha homojen olduğu görülmüştür.
- Zinc-flake kaplamanın yüksek performans, düşük kaplama kalınlığı (dolayısıyla düşük malzeme sarfiyatı), montaj sonrası uygulanabilirlik gibi özellikleri de göz önüne alındığında geleneksel çinko kaplamalara (elektro galvaniz ve daldırma galvaniz) alternatif olma potansiyeline sahiptir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi- Lazer Teknolojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] G.-P. Y. J.-H. Huang, C.-Y. Hsu, S.-S. Chen, “Effect of substrate bias on the structure and properties of ion-plated ZnN on Si and stainless steel substrates”, *Mater. Chem. Phys.*, c. 77, sayı 1, ss. 14–21, 2003, doi: 10.1016/S0254-0584(01)00494-1.
- [2] E. Tranquillo ve F. Bollino, “Surface Modifications for Implants Lifetime Extension : An Overview of Sol-Gel Coatings”, *Coatings*, ss. 1–21, 2020, doi: 10.3390/coatings10060589.
- [3] C. Lenzmann, “High-Speed Zinc Flake Coatings”, *IST Int. Surf. Technol.*, c. 11, sayı 1, ss. 20–21, 2018, doi: 10.1007/s35724-018-0007-9.
- [4] B. O. GmbH, “All-Over Coating:New Dip-Spin System for Zinc Flake Coatings on Rack Parts”, *IST Int. Surf. Technol.*, c. 7, sayı 1, ss. 8–9, 2014, doi: 10.1365/s35724-014-0216-9.
- [5] R. P. B. Oleksiak, K. Kołtało, “Application Methods and Selected Properties of Zinc Flake Coatings”, *Metalurgija*, c. 60, sayı 1–2, ss. 162–164, 2021.
- [6] Dörken Coatings, “Zinc Flake Coatings From Dörken MKS : Ultra-Thin And Highly Reliable Protection Against Corrosion”, 2021. <https://www.doerken-mks.de/en/coating-solutions/zinc-flake/> (erişim Ara. 09, 2021).
- [7] S. Yurtdaş, U. İnce, BarışTanrıku, C. Kılıçaslan, ve M. B. Toparlı, “Corrosion Effects on Fatigue Behavior of Zn-Cr+3 and Zn Flake Coated M8 DIN 933 Bolts”, *Sak. Univ. J. Sci.*, c. 25, sayı 4, ss. 867–874, 2021, doi: 10.16984/saufenbilder.796745.
- [8] *ISO 9227 Corrosion test in artificial atmospheres-Salt spray tests*, 4. baskı, c. 3. 2017.
- [9] I. Vijey, B. V. S. Rao, C. V. S. Murthy, ve D. R. Yadav, “Galvanic Corrosion Behaviour of Zinc Nickel

- Alloy Plated 15CDV6 Steel Coupled with Zinc Aluminum Flake Coated AISI 4340 Steel”, *J. Mater. Sci. Surf. Eng.*, c. 6, sayı 3, ss. 792–796, 2018, doi: 10.jmsse/2348-8956/6-3.1.
- [10] Ümit Metal, “Galvaniz Ürünler İçin Teknik Bilgiler”. <https://www.umitmetal.com.tr/galvaniz-urunler-icin-teknik-bilgiler/#:~:text=Çinko demir ya da çelikten,demir ya da çeliği> (erişim Ara. 10, 2021).
- [11] *TS 5479 EN ISO 4042 Turkish Standard Fasteners - Electroplated coatings*. 2003.
- [12] Turan Metal, “Site Haritası Arama”:, 2021. <https://www.turanmetal.net/sicak-daldirma-galvaniz-islemi-nasil-yapilir/> (erişim Ara. 10, 2021).
- [13] *ISO 1461 Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specifications and test methods*. 2009.
- [14] Uysal Makina, “Çinko Lamelli Kaplama”. <http://www.uysalkaplama.com/cinko-lamelli-kaplama> (erişim Ara. 10, 2021).
- [15] *ISO 10683 Fasteners — Non-electrolytically applied zinc flake coating systems Fixations*, c. 8. Switzerland: ISO, 2018.
- [16] Kalite Metarülji, “5140 Islah Çeliği”, 2021. <http://kalitemetalurji.com.tr/urunlerimiz/islah-celikleri/5140-islah-celigi/> (erişim Ara. 09, 2021).
- [17] Kapsan, “Kapsan Yüzey İşleme”. <https://www.kapsanyuzeyislem.com.tr/> (erişim Ara. 15, 2021).
- [18] Imagej, “Image Processing and Analysis in JAVA”. <https://imagej.nih.gov/ij/> (erişim Ara. 15, 2021).
- [19] Zincotech, “Zinc flake kaplamalar, Elektro Galvaniz Kaplamalar ve Sıcak Daldırma galvaniz kaplamaların karşılaştırılması”. <https://zincotech.com.tr/Haber/4/Zinc-flake-kaplamalar,-Elektro-Galvaniz-Kaplamalar-ve-Sicak-Daldirma-galvaniz-kaplamalarin-karsilastirilmesi.html> (erişim Ara. 13, 2021).

FARKLI MİMARİLİ MİKRODENETLEYİCİLERDE AES-128 ŞİFRELEME ALGORİTMASININ YAZILIM TABANLI ANALİZİ

Umut Engin AYTEN

Yıldız Teknik Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Fakültesi / Elektronik ve Hab.Müh.Böl
<https://avesis.yildiz.edu.tr/ayten>, ORCID:0000-0003-4174-1799

Rıfki YARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Fakültesi / Elektronik ve Hab.Müh.Böl
rifkiyarali@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4491-7497

Özet

Günümüz dünyasında Nesnelerin İnterneti(IoT) teknolojisi ile birlikte gelişen kablosuz iletişim cihazları, sensör ağları, uzaktan kumanda sistemleri, RFID etiketleri gibi kısıtlı işlem yeteneğine sahip ve düşük enerji tüketmesi gereken uygulamalar gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu uygulamalarda verinin gizliliği, ulaşılabilirliği ve bütünlüğünün sağlanması bilgi güvenliği açısından hayati önem taşımaktadır. Ancak bellek sınırlaması, düşük işlem ve güç tüketimi klasik yöntemlerin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu tür uygulamalarda güvenlikten ödün vermeden bilgi güvenliğini sağlanması için lightweight(hafif) kriptoloji yöntemleri önerilmiştir. Yapılan bu çalışmada, yaygın bir kullanım alanına sahip AES-128 simetrik blok şifreleme algoritmasının 8-bit RISC, 8-bit 8051 ve 32-bit ARM Cortex M0 mimarili mikrodenetleyicilerde yazılım tabanlı uygulaması gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan donanımlar üzerinden her bir mikrodenetleyici farklı saat frekanslarında çalıştırılarak algoritma analiz edilmiştir. Analiz sonucunda algoritmanın farklı mimariye sahip mikrodenetleyicilerde bellekte kapladığı alan, işlem süreleri ve enerji tüketimleri test cihazları ile ölçülerek sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, yapılan benzer çalışmalar ile karşılaştırılarak bazı çıkarımlarda bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Lightweight kriptografi, AES-128, Nesnelerin interneti(IoT), RFID, Mikrodenetleyiciler

SOFTWARE-BASED ANALYSIS OF AES-128 ENCRYPTION ALGORITHM ON MICROCONTROLLERS WITH DIFFERENT ARCHITECTURE

Abstract

In today's world, applications with limited processing capability and low energy consumption such as wireless communication devices, sensor networks, remote control systems, RFID tags, which have developed with the Internet of Things (IoT) technology, are becoming increasingly common. Ensuring the confidentiality, accessibility and integrity of data in these applications is of vital importance in terms of information security. However, memory limitation, low processing and power consumption complicate the implementation of classical methods. In such applications, lightweight cryptology methods have been proposed to ensure information security without sacrificing security. In this study, a software-based application of the widely used AES-128 symmetric block cipher algorithm on 8-bit RISC, 8-bit 8051 and 32-bit ARM Cortex M0 microcontrollers has been implemented. The algorithm was analyzed by running each microcontroller at different clock frequencies on the created hardware. As a result of the analysis, the memory space, processing times and energy consumption of the algorithm in microcontrollers with different architectures are measured with test devices and presented. The results obtained were compared with similar studies and some inferences were made.

Keywords: Lightweight cryptography, AES-128, Internet of Things (IoT), RFID, Microcontrollers

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında teknolojinin gelişmesi ile internet mobil cihazlar sayesinde oldukça yaygınlaşmaktadır. E-ticaret siteleri, mobil bankacılık, kablosuz iletişim cihazları, uzaktan kumanda sistemleri, RFID etiketler ve gündelik hayatta kullandığımız her türlü cihazın birbirleriyle haberleşerek internete bağlanmasını sağlayan Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi insanların hayatında önemli bir

yer tutmaktadır. Bu nedenle farklı kaynaklardan paylaşılan milyonlarca verinin güvenliği öncelikli konu haline gelmiştir.

Her türlü verinin depolanması, dağıtılması ve iletilmesi güvenilir yöntemler ile yapılmalıdır. İki sistem arasında iletilen bilginin güvenli bir şekilde taşındığından emin olunması gerekmektedir. Bunun en güvenilir yolu gönderilen bilginin şifrelenmesidir. Örneğin, bir sensör topladığı verileri merkeze göndermek istendiğinde bilgi çeşitli donanımlardan geçerek karşı tarafa iletilir. Bu gibi durumlarda verinin istenmeyen kişilerce okunmasını engelleyen kriptoloji bilimi, haberleşen taraflar arasında bilgi alışverişinin güvenli olarak gerçekleştirilmesini sağlayan, çoğunlukla temeli matematiksel ifadelerle dayanan teknik ve uygulamaların bütünüdür [1]. İletilecek olan bilginin belli bir sistemde şifrelenerek alıcıya gönderilmesi ve alıcının şifreyi sağlıklı bir şekilde çözerek bilgiye ulaşması kriptolojinin temel amacıdır.

IoT teknolojisinin ana bileşenlerinden olan Kablosuz Algılayıcı Ağları(KAA), uzaktan kumanda sistemleri, RFID etiketleri gibi uygulamalarda sistem enerjileri bataryadan sağlanmaktadır. Genelde bu tür uygulamalarda uzun pil ömrünün sağlanması için düşük enerji tüketimine sahip, işlem gücü kısıtlı ve bellek sınırlaması olan donanımlar kullanılmaktadır. Sürekli birbirleriyle ve farklı donanımlar ile haberleşen bu cihazlar kişilerin sağlık, biyometrik veya konum, isim, hesap numaraları, şifreler gibi kritik verilerin iletilmesinde kullanılır. Veri güvenliğinin sağlanmasında, işlem yeteneği kısıtlı mikrodenetleyicilerin kullanıldığı donanımlar, yaygın kullanılan kriptografi yöntemlerinin uygulanmasını sınırlandırmaktadır. Bundan dolayı bu tür cihazlar için hafif(lightweight) şifreleme algoritmaları geliştirilmiştir. Hafif blok şifreleme algoritmaları blok boyutları, çeşitli anahtar uzunlukları ve farklı katman özellikleriyle literatürde önemli bir yere sahiptir.

Sınırlı işlem hacmine sahip IoT cihazlarda kullanılmak için birçok hafif şifreleme algoritması geliştirilmiştir. NIST tarafından yayınlanan [2] makalede yapılan çalışmalar özetlenmiş, algoritmaların kullanılması amaçlanan hedef cihazlar ve performans metrikleri ana başlıklarıyla sunulmuştur. Geliştirilen algoritmaların bazıları sınırlı kaynaklar gözetilerek sıfırdan tasarlandığı gibi bazı algoritmalar ise klasik algoritmaları temel alarak çevrim sayıları, kod ve anahtar boyutlarının azaltılması ile oluşturulmuştur. Yaygın kullanım alanına sahip AES blok şifreleme ailesinin AES-128 varyantı yine [2]'de hafif kriptoloji olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan AES algoritması NSA (National Security Agency) tarafından yüksek gizlilik gerektiren verilerin şifrelenmesi için onaylanmış kamuya açık ilk şifreleme algoritmasıdır. Temelde karıştırma-kaydırma (Permutation-Substitution) işlemlerine dayanan AES algoritması 128, 192 ve 256 bitlik anahtar uzunluğunda üç farklı seçeneğe sahip algoritma ile blok şifreleme yapabilir. Açık metnin şifreli metin elde edilmesi işlemlerinde 128 bitlik anahtar için 10, 192 bitlik anahtar için 12, 256 bitlik anahtar için 14 çevrim uygulanmaktadır. İlk olarak açık metin anahtar uzunluğuna göre parçalanır ve durum matrisleri elde edilir. 128 bitlik veri 128 bitlik anahtar değeri ile şifrelenecek ise 4x4 anahtar matrisi ve 4x4 durum matrisi oluşturulur. Kullanılan anahtar uzunluğu 192-bit ise 6x4 boyutunda, 256-bit ise 6x8 boyutunda anahtar ve durum matrisi oluşturulur. Böylelikle düşük çevrim sayısı, anahtar uzunluğu ve durum matrisi sayesinde hafif kriptoloji amaçları için AES-128 varyantı oldukça uygundur.

Tablo 1. AES Şifreleme Ailesi

	Anahtar Boyutu	Blok Boyutu	Tur Sayısı	Anahtar Matrisi	Yayınlanma Yılı
AES-128	128	128	10	4x4	
AES-192	192	128	12	6x4	1998
AES-256	256	128	14	6x8	

Klasik kriptografi yöntemleri serverlar, bilgisayarlar, tabletler ve akıllı telefonlar gibi işlem gücü yüksek donanımlarda kullanılırken hafif kriptografi yöntemleri işlem hacimleri düşük olan RFID etiketler, sensör ağları, gömülü sistemler gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.

Birçok IoT uygulamasında yaygın olarak kullanılan gömülü sistemler işlem gücü ve hafıza yetenekleri sınırlı olduğundan özel bir görevi gerçekleştirmek için kullanılan işlem birimleridir. Bir gömülü sistem; merkezi işlem birimi (CPU), flash hafıza, giriş-çıkış (IO) pinleri, analog dijital çeviriciler (ADC, DAC vs.), sayıcılar, zamanlayıcılar ve arayüz gibi çevresel elemanlardan oluşmaktadır. Kullanım yerine göre sensörler, harici depolama birimi (EEPROM) ve aktüatörler de kullanılmaktadır. Merkezi işlem biriminin(CPU), bu çevresel birimler ile aynı paket içerisinde olan yapılar mikrodenetleyici (MCU) olarak tanımlanmaktadır. MCU lar 8, 16 ve 32 bit veri yolu genişliğine sahip çeşitleri bulunmaktadır. Son zamanlarda gelişen 32 bit sistemler hem işlem güçlerinin yüksek olması hem de fiyatlarının da hızla düşmesi ile tasarımlarda kullanımları artmaktadır[3,4].

Mikrodenetleyiciler Von Neumann veya Harvard mimarisi temel alınarak üretilmektedirler. Günümüzde oldukça yaygın olan 8051 Mikrodenetleyiciler Von Neumann mimarisi kullanılarak tasarlanmaktadır. Ayrıca 8051 mikrodenetleyiciler komut işleme tekniği olarak da CISC(Complex Instruction Set Computers) mimarisini kullanmaktadır. 8051 MCU'lar 8-bit veri yolu genişliğine sahiptirler.

Diğer yaygın kullanım alanına sahip mikrodenetleyiciler ise Microchip firmasına ait PIC serisidir. Bu MCU lar Harvard mimarisi temel alınarak tasarlanmaktadır. Komut işleme yapısı olarak RISC(Reduced Instruction Set Computers) mimarisinin özelliklerini kullanırlar. Ayrıca 8-bit, 16-bit ve 32-bit veri yolu genişliğine sahip PIC mikrodenetleyicileri üretilmektedir.

Bir diğer geniş uygulama alanına sahip ARM(Advanced RISC Machine) mimari ailesi 8 ve 16 bit veri yolu genişliğine sahip mikrodenetleyicilere rakip olarak Cortex M serisini geliştirmiştir. ARM temel olarak Harvard mimarisini kullanırken, komut işleme yapısı olarak RISC mimarisinin geliştirilmiş bir türüdür. Veri yolu genişliği olarak 32-bit yaygın olarak kullanılsa da 64-bit versiyonlarında üretilmektedir.

Bu çalışmada bir hafif şifreleme yöntemi olarak AES-128 algoritmasının düşük işlem gücüne sahip 8-bit 8051, 8-bit RISC ve 32-bit ARM Cortex M0 mimarili mikrodenetleyiciler üzerinde yazılım tabanlı uygulaması yapılmıştır. Mikrodenetleyiciler 1 MHz, 4 MHz, 8 MHz ve 16 MHz saat frekanslarında çalıştırılmıştır. İşlem süreleri ve işlem süresi boyunca harcanan enerji ölçü aletleri ile ölçülerek sonuçlar benzer çalışmalar ile kıyaslanıp analiz edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

1. Kullanılan Materyaller

Çalışmada 8051 mikrodenetleyici olarak Nuvoton firması tarafından üretilen, 18Kb Flash hafızaya, 16 MHz dahili hassas osilatöre sahip N76E003 kullanılmıştır. 2.4V-5.5V aralığında besleme gerilimi ile çalışan entegre 20 bacaklı 8-bit veri yoluna sahiptir. Şifreleme algoritması Keil uVision 5 programı üzerinde C dilinde yazılarak derlenmiştir[5].

Testlerde kullanılan RISC mimarisine sahip 8-bit PIC16f1454 mikrodenetleyicisi ise 14 bacaklı ve 48 MHz dahili hassas osilatör ile çalışmaktadır. 14 Kb Flash hafıza kapasitesi bulunmaktadır. Kullanıcılara 2.3V-5.5V arasında çalışma gerilim aralığı sunmaktadır. AES-128 algoritması Microchip firması tarafından kendi mikrodenetleyicilerini programlamak için geliştirdiği MPLAB X programı üzerinden yazılıp derlenmiştir[6].

Son olarak testlerde 32-bit ARM Cortex M0+ tabanlı Cypress firması tarafından geliştirilen Cy8c4024lqi-s401 entegresi kullanılmıştır. 16 Kb flash hafızası bulunan mikrodenetleyici 1.7V-5.5V çalışma gerilimine sahiptir. Dahili olarak 24Mhz çalışma frekansı ile komutları işlemektedir. Program geliştirilmesi firma tarafından ücretsiz sağlanan PSoC Creator 4.2 derleyicisi üzerinden yapılmıştır. Tüm deneme kartlarının çizimi Proteus 8 programı ile yapılarak baskı devreleri alınmıştır[7].

Tablo 2. Kullanılan Mikrodenetleyici Özellikleri

	PIC16F1454	N76E003	CY8C4024LQI-S401
CPU	8-bit RISC	8-bit 8051 (CISC)	32-bit RISC
Frekans(MHz)	1-4-8-16	1-4-8-16	3-6-12-24
Mimari	Harvard	Von Neumann	Harvard
Flash Hafıza(KB)	14	18	16
SRAM(Byte)	256	1024	2048
EEPROM(KB)	-	-	-
Çalışma Voltajı(V)	2.3-5.5	2.4-5.5	1.7-5.5
I/O Pin Sayısı	11	18	19
Programlama Platformu	MPLAB X	Keil uVision 5	PSoC Creator 4.2

Akım ölçümü için masaüstü uygulaması da bulunan UNI-T UT71D ölçü aleti kullanılmıştır. İşlem süreleri baskı devrelerin üzerine konulan ölçüm pedleri aracılığıyla ikalogic sq200 logic analizörü kullanılarak elde edilmiştir.

2. Yöntem ve Test

AES-128 algoritması yukarıda da belirtilen derleyici programlar kullanılarak her bir mikrodenetleyiciye yüklenmiştir. Öncelikle algoritmanın şifreleme ve deşifreleme kodlarının ayrı ayrı denetleyicilerin belleklerinde kapladığı alanlar hesaplanmıştır. Ardından 8-bit 8051 mimarili N76E003 mikrodenetleyicisi ve 8-bit RISC mimarili PIC16F1454 mikrodenetleyicisi sırasıyla 1Mhz, 4Mhz, 8Mhz ve 16Mhz saat frekanslarında çalıştırılmıştır. 32-bit ARM Cortex M0+ mimarili Cy8c4024lqi-s401 denetleyicisi ise sırasıyla 3 Mhz, 6 Mhz, 12 Mhz ve 24 Mhz saat frekanslarında çalıştırılmıştır. Her bir saat frekansı için şifreleme ve deşifreleme süreleri deneme kartları üzerindeki test noktaları aracılığıyla ikalogic sq200 logic analizörü kullanılarak ölçülmüştür.

Harcanan enerjiyi hesaplamak için besleme gerilimi 5V olarak belirlenmiştir. İlk olarak mikrodenetleyicilerin yukarıda belirtilen her bir çalışma frekansında boşa çalışma akımları UNI-T UT71 ölçü aleti kullanılarak ölçülmüştür. Daha sonra şifreleme ve deşifreleme işlemi gerçekleştirilerek işlem boyunca çekilen akımlar ölçülmüştür. İşlem süreleri daha önceden hesaplandığı için (1) eşitliği kullanılarak harcanan enerjiler elde edilmiştir.

$$(1) \text{ Harcanan Enerji}(uJ) = \text{Çalışma Gerilimi}(V) * \text{Çekilen Akım}(uA) * \text{İşlem süresi}(ms) / 1000$$

3. SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda AES-128 algoritmasının şifreleme ve şifre çözme kodlarının mikrodenetleyici hafızalarında kapladıkları alan Şekil 1 de verilmiştir. Şifre çözme algoritması şifreleme algoritmasına göre bellekte daha fazla alan kaplamaktadır. Aynı kod boyutlarında 8-bit 8051 CISC mimarisine sahip N76E003 mikrodenetleyici diğerlerine göre daha kötü performans ortaya koymuştur. Diğer yandan 8-bit RISC mimarisi şifreleme işleminde daha verimli olsa da şifre çözme işleminde 32-bit ARM mimarisi belleği daha verimli kullanmaktadır. Program hafızasının kısıtlı olduğu uygulamalarda şifreleme işleminde 32-bit ARM ve 8-bit RISC mimarileri öne çıkarken, şifre çözme işlemi için ARM daha avantajlıdır.

Tablo 3. AES-128 Hafızada Kapladığı Boyutlar(Bytes)

	Şifreleme	Şifre Çözme
8-Bit RISC	1.085	1.742
8-Bit 8051	1.630	1.896
32-Bit ARM	1.144	1.440

Mikrodenetleyicilerin bir blok(128 bitlik) veriyi şifreleme ve deşifreleme için harcadıkları süreler her bir çalışma frekansına göre Tablo 4 ve Tablo 5’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışma frekanslarının birebir aynı olmasada, 32-bit ARM mimarili mikrodenetleyicinin 6 Mhz frekans da bile diğerlerine göre çok daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir. Ayrıca yapılan ölçümler 8-bit RISC mimarisinin şifreleme ve şifre çözme işlemlerinde en kötü performansı ortaya koymaktadır. Bu yüzden işlem hızının öncelikli olduğu uygulamalarda(hızlı data alışverişi) 32-bit ARM Cortex M0 daha iyi sonuçlar verecektir.

Tablo 4.Şifreleme İşlem Süresi (ms)

	1 Mhz	4 Mhz	8 Mhz	16 Mhz	3 Mhz	6 Mhz	12 Mhz	24 Mhz
8-Bit RISC	201	54	27	14				
8-Bit 8051	92	23	11	6				
32-Bit ARM					8	4	2	1

Deşifreleme işlemi için harcanan süreler çalışma frekansına göre Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Şifre Çözme İşlem Süresi (ms)

	1 Mhz	4 Mhz	8 Mhz	16 Mhz	3 Mhz	6 Mhz	12 Mhz	24 Mhz
8-Bit RISC	2.389	597	299	149				
8-Bit 8051	324	81	41	20				
32-Bit ARM					28	14	7	3

Enerji hesaplarının yapılması için ilk olarak mikro denetleyicilerin boşa çalışma akımları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 6’da verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda Microchip firmasının ürettiği 16F1454 mikrodenetleyicisinin tükettiği akım diğerlerine oranla oldukça düşüktür. Ayrıca elde edilen sonuçlar 8-bit 8051 mimarisinin en fazla akımı tüketen mikrodenetleyici olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 6. Entegre Boşa Çalışma Akımı(uA)

	1 Mhz	4 MHz	8 MHz	16 MHz	3 MHz	6 Mhz	12 Mhz	24 MHz
8-Bit RISC	411	577	872	1.179				
8-Bit 8051	7.910	8.235	8.750	9.695				
32-Bit ARM					2.217	2.282	2.447	2.823

Son olarak çalışmada entegrelerin AES-128 şifreleme ve deşifreleme işlemi boyunca tükettikleri enerji analiz edilmiştir. Tablo 7’de ve Tablo 8’de elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Boşa çalışma akımının daha düşük olması, pille beslenen ve yoğun data transferleri olmayan uygulamalarda 8-bit RISC mimarisini kullanmak daha avantajlı olacaktır.

Tablo 7. Harcanan Enerji(uJ) - Şifreleme

	1 Mhz	4 Mhz	8 Mhz	16 Mhz	3 Mhz	6 Mhz	12 Mhz	24 Mhz
8-Bit RISC	3.651	970	514	285				
8-Bit 8051	417	160	121	83				
32-Bit ARM					87	47	27	43

Tablo 8. Harcanan Enerji(uJ) - Şifre Çözme

	1 Mhz	4 Mhz	8 Mhz	16 Mhz	3 Mhz	6 Mhz	12 Mhz	24 Mhz
8-Bit RISC	12.931	3.388	1.814	993				
8-Bit 8051	4.981	1.770	1.331	966				
32-Bit ARM					317	168	95	66

Çalışma frekansı arttıkça boşta çalışma akımları artmaktadır. Fakat işlem süreleri oransal olarak daha hızlı azaldığı için tüketilen enerjide azalmaktadır. Boşta çalışma akımı 8-bit RISC mimarisine göre yüksek olan 32-bit ARM mimarisi şifreleme/deşifreleme işlemi için nispeten çok daha az enerji tüketmektedir.

4. TARTIŞMA

Son yıllarda düşük kapasiteli cihazlarda verileri güvenli bir şekilde saklamak ve iletmek için tasarlanan hafif kriptoloji algoritmaları oldukça rağbet görmektedir. Bu amaca yönelik olarak AES-128 algoritmasının güvenli bir şekilde kullanılabilmesi ortaya konmuştur. Yapılan çalışmada farklı mimarili mikrodenetleyicilerde algoritmanın performansı analiz edilmiştir. Yapılan analizde [8]'de yapılan çalışmada yazılım tabanlı hafif blok ve akış şifreleme algoritmalarının uygulama boyutu, RAM kullanımı ve işlem süreleri açısından performanslarının ölçüldüğü Hafif Kriptografik Sistemlerin Adil Değerlendirmesi (FELICS) önerilmiştir. FELICS de kullanılan hedef cihazlardan farklı olarak bu çalışmada 16-bit RISC mimarisi yerine 8-bit CISC mimarili mikrodenetleyici kullanılmıştır. Hafif kriptoloji algoritmalarının enerji tüketim hesaplarının yapıldığı çalışma [9]'a katkı olarak bu çalışmada AES-128 algoritmasının enerji analizi yapılmıştır. [9] çalışmasında hedef cihaz olarak 16-bit RISC mimarili mikrodenetleyici sadece 16 Mhz ile çalıştırılarak analiz yapılmıştır. Bunun aksine bizim çalışmamızda belirli bir çalışma frekansı yerine farklı frekans değerleri ve farklı mimariler kullanılarak tüketilen enerjiler analiz edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Bodur, H. (2016). Java Diliyle Kriptoloji Uygulamaları. İstanbul: ABAKÜS
- [2] K. A. McKay, L. Bassham, M. Sönmez Turan, and N. Mouha, Report on lightweight cryptography, 2017, NIST Internal Report (IR) 8114
- [3] Ali Batuhan KINDAN, Arm Cortex M0 Serisi Mikrodenetleyicilerden Oluşan Ayrık Gömülü Sistemler için Can Bus Tabanlı Yazılım Güncelleme Sistemi Tasarımı, 2019
- [4] Robert Oshana and Mark Kraeling (Eds.) - Software Engineering for Embedded Systems. Methods, Practical Techniques, and Applications-Newnes, 2013
- [5] Nuvoton 'N76E003' (2021), *DS_N76E003_EN_Rev1.09*, 9 Aralık 2021 Tarihinde [:https://www.nuvoton.com/export/resource-files/DS_N76E003_EN_Rev1.09.pdf](https://www.nuvoton.com/export/resource-files/DS_N76E003_EN_Rev1.09.pdf)
- [6] Microchip (2021), *PIC 16F1454*, 9 Aralık 2021 Tarihinde <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/40001639b.pdf>
- [7] Cypress (2021), *Cy8c4024lqi-s401*, 9 Aralık 2021 Tarihinde <https://www.cypress.com/part/cy8c4024lqi-s401>
- [8] Dinu D, Biryukov A, Großschädl J, et al. FELICS – fair evaluation of lightweight cryptographic systems. In: NIST Workshop on Lightweight Cryptography 2015, National Institute of Standards and Technology (NIST) (2015).
- [9] B. Aslan, F. Yavuzer Aslan, M. T. Sakallı, "Energy Consumption Analysis of Lightweight Cryptographic Algorithms That Can Be Used in the Security of Internet of Things Applications" Security and Communication Networks ,Volume 2020, Article ID 8837671, 15 pages(2020)

UÇAKLARDA TEKER-YERDE SİNYALİNİN SENSOR FÜZYONU - MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE ANALİZİ

Emrah ATAÇ

Marmara Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Mekatronik Mühendisliği
emrahatac@marun.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1342-7276

Gökhan GÖKMEN

Marmara Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Mekatronik Mühendisliği
gokhang@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6054-5844

Özet

Bu çalışmanın amacı; uçaklardaki Teker-Yerde (İngilizcesi Weight on Wheel - WoW) sinyalinin, ivme ve titreşim sensörlerinin beraber kullanılmasıyla (sensör füzyonu) doğru ve gürbüz şekilde makine öğrenmesi (Machine Learning - ML) yöntemleriyle üretilebilirliğini analiz etmektir. WoW fonksiyonu, uçağın havada mı yerde mi olduğunu belirleyen kritik bir sistemdir. Uçak yerde iken, iniş takımlarının kapanmasını, radar ve silah sistemlerinin çalışmasını engellemek gibi birçok kritik hata durumundan kaçınmada kullanılır. Genel yaklaşım, uçak iniş takımı (Landing Gear - LG) mekanizmasına yerleştirilen ve teker yere değdiğinde fiziksel olarak tetiklenen mekanik ya da manyetik (proximity) sensör ile WoW sinyalinin elde edilmesi yönündedir. Tüm fiziksel parçaların bir doğal frekansları vardır. Dışarıdan gelen çeşitli etkilerle de titreşimler ortaya çıkar. Bu çalışmada, (Havada, yerde, çeşitli motor itkilerinde...) farklı durumlarda iniş takımı dikmesine etki eden kuvvetlerin modu değişeceğinden farklı titreşim verileri açığa çıkacaktır. Bu titreşim verileri ile uçağın ivme verileri bir ML yöntemine girdi olarak kullanıldı, karar yöntemleri oluşturuldu ve WoW sinyali elde edilmeye çalışıldı. Bu çalışmada, 50 adet gibi az veri seti ile bir Lojistik Regresyon modeli kurularak WoW fonksiyonunu gerçekleştirilmeye çalışıldı. Tek bir operasyon (%10'luk motor itkisi) senaryosuna göre 35 satır veri ile eğitim gerçekleştirilerek %90 üzerinde kesinlikte WoW sinyali elde edildi.

Anahtar Kelimeler: Teker-Yerde, Titreşim sensörü, Uçak İniş takımı, Sensor Sağlık Yönetimi, Sensör Füzyonu, Makine Öğrenmesi

ANALYSIS OF WEIGHT-ON-WHEEL SIGNAL IN AIRCRAFT WITH SENSOR FUSION AND MACHINE LEARNING

Abstract

The aim of this study is to analyse the producibility of the Weight-on-Wheel (WoW) signal in aircraft with the use of acceleration and vibration sensors (sensor fusion) accurately and robustly by machine learning (ML) methods. The WoW function is a critical system that determines whether the aircraft is in the air or on the ground operations. It is a key input avoiding many critical failure situations when the aircraft is on the ground, such as landing gear shutting down and preventing radar and weapon systems from working. The general approach is to use mechanical or magnetic (proximity) sensors which are placed onto the aircraft landing gear (LG) mechanism and physically triggered when the wheels touch the ground for obtaining the WoW signal. All physical parts have a natural frequency. Vibrations also occur with various external influences. In this study, (In the air, on the ground, in various engine thrusts...) In different situations, different vibration data will come out as the mode of the forces acting on the landing gear strut will change. This vibration data set and the acceleration data set of the aircraft were used as an input to an ML method, decision methods were created and the WoW signal was tried to be obtained. In this study, it was tried to perform the WoW function by establishing a Logistic Regression model with as few as 50 data sets. According to a single operation (10% engine thrust) scenario, training was carried out with 35 lines of data, resulting in a WoW signal with an accuracy of over 90%.

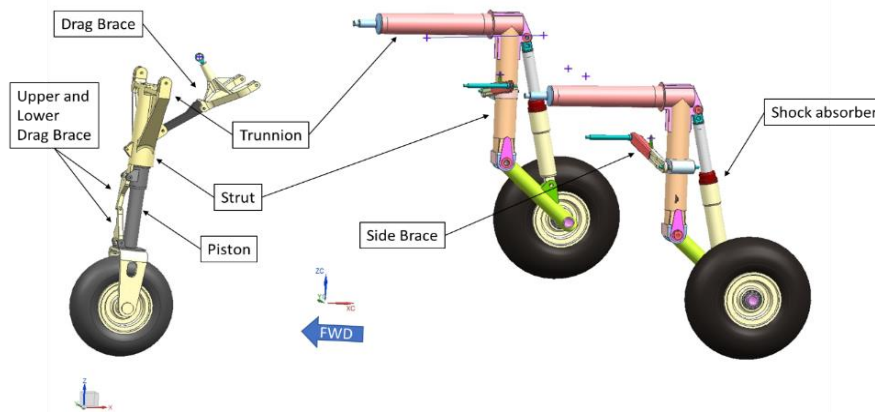
Keywords: Weight-on-Wheel, Vibration sensor, Aircraft Landing Gear, Sensor Health Management, Sensor Fusion, Machine learning

1. GİRİŞ

Uçakların gelişim tarihinde, modern manada tekrarlanabilir ve uygulanabilir olarak, 1903 yılında motorlu ilk uçuşunu yapmış olan Wright kardeşlerin çalışmaları en kritik aşamalardan birisi olarak yerini alır [1]. Hiç şüphesiz insanoğlunun uçma merakının başlangıcı çok daha eskilere gitmektedir. 1632 yılında Galata Kulesi'nden İodoslu bir havada kanatlı bir araç ile İstanbul Boğazı üzerinde 3km'den fazla süzülen Hezârfen Ahmed Çelebi, dünyada ilk kez uçmayı başaran Türk bilginidir. uçma tasarısını gerçekleştirdiği ve geniş bilgisinden ötürü halk arasında Hezârfen olarak anıldığı bilinmektedir [2]. Tasarlanan ilk uçaklarda sabit iniş takımları kullanılırken zamanla artan maksimum hız ile aerodinamik iyileştirmelere ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla tamamen katlanır iniş takımlarına sahip uçaklar denemeye başlanmıştır. Tam katlanabilir iniş takımına sahip ilk örnek, 1920 Gordon Bennet Yarışını tamamlamak üzere tasarlanmış bir uçak olan Dayton-Wright RB-1'dir [3]. İniş takımı katlanması, kokpitteki bir el krankı ve kılavuz vidalar aracılığıyla yapılmıştır [4].

Tarih içerisinde gelişen ve karmaşıklaşan uçak sistemleri, iniş takımının durumunu (havada/yerde/inış takımı kapalı/açık...) bilmeyi gerekli kıldı. Tekerlerin yerde olup olmadığını belirten WoW (weight-on-Wheel) fonksiyonu bu gerekliliklerden biridir. WoW uçaktaki bazı kritik sistemlerde hatayı önlemek amacıyla (genel olarak) iniş takımı üzerinden elde edilen bir sinyaldir. Bu işlev, frenler, spoylerin açılması ve itki tersleyici (thrust reverse) gibi bazı kritik fonksiyonları etkinleştirmek için kullanıldığından yüksek bir keskinlikle üretilmelidir; uçuşta bu işlevlerden bazılarının etkinleştirilmesi kazalara neden olabilmektedir.

WoW sinyalini elde etmenin başlıca yolu, iniş takımının kinematik pozisyonundaki değişikliği ölçerek uçağın ağırlığının tekerlekler üzerinde olduğunu tespit etmektir. Çoğu uçakta WoW durumunu belirtmek için iniş takımındaki şok sönmüleyicilerin sıkıştırılmasına bakılır. Bu sıkışmayı takip etmek ve bilgileri uçak aviyoniklerine bildirmek için limit anahtarları veya yaklaşım sensörü gibi çeşitli algılama mekanizmaları kullanılır. Mekanik limit anahtarları, küçük uçaklarda ve eski uçaklarda yaygın olarak kullanılsa da modern yaklaşım sensörleri kadar güvenilir değildir. WoW sinyalinin elde edilmesi için genellikle üst tork linkine bağlanan bir sensör ve sensörü tetikleyen bir hedef parça kullanılır. İster limit anahtarları olsun isterse yaklaşım sensörü olsun, WoW gösterge hassasiyeti, şok sönmüleyicilerin kuvvetine bağlıdır. Airbus A400M gibi büyük bir uçakta WoW'u daha hassas elde edilmesi gerekmiştir [4]. Bu amaçla A400M'de, Teker Yerde tespiti için iniş takımı dikmesi ve ana bağlantı yapısı arasına, kuvvet ölçümü yapacak bir pim eklendi. Böylece kuvvet ölçülerek çalıştığından şok sönmüleyicisinin hareketine gerek kalmamıştır [5]. Genel olarak bir iniş takımı dikme (Strut, trunnion ve Cylinder), şok sönmüleyici (Shock absorber), teker, sürüklenme destek kolu (side/drag brace), eyleyici, tork linkleri gibi parçalardan oluşur. Aşağıdaki şekil 1'de genel manada iniş takımı parçalarını resmetmektedir [6,7].



Şekil 1. İniş takımı parçaları

2. MATERYAL VE METOD

Tüm fiziksel parçaların bir doğal frekansları vardır. Dışarıdan gelen çeşitli etkilerle de izlenebilir titreşimler ortaya çıkabilmektedir. Havada, yerde, çeşitli motor itkilerinde, takside... ve benzeri farklı durumlarda iniş takımı dikmesine etki eden kuvvetlerin yön ve şiddeti değişeceğinden farklı titreşim verileri ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada iniş takımı titreşimleri dikmeye sabitlenen bir titreşim sensörü

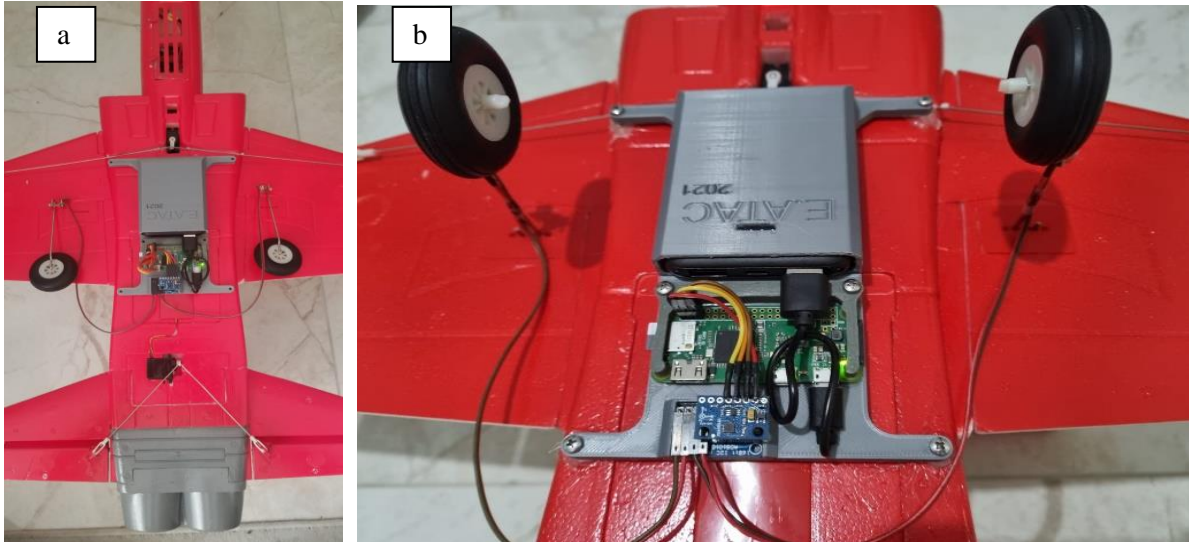
ile elde edilmektedir. Benzer şekilde farklı operasyonlarda; uçuş sırasında, taksimde ya da hangarda iken, uçağın çeşitli ivme değerleri ortaya çıkmaktadır. İvme sensörü ile bu ivmeler edilmektedir. Titreşim verileri ile ivme verileri bir ML yöntemine (Logistic Regression) girdi olarak kullanılmıştır.

Verilerin elde edilmesi için; Free wing markasının Şekil 4’te görülen radyo kontrollü (RC) uçağı olan T38 Talon kullanıldı. Verilerin toplanması ve yorumlanması için kredi kartı büyüklüğünde olan Raspberry Pi Zero W kullanıldı. Titreşim sensörü olarak The TE Connectivity firmasının MEAS MiniSense 100 serisinden cantilever-type titreşim sensörü iniş takımlarına sabitlendi ve ivme için GY-45 MMA8452 3-Eksen İvme Ölçer Modülü kullanıldı. Elemanların toplu durması için aerodinamik etkiyi en az bozacak şekilde bir kutu tasarlandı ve uçağın ağırlık merkezini çok değiştirmeyecek şekilde alta konumlandırıldı. Şekil 5’te görülmektedir. Kutu içerisine ttec markasının 5000 mah’lık bir USB 5V çıkışlı bir harici batarya konuldu. Raspberry Pi ve sensörler bu batarya ile çalıştırıldı.



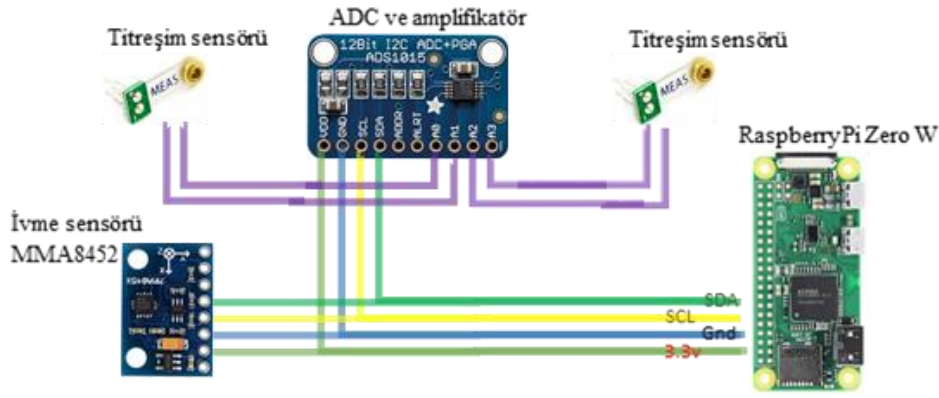
Şekil 2. Talon T38 RC uçağı

Titreşim sensörü, amplifikatör ve analogdan dijitale çevirici (ADC) olan ADS1015 devresine bağlandı, böylece titreşim verisi I2C ile Raspberry Pi Zero’ya sağlandı. Benzer şekilde I2C ile ivme sensörü de Raspberry Pi ‘ye direk bağlandı.–Şekil 3’te uçaktaki yerleşimleri görülmektedir. Gri kutu CAD ortamında tasarlandı 3boyutlu yazıcıda bastırıldı



Şekil 3. a-Sistemin uçak üzerindeki yerleşimi b-Yakın görünümü

Aşağıdaki Şekil 4’te devre bağlantılarının şematik görseli yer almaktadır. İletişimler I2C ile yapılmaktadır.



Şekil 4. Sistemin Devre Şeması

2.1. Verilerin elde edilmesi

Raspberry Pi üzerinde MU python 3 ile yazılan kod sayesinde I2C üzerinden titreşim ve ivme verileri alınıp kaydedilmiştir. “%10 motor itkisi” durumu için yarısı yerde (WoW: <=1) yarısı havada (WoW: >1) toplamda 50 satır veri toplanmıştır ve Tablo 1’de örnek 5 adet satır veri seti görülmektedir.

Tablo 1. Örnek Veriler

	Vib1	Vib2	Vib3	Vib4	Vib5	acc11	acc12	acc13	acc14	acc15	WoW
0	125	321	540	231	50	1	9	1	3	3	>1
1	23	12	11	30	11	1	2	5	1	3	<=1
2	35	20	49	22	27	3	1	2	3	3	>1
3	9	13	20	22	41	2	4	2	1	4	<=1
4	122	321	475	530	659	9	2	1	2	3	>1

Verilerin tekrarlanabilirliği için uçak uçurulmadan, elde tutularak ve motor %10’da çalıştırılarak hareketler gerçekleştirildi. 25 satır ivme ve titreşim seti için havada çeşitli manevralarla elde edildi. Yine motor %10’da çalışırken uçak yerde sabit tutuldu ve taksit hareketleri yaptırıldı. Böylece 25 satır daha veri elde edildi. Her bir satır üç ana başlıktan oluşmaktadır: titreşim veri seti, ivme veri seti ve WoW değeri. Her veri seti 5 elemanlı örnekten oluşmaktadır. Elde edilen veriler WoW elde etmek için ve tezin amacını gerçekleştirmek için yeterlidir. Gelecek çalışmalarda daha çeşitli verilerle genişletilmesine imkân vardır.

2.2. ML yöntemi

Makine öğrenmesi, örüntü tanıma ve hesaplamalı öğrenme teorisinin ortak çalışmasından gelişmiştir ve özellikle özerk bir şekilde öğrenebilen ve yeni veriler üzerinde tahminler yapabilen bilgisayar uygulamalarının icra edilmesiyle ilgilidir [5].

Lojistik regresyon, çok daha karmaşık uzantıları olmasına rağmen, temel biçiminde ikili bağımlı değişkeni modellemek için bir lojistik işlevi kullanan istatistiksel bir modeldir [6].

Doğrusal y denklemi:

$$y = b_0 + b_1x \quad (1)$$

şeklinde ifade edilir. Sonuç değerler kümesi (\pm)’de sonsuza gitmektedir. Burada b_0 ve b_1 katsayılarıdır. Lojistik regresyonda sonuç kümesini 0-1 aralığında tutmak için Sigmoid denklemi kullanılır. Sigmoid denklemi [8]:

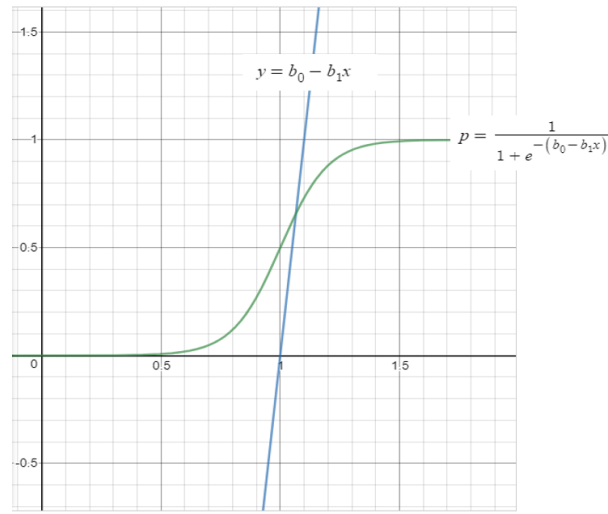
$$\delta(t) = \frac{1}{1+e^{-t}} \quad (2)$$

şekildedir. e burada Euler sayıdır

Lojistik regresyon yönteminde bağımlı değişkenin $p: R \rightarrow (0,1)$ olasılığı şöyle yazılabilir [8].

$$p(x) = \frac{1}{1+e^{-(b_0+b_1x)}} \quad (3)$$

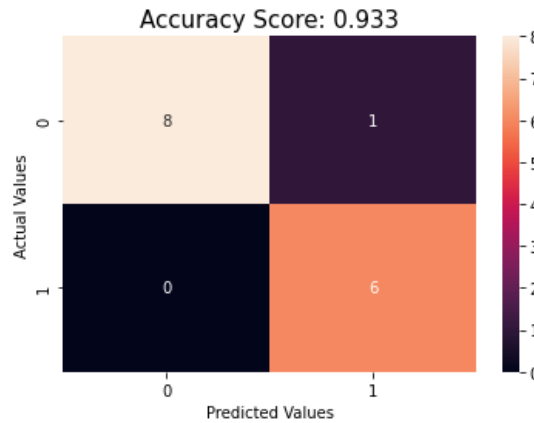
Lojistik regresyon modeli bir regresyon çeşidi olsa da doğrusal regresyondan farklı olarak sınıflandırma yapmak için kullanılır. Nümerik veya kategorik veriler lojistik regresyonla sınıflandırılabilir. Burada bağımlı sonuç değişkeni iki farklı değer alır (1/0, Evet/Hayır...) [8]. Mesela, bir elektronik postanın spam olduğu ya da olmadığını tahmin etmede kullanılabilir. Şekil 5'te hem doğrusal regresyon hem de lojistik regresyon gösterilmiştir. Lojistik regresyon, doğrusala benzer olarak verileri yakalamaya çalışır ama farklı olarak görüldüğü üzere doğrusal değildir. Kendi formülü gereği logaritmik bir eğri üzerinde verileri yakalar. Bu da inişli çıkışlı verilerde daha yüksek tahmin başarısı sağlamaktadır.



Şekil 5. Lojistik ve lineer modeller

3. SONUÇ

Bu çalışmada, makine öğrenmesi yöntemlerinden lojistik regresyon kullanıldı. Titreşim ve ivme sensörleri kullanılarak veriler toplandı.: Eğitim ve test verileri ayrılarak çalışmalar yapıldı ve WoW sinyalinin %93 keskinlikle elde edildi. Bu çalışmada Python 3 Google Colab'ta kodlar yazılarak çalışıldı, gerekli kütüphaneler ve modüller eklendi: Verilerin %30'u (15 satır) test verisi olarak ayrıldı sonra eğitim veri seti ile eğitim yapıldı. Test verisiyle testler gerçekleştirildi. Modelin başarı ölçütleri şöyle: Karşılaştırma matrisi: Şekil 6'da görülen matriste test verisi ile kaç tane doğru tahmin yapıldı grafik olarak göstermektedir.



Şekil 6. Karşılaştırma matrisi

Kesinlik ve diğer skorlar tablo 2’de gösterilmiştir. Tahminlerden birinde hata vardır.

Tablo 2. Karşılaştırma skorları

	precision	recall	f1-score	support
<=50K	1.00	0.89	0.94	9
>50K	0.86	1.00	0.92	6
accuracy			0.93	15
macro avg	0.93	0.94	0.93	15
weighted avg	0.94	0.93	0.93	15

4. TARTIŞMA

Gelişmekte olan bilgisayar işlem gücü ve toplanabilen data sayısının artmasıyla Makine Öğrenmesi gibi tekniklerin havacılıkta ve askeri uygulamalarda çok daha sık kullanım eğilimi açıklanan projelerde görülmektedir. Bu çalışmada, 50 adet gibi az veri seti ile bir Lojistik Regresyon modeli kurularak WoW fonksiyonunu gerçekleştirilmeye çalışıldı. Tek bir operasyon (%10’luk motor itkisi) senaryosuna göre 35 satır veri ile eğitim gerçekleştirilerek %90 üzerinde kesinlikte WoW sinyali elde edildi. Havacılık gibi bir alanda bu oran kabul edilebilir gözükmemektedir. Keskinliği artırmak için sensör sayısı tüm iniş takımlarına eklenerek girdi sayısı artırılması değerlendirilmektedir. Bu sistemdeki bir dezavantaj olarak farklı uçağın iniş takımının kendine özgü titreşim verileri oluşması ve eğitim için bütün yer ve hava operasyonları verileri elde edilmesi için verilerin transferi farklı uçaklar arasında mümkün olmamasıdır. Daha çok veri, birkaç katmanlı regresyon yöntemleri denenerek daha kesin veriler elde edilmesine bu çalışma imkân vermektedir. Bu çalışmanın daha da geliştirilmesiyle bu sistem sadece WoW belirlemede değil iniş takımının, kapalı mı açık mı transfer durumunda mı gibi diğer durumların tespitinde de kullanılabilmesine imkân vermektedir. Bunların yanında sensör ve ekipman sağlık yönetimi için de titreşim takibine bir yol açmaktadır bu çalışma.

KAYNAKÇA

- [1] National Memorial North Carolina. Wright Brothers 05.11.2021 tarihinde <https://www.nps.gov/wrbr/learn/december-17-2020.htm> sitesinden alındı
- [2]MGM, Hezârfen Ahmed Çelebi Kimdir ? 14.12.2021 tarihinde <https://hezarfen.mgm.gov.tr/Genel/HezfAhmet.aspx> sitesinden alındı
- [3] King H.F. (1953), The First Fifty Years, Flight, Iliffe & Sons Ltd.
- [4] Schmid, R.Kyle (2020), The Design of Aircraft Landing Gear Volume1-2, ŞEHİR ve YAYINEVİ
- [5] CESA, Weight-On-Wheel system https://www.cesa.aero/en/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=75 sitesinden alındı
- [6] Norman S. C. (1988), Aircraft Landing Gear Design: Principles and Practices Georgia ve AIAA education series
- [7] Seabridge A. ve Moir I. (2020), Design and Development of aircraft Systems Wiley–Blackwell
- [8] Goodfellow I., Bengio Y., Courville A., (2018) Derin Öğrenme, Ankara, Buzdağı Yayın Evi
- [9] Marsicoa M. D. Petrosino A. Ricciardi S. (2016), Pattern Recognition Letters, Elsevier, 106-115
- [10] Wikipedia. Logistic regression 10.12.2021 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_regression sitesinden alındı
- [11] Jurafsky D., Martin J. H. (2021), Speech and Language Processing Stanford: Stanford University Press.
- [12] Schmid, R.Kyle (2015), Advances in Aircraft Brakes and Tires, SAE book
- [13] Pazmany B. L. (1980), Main Gear Design & Trade-offs, Pazmany Aircraft Corporation
- [14] Pazmany B. L. (1986), Landing Gear Design for Light A/C, Pazmany Aircraft Corp.
- [15] KILIÇ A.(çevirmen). I2C - Inter Integrated Circuit 25.11.2021 tarihinde <https://tr.pinout.xyz/pinout/i2c> sitesinden alındı, pinout ve örnek kodlar incelendi.
- [16] NXP Semiconductors, MMA8452Q, 3-axis, 12-bit/8-bit digital accelerometer <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MMA8452Q.pdf> sitesinden alındı
- [17] Simsek H. K. Makine Öğrenmesi Dersleri 4a: Lojistik Regresyon 10.12.2021 tarihinde <https://medium.com/data-science-tr/makine-%C3%B6%C4%9Frenmesi-dersleri-4-lojistik-regresyon-304fefab0a49> sitesinden alındı

- [18] US20200087002A1, *Vibratory weight-on-wheels sensing*
- [19] CN108820250B, *Undercarriage open ground state detection device*
- [20] CN108216584B, *Aircraft grounding state monitoring method*
- [21] EP2489591B1, *Air-ground detection system for semi-levered landing gear*
- [22] Wheelan C. (2018), *Çıplak İstatistik*, Ankara, Buzdağı Yayın Evi
- [23] BULUZ B, AYYUCE KIZRAK, M. ve GÜRPINAR C. *Stanford CS 229 — Makine Öğrenmesi, CS 230 — Derin Öğrenme ve CS 221 — Yapay Zeka El Kitapları Artık Türkçe* 01.11.2021 tarihinde:
<https://medium.com/yavuzkomecoglu/stanford-cs-229-makine-%C3%B6%C4%9Frenmesi-ve-cs-230-derin-%C3%B6%C4%9Frenme-el-kitaplar%C4%B1-art%C4%B1k-t%C3%BCrk%C3%A7e-ed734ad76bed>
adresinden alındı.

ENDÜSTRİYEL ROBOTLARDA UÇ AĞIRLIĞI İLE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Ahmet Erdem ÖNER

Yıldız Teknik Üniversitesi / Toyotetsu, Makine Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
onera@toyotetsu.com.tr, ORCID: 0000-0002-3865-7054

Erkut YİĞİT

Toyotetsu Otomotiv Parçaları A.Ş.
yigit@toyotetsu.com.tr, ORCID: 0000-0001-8912-7267

Tamer KEPCELER

Yıldız Teknik Üniversitesi / Toyotetsu, Makine Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
kepceler@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9562-9327

Özet

20. Yüzyılın 2. Yarısından itibaren sanayide kullanımı başlayan ve her geçen yıl artmaya devam eden endüstriyel robotların enerji sarfiyatları üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Robot üreticileri daha az enerji harcayan robot modelleri çıkarmaktadırlar. Çalışmamızda “Endüstriyel Robotlarda Kol Geometrik Parametrelerinin Enerji Tüketimine Etkisi” isimli yüksek lisans tezinde ortaya koyduğumuz bulguların, bir otomotiv yan sanayi fabrikasında kullanılan endüstriyel robotlarla denemeleri yapılmıştır. Tez çalışmasında kullanılmayan farklı model robotlarda da denemeler yapılmıştır. Tez çalışmasında elde edilen sonuçlara birebir ulaşılamasa da tezde ortaya konan “Endüstriyel robotlarda kol geometrik parametrelerinin enerji sarfiyatına etkisi tasarım aşamasında alınacak tedbirlerle azaltılabilir” hipotezi doğrulanmıştır. Ayrıca yine tezde elde edilen “Robot ucunda yapılacak hafifleştirme çalışmalarının enerji tüketimine direkt etkisi” de yapılan denemelerde ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel robotlar, Enerji tasarrufu, Enerji sarfiyatı

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP WEIGHT AND ENERGY CONSUMPTION IN INDUSTRIAL ROBOTS

Abstract

Studies are carried out on the energy consumption of industrial robots, which started to be used in industry since the second half of the 20th century and continues to increase each year. Robot manufacturers are releasing robot models that consume less energy. In our study, the findings of the master's thesis named "The Effect of Arm Geometric Parameters on Energy Consumption in Industrial Robots" were tested with industrial robots used in an automotive supplier industry factory. Trials were also made on different model robots that were not used in the thesis study. Although the results obtained in the thesis study could not be reached exactly, the hypothesis of "The effect of arm geometric parameters on energy consumption in industrial robots can be reduced by measures to be taken during the design phase" has been confirmed. In addition, the "direct effect of lightening works to be done at the robot tip on energy consumption", which was also obtained in the thesis, was also revealed in the experiments.

Keywords: Industrial robots, Energy saving, Energy consumption.

1. GİRİŞ

ISO 8373 standartında, “Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, sabit veya hareketli olabilen, üç veya daha fazla programlanabilir eksene sahip, otomatik kontrollü, tekrardan programlanabilir çok amaçlı manipülatör” olarak robot tanımı yapılmıştır. Buradaki tekrardan programlanabilir ifadesi, fiziki değişimler olmaksızın programlaması yapılmış hareketleri veya yardımcı fonksiyonları değiştirilebilir anlamına gelirken, çok amaçlı olması fiziksel değişikliklerle farklı uygulamalara adapte edilebilme yeteneğini de ifade etmektedir. Robotlar genel ifade ile bir yazılım aracı üzerinden kontrol edilerek yararlı amaç için iş üreten karmaşık cihazlardır. Robotlar, programlanarak, taşıma veya yer ve yön

değiştirme işlemlerini gerçekleştirebilen sistemlerdir. Taşıma görevi, gövde boyutlarına kıyasla başka bir mesafeye hareket olarak ifade edilir. Manipülasyon ise, gövdenin pozisyonunda meydana gelen değişikliktir. Manipülatör, bir dizi eklemin birbirine bağlandığı bir dizi rijit kol içerir. Eklemlere motorlar takılmıştır. Robotlar, askeri alanda olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır.

Robotların tipik uygulamaları arasında tümü yüksek dayanıklılık, hız ve hassasiyetle elde edilen kaynak, boya, ütü, montaj, toplama ve yerleştirme, paketleme ve paletleme, parça inceleme ve kontrol sayılabilir. Endüstriyel robotlar, enerji açısından oldukça yoğundur ve endüstriyel robotların enerji tasarruflu kullanımı, üretim maliyeti üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Paes ve ark., 2014). Örneğin, endüstriyel robotların enerji tüketimi, üretim süreçlerinde tüketilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık % 8'idir. Ek olarak, robotlarda enerjinin optimal kullanımı, bir ürünün yaşam döngüsünün üretim aşamasında CO_2 emisyonunu en aza indirmede önemli bir rol oynar. Endüstriyel robotlar genellikle yüksek düzeyde enerji tüketimi gerektiren sürdürülebilir olmayan ekipman olarak görülür. Bu nedenle, endüstriyel robotların enerji tüketimindeki azalma, üretim sistemlerinin verimliliğini artırmak için önemlidir. Endüstriyel robotlar için enerji tüketiminin azaltılması farklı aşamalarda sağlanabilir: üretim planlama, rota belirleme ve optimizasyon aşaması. Optimizasyon aşamasında, enerji tasarruflu hareket planlama algoritması geliştirmek, endüstriyel robot işletim parametrelerini optimize etmek ve işlem programları, endüstriyel robotların enerji tüketimini azaltmak için kullanılan üç ana yöntemdir. Verimli bir yörünge planının elde edilmesi sadece yörünge elde edilmesine yardımcı olmak için kullanılan enterpolasyon işlevine değil, aynı zamanda yumuşak robot hareketini sağlayan robot aktüatörlerine de bağlıdır. Ek olarak, yörünge planlama algoritmalarının etkinliği, hem yörüngeyi robot tarafından gerçekleştirmek için gereken zaman hem de robotun fiziksel sınırlamaları ile sınırlıdır. Robotların avantajları şu şekilde ifade edilebilir:

- Robotlar, insan gücünün yapamayacağı zorluktaki işleri yaparlar.
- İşçilik maliyetini düşürürler.
- Tehlikeli veya çalışmaya elverişli olmayan yerlerde çalışırlar.
- Tekrarlı işlerde standart oluşturarak ürünler üzerinde aynı işlemleri yaparlar.
- Geri bildirimli veya geri bildirimli mekanik olarak çalışmaya devam ederler.
- İlk yatırım ve bakım maliyetleri yüksek olmasına rağmen en az işletme maliyetine sahiptirler.
- Yorulma ve dikkat dağınıklığı oluşmaz.
- Hem uzaktan hem de operatör tarafından kontrol edilebilirler.
- Tehlike anında koruma sağlayabilirler.
- Zaman alıcı ve basit işleri hızlı bir şekilde yaparak zaman tasarrufu sağlarlar.

Robotların dezavantajlarını ise şu şekilde ifade edebiliriz:

- İlk kurulum maliyetleri yüksektir.
- Programlamanın dışına çıkamazlar.
- Bakım ve onarım olduğunda duruşlar oluşur

2. MATERYAL VE METOD

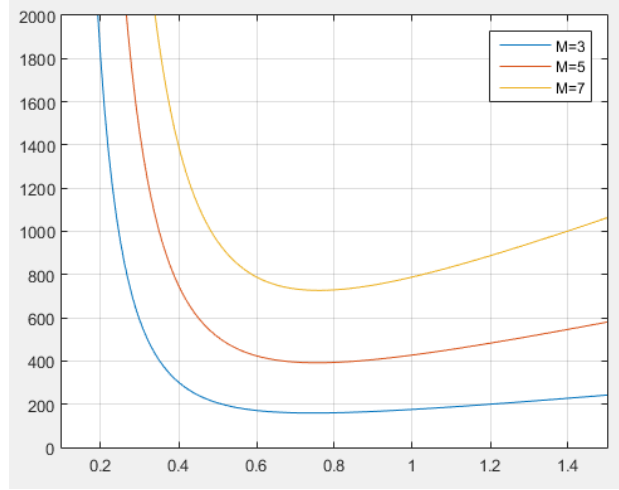
“Endüstriyel Robotlarda Kol Geometrik Parametrelerinin Enerji Tüketimine Etkisi” isimli yüksek lisans tezinde; UNIVERSAL firmasının UR10 tipi İşbirlikçi Robotu incelenmiştir. Gerek yenilikçi bir robot olması, gerekse de kol geometrisinin silindirik şekilde olmasından ötürü belirtilen robot tipi tez çalışması için tercih edilmiştir. 6 eksene sahip robot, 10 kg'lık yük taşıma kapasitesine sahiptir. Bütün mafsalları 360° dönebilen robotun toplam ağırlığı 28,9 kg'dır ve yapı çapı 1300 mm olan küresel bir çalışma alanına sahiptir. Tez çalışmasında uç ağırlığı olarak MATLAB programı vasıtasıyla 3, 5 ve 7 kg'lık yüklerle göre robotun harcadığı enerji hesaplanmış ve aşağıda şekilde değer ve grafik elde edilmiştir.

Tablo 1. Uç kütle değişiminin enerji sarfiyatındaki değişimi

Uç Kütle (kg)	3	5	7
Enerji değerleri (J)	240	580	1060

Uç kütesinin olmadığı durumda robot uzuvlarının sadece 7 Joule enerji sarfiyatı gerçekleştirdiği de tespit edilmiştir.

Tez çalışmasında elde edilen değerlerden sonra Toyotetsu Otomotiv Parçaları A.Ş. firmasında kullanılan aynı özelliklerdeki bir robotta da benzer denemeler yapılmıştır. İşbirlikçi robotta 6.eksene monte edilen ve kılavuz açma işlemini yapan tool yapısı toplam ağırlığı 7 kg'dır. Robota standart bir hareket senaryosu öğretilerek otomatik modda sürekli çalıştırılmıştır. İlk olarak üzerinde tool varken yaklaşık 14dk boyunca durmaksızın çalıştırılarak enerji tüketimi ölçülmüştür. Bu işlem sonrasında tool sökülerek aynı hareket senaryosu ile 14dk boyunca durmaksızın çalıştırılarak enerji tüketimi ölçülmüştür.



Şekil 1. Uç kütle değişiminin enerji sarfiyatındaki değişime etkisi

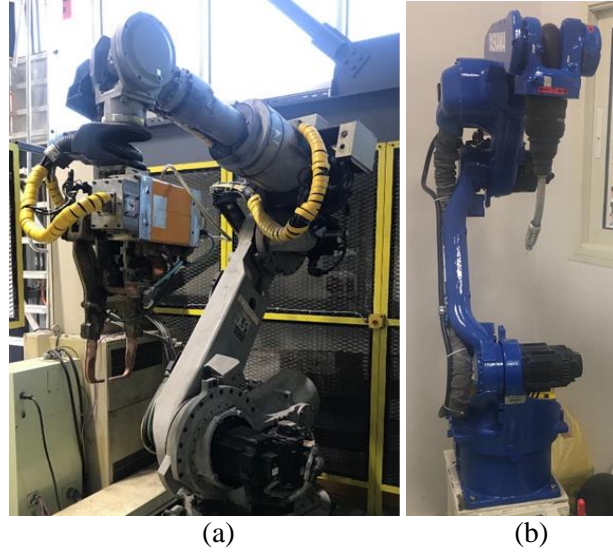
Bu şekilde Fluke 435-II - 3 Faz Kayıt Fonksiyonlu Güç Kalitesi Analiz Cihazı ile enerji tüketimleri ölçülmüş ve aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

- Tool varken saatlik tüketim 214 Wh
- Tool yokken saatlik tüketim 176 Wh



Şekil 2. İşbirlikçi Robot

Benzer işlemler firmada bulunan Yaskawa marka 165 kg taşıma kapasiteli Spot robotu ile 4 kg taşıma kapasiteli Ark robotunda da yapılmış ve farklı robot tiplerinde de uç ağırlığına göre enerji sarfiyatları ölçülmüştür.



Şekil3. (a) Yaskawa Spot robotu (b) Yaskawa Ark robotu

Punta kaynak robotunda 6.eksene monte edilen ve kaynak işlemini yapan Gun yapısı toplam ağırlığı trafosu ile birlikte 120 kg'dır. Üzerindeki trafo 56 kg'dır. Robota standart bir hareket senaryosu öğretilerek otomatik modda sürekli çalıştırılmıştır. İlk olarak üzerinde gun ve trafo varken yaklaşık 15dk boyunca durmaksızın çalıştırılarak enerji tüketimi ölçülmüştür. Bu işlem sonrasında Gun üzerindeki trafo sökülerek aynı hareket senaryosu ile 15dk boyunca durmaksızın çalıştırılarak enerji tüketimi ölçülmüştür. Son olarak gun ve trafo olmadan robot aynı hareket senaryosunda 15dk boyunca çalıştırılmıştır ve enerji tüketimi ölçülmüştür. Ölçümleri etkilememesi için gun açma kapatma hareketleri yapılmamıştır. Sadece yörüngesel hareketler yapılmıştır.

- Gun ve trafo varken saatlik tüketim 2982 Wh
- Gun varken ve trafo yokken saatlik tüketim 2728 Wh
- Gun ve trafo yokken saatlik tüketim 2548 Wh

Ark kaynak robotunda 6.eksene monte edilen ve kaynak işlemini yapan Torch yapısı toplam ağırlığı 4 kg'dır. Robota standart bir hareket senaryosu öğretilerek otomatik modda sürekli çalıştırılmıştır. İlk olarak üzerinde torch varken yaklaşık 10dk boyunca durmaksızın çalıştırılarak enerji tüketimi ölçülmüştür. Bu işlem sonrasında torch sökülerek aynı hareket senaryosu ile 10dk boyunca durmaksızın çalıştırılarak enerji tüketimi ölçülmüştür.

Torch varken saatlik tüketim 377 Wh

Torch yokken saatlik tüketim 372 Wh

Punta kaynak robotu, ark kaynak robotu ve kolaboratif robot ölçümleri özet olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tool ağırlığı ile kilogram başına enerji tüketimi oranı yapıldığında saatlik tüketim Punta kaynak robotunda 4,53Wh, ark kaynak robotunda 1,25Wh ve kolaboratif robotta 5,42Wh olarak bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda ölçülen değerler görülmektedir.

Tablo2. Enerji Tablosu

	Punta Kaynak Robotu			Ark Kaynak		Kolaboratif Robot		
	Gun ve Trafo Varken	Gun Varken Trafo Yokken	Gun ve Trafo Yokken	Torch Varken	Torch Yokken	Tool Varken	Tool Yokken	Tool Yokken Yük Bağlıyken
Tool Ağırlığı	120 kg	64 kg	0 kg	4 kg	0 kg	7 kg	0 kg	Tool 0 kg Yük 7kg
Ölçüm Süresi	13dk 30sn	14dk 35sn	14dk 9sn	10dk 30sn	10dk	14dk	14dk 20sn	14dk 20sn
Ölçüm Boyunca Enerji Tüketimi	671 Wh	663 Wh	601 Wh	66 Wh	62 Wh	50 Wh	42 Wh	43 Wh
Saatlik Enerji Tüketimi	2982 Wh	2728 Wh	2548 Wh	377 Wh	372 Wh	214 Wh	176 Wh	180 Wh
Saatlik Enerji Tüketim Farkı	+434 Wh	+180 Wh	-	+5 Wh	-	+38 Wh	-	+4 Wh
Kg Başına Saatlik Enerji Tüketim	4.53 Wh			1.25 Wh		5.42 Wh		

Fabrika genelindeki robotlarda tool ağırlığı azaltımının etkisini anlamak için proje bulgularına göre aşağıdaki şekilde hesap yapılır;

Fabrikadaki robotların parça üretiminde yaklaşık kaynak süresi 60 sn seviyesindedir. 60 sn boyunca robot fikstür üzerinde eksenel hareketler yaparak parçanın kaynak işlemini tamamlamaktadır.

Punta kaynak robotu kilogram başına 4.53 Wh enerji tükettiği göz önüne alındığında, robotun kilogram başına yıllık enerji tüketiminin 20,4 kWh olduğu hesaplanmıştır. Fabrika genelindeki 150 robotta 1'er kilogram tool azaltımı yıllık 3,06 MWh enerji kazancı sağlayacaktır. 1 kilogramlık ağırlık azaltımı çok az gibi görünmesine rağmen yıllık bazda ve tüm robotlarda ciddi enerji sarfiyatı gerçekleştirmektedir.

$$\frac{60 \text{ sn/parça} \times 900 \text{ parça/gün} \times 300 \text{ gün/yıl}}{3600 \text{ sn/saat}} = 4500 \text{ saat/yıl}$$

$$\frac{4500 \frac{\text{saat}}{\text{yıl}} \times 4.53 \text{ Wh}}{1000 \text{ W/kW}} = 20,4 \text{ kWh}$$

$$\frac{20.4 \text{ kWh} \times 150 \text{ robot}}{1000 \text{ kW/MW}} = 3,06 \text{ MWh/yıl}$$

3. SONUÇ

Yüksek Lisans çalışmasında elde edilen bulgular üzerine saha çalışmaları yapılmıştır. Robotların sadece kol kütlesi vasıtasıyla sarf ettiği enerji ile uç kütlesi eklendiğinde sarf ettiği enerji değerleri araştırılmıştır. Buna göre farklı robot modelleri için 120kg, 56kg, 7kg ve 4 kg 'lık tool ağırlıkları robot koluna eklendiğinde, enerji sarfiyatının yörüngeye bağlı olarak ne oranda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Tez çalışmasında elde edilen değerler ile birebir aynı çıkmasa da, uç kütlelerinin hafifletilmesi robotun daha az enerji harcamasını sağlayacaktır. Uç kütlelerinin değeri arttıkça robotun eksen torku arttığı, min. hareket sürelerinin uzadığı ve buna bağlı olarak enerji sarfiyatının arttığı tespit edilmiştir. Bu nedenle enerji tüketimini azaltmak için hafif malzeme kullanılarak ağırlıkların azaltılması önerilmektedir. Ayrıca çıkan sonuçlar ışığında, farklı işler yapan robot kolunun yaptığı işte ihtiyaç duyulan parametreye geçişinin yapılabilmesi enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Bu çalışmada, farklı tiplerdeki altı eksenli endüstriyel robotların ağırlık ile enerji tüketimi ilişkisi, fabrikada gerçek üretim koşullarında ölçülerek analiz edilmektedir. Literatürde teorik olarak oluşturulan

dinamik bir modeli doğrulamak, robotun enerji tüketimini ve dinamik davranışını analiz etmek için deneysel bir çalışma sunmaktadır. Ayrıca, robot çalışma parametrelerinin (yük ve hız) enerji tüketimi ve dinamik davranış üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Araştırma, simülasyon ve deneysel sonuçlar arasındaki karşılaştırmalı çalışmanın, modelin doğruluğunu artırmak ve simülasyon modelinin gerçek sistemi temsil ettiğini kanıtlamak için kullanılabileceğini göstermektedir. Hem simülasyon hem de deneysel sonuçlar, robot çalışma parametrelerinin endüstriyel robotun enerji tüketimini ve dinamik davranışını güçlü bir şekilde etkilediğini göstermektedir. Enerji verimliliği, üretimde, konforumuzda ve iş gücümüzde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi en doğru şekilde kullanmak, israf etmemektir. Aynı işi daha az enerji kullanarak yapmak ya da aynı enerji ile daha fazla iş yapmaktır. Enerji verimliliği, temelde enerjinin gereksiz kullanım sahalarını belirlemek, israfı minimum düzeye indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için yapılan çalışmalardır. Enerji arzının azaltılması veya kısıtlanması değildir. Kullanılan enerji miktarının değil, ürün başına tüketilen enerjinin azaltılmasıdır. Aynı işi yapabilecek farklı konfigürasyonlara sahip robot kolu ile enerji verimliliğinin artması sağlanabilir. Her konfigürasyon farklı enerji tüketimi gerektirir. Enerji tasarrufu sağlamak robot tool ağırlığının optimizasyonu gerekli görünmektedir.

4. TARTIŞMA

Robot uç ağırlığını hafifletecek tasarım ve yöntemlerin geliştirilmesi için yeni projeler üzerine çalışmalar yürütülecektir. Ayrıca tez çalışmasında çıkan sonuçlar ışığında, farklı işler yapan robot kolunun yaptığı işte ihtiyaç duyulan parametreye geçişinin yapılabilmesi enerji tasarrufu sağlayacaktır. Yapılan işe göre parametre değişimi yapılabilecek bir tasarım üzerine de çalışmalar yapılabilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmada Toyotetsu Otomotiv Parçaları A.Ş.'nin ekipmanları kullanılmıştır. Toyotetsu Otomotiv Parçaları A.Ş.'ye desteklerinden ötürü teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- Akdağ, M., (2008). "Design and Analysis of Robot Manipulators By Integrated CAE Procedures", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Engelmann, J., (2009). "Methoden und Werkzeuge zur Planung und Gestaltung Energieeffizienter Fabriken", Doktora Tezi, TU Chemnitz.
- Gregory, J., Olivares, A. ve Staffetti, E., (2014). "Energy-optimal Trajectory Planning For Robot Manipulators With Holonomic Constraints", Systems & Control Letters, 61(2), 2012, 279-291.
- Kurfess, T.R., (2005). "Robotics and Automation Handbook", CRC Press LLC, Florida, USA.
- Paes, K., Dewulf, W., Vander Elst, K., Kellens, K. ve Slaets, P., (2014). "Energy Efficient Trajectories For an Industrial ABB Robot", Procedia Cirp, 15, 2014, 105-110.
- Uzuner, S., (2012). "5 Eksenli Manipülörün Hareket Planlaması ve Kontrol Programının Oluşturulması", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

KRİYOJENİK İŞLEM SONRASI TEMPERLEME SICAKLIĞI, BEKLETME SÜRESİ VE SOĞUTMA ORTAMININ AL 7050-T7451 ALAŞIMININ SERTLİĞİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Onur ÖZBEK

Düzce Üniversitesi / Gümüşova Meslek Yüksekokulu / Makine ve Metal Teknolojileri
onurozbek@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8372-3487

Özet

Yüksek sertlik, korozyon direnci ve mekanik dayanıma sahip 7xxx serisi Alüminyum alaşımları uzay ve havacılık alanında önemli bir kullanıma sahiptir. 7050-T7451 alüminyum alaşımında Zn elementi yoğun olarak kullanıldığı için ısıtılabilir bir alüminyum alaşımıdır. Yaşlandırma sonrası sahip olduğu sertlik gibi mekanik özelliklerini talaşlı imalat ve kaynak esnasında oluşan ısı ile kaybetmektedir. Dolayısıyla şekillendirme kabiliyeti düşüktür. Bu nedenle ısıtılabilir işlemi tamamlayıcı özelliğe sahip kriyojenik işlem ile malzemenin ısı etkisi ile kaybettiği sertlik özelliği, bu çalışmada ile tekrar kazandırılmaya çalışılmıştır. -180°C’de 36 saat bekletilen 7xxx serisi Al alaşımı 3 ve 24 saatlik bekletme sürelerinde 150, 225 ve 300 °C’de temperleme işlemine tabi tutulmuştur. Temperleme işlemi sonrası numuneler havada, suda ve yağda soğutulmuştur. 500 gram yük altında 10 saniye bekletme ile mikro sertlik ölçümleri yapılmıştır. Deney sonuçları Taguchi metodu kullanılarak istatistiksel olarak incelenmiştir. Taguchi sonrasında ANOVA ile Varyans Analizi yapılmıştır. Yapılan deneyler ve Varyans Analizi neticesinde 7050-T7451 alüminyum alaşımının kriyojenik işlem sonrası en uygun koşulların bekletme süresi olarak 3 saat, bekletme sıcaklığı olarak 150 °C ve soğutma ortamı olarak havada soğutma olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Al 7050-T7451, Kriyojenik işlem, Mikro sertlik, Deney tasarımı, Temperleme

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF TEMPER TEMPERATURE, HOLDING TIME AND COOLING ENVIRONMENT ON THE HARDNESS OF AL 7050-T7451 ALLOY AFTER CRYOGENIC PROCESSING

Abstract

7xxx series Aluminum alloys with high hardness, corrosion resistance and mechanical strength have an important use in aerospace. Since Zn element is used extensively in 7050-T7451 aluminum alloy, it is an aluminum alloy that can be heat treated. It loses its mechanical properties such as hardness after aging with the heat generated during machining and welding. Therefore, its forming ability is low. For this reason, the hardness of the material, which was lost by the effect of heat, was tried to be regained in this study with the cryogenic process, which has the feature of complementary to the heat treatment. The 7xxx series Al alloy, which was kept at -180°C for 36 hours, was tempered at 150, 225 and 300 °C at 3 and 24 hours. After the tempering process, the samples were cooled in air, water and oil. Microhardness measurements were carried out by holding for 10 seconds under 500 grams of load. The experimental results were analyzed statistically using the Taguchi method. After Taguchi, Variance Analysis was performed with ANOVA. As a result of the experiments and Analysis of Variance, it was determined that the optimum conditions for 7050-T7451 aluminum alloy after cryogenic treatment were 3 hours as a holding time, 150 °C as a holding temperature and air cooling as a cooling medium.

Keywords: Al 7050-T7451, Cryogenic treatment, Microhardness, Experimental design, Tempering

1. GİRİŞ

Diğer pek çok alüminyum alaşımına nazaran yüksek sertlik ve dayanıma sahip Al 7050-T7451 malzemesi özelliklerinden ötürü uzay ve havacılık alanında önemli bir kullanıma sahiptir. 7xxx serisi, Al elementinin yanında Zn, Cu elementlerinin yoğun olarak kullanılması nedeniyle ısıtılabilir bir alüminyum alaşımıdır (Yılmaz, 2011). Alüminyum alaşımlarına ısıtılabilir işlem uygulamak yani yaşlandırmaya maruz bırakmak malzemenin sertliğini artırmasına rağmen artık gerilme, kafes yapısı bozulmaları gibi mikro yapısal bozulmalara neden olmaktadır (Weng vd., 2021). Bu olumsuz etmenlerde alüminyum alaşımının mekanik özelliklerini düşürmektedir. Özellikle düşük yoğunluklarına

rağmen yüksek mukavemetli olmaları nedeniyle tercih edilen alüminyum alaşımlarının ısıya bu kadar duyarlı olmaları onların talaşlı imalat ile şekillendirilebilmeleri ya da kaynak ile birleştirilebilmelerini güçleştirmektedir. Talaşlı imalat esnasında kesici takım sürtünmesi nedeniyle oluşan ısı ve kaynaklı birleştirmenin özü olan ısı bu tarz alüminyum alaşımlarının işlenebilirliğini düşürmektedir.

Alüminyum alaşımlarının mekanik özelliklerini korumak ve daha sağlam kaynak yapabilmek için tercih edilen sürtünme karıştırma kaynak yönteminde (Çevik *vd.*, 2012; Çevik *vd.*, 2016; Vasudevan *vd.*, 2019) yada sürtünme kaynağı yönteminde (Praveen Raj Navukkarasan *vd.*, 2021) oluşan ısının kaynak bölgesinde olumsuz etkileri pek çok çalışmada rapor edilmiştir. Alüminyum alaşımlarında ısı nedeniyle meydana gelen olumsuz mekanik özellikleri araştıran çalışmalarda mevcuttur. 7075-T6 alüminyum alaşımının farklı süre ve sıcaklıklarda temperlemeye maruz bırakıldığı çalışmada; temperleme süresinin ve sıcaklığının artışı ile aşırı yaşanmaya maruz kalan alaşımda çöktillerin kabalaştığı ve tüm mekanik özellikler ile birlikte sertlik değerlerinde de aşırı düşüş olduğu bildirilmiştir (Demirel ve Karaağaç, 2019).

Kriyojenik işlemin ise; özellikle çelik ve türevi malzemelere uygulandığında, mekanik özellikleri iyileştirdiği bilinen bir gerçektir (Kara ve Takmaz, 2019; El *vd.*, 2021; Kara, 2021). Ayrıca araştırmacılar metallere artan mekanik özelliklerinden etkilenip çoğunluğu tungsten karbür olan kesici takımlar üzerinde de kriyojenik işlemi denemişlerdir (Özbek *vd.*, 2014; Özbek *vd.*, 2016; Özbek *vd.*, 2016; Özbek, 2020). Sıcaklık nedeniyle düşen mekanik özellikleri engellemek için AZ31B malzemesine yapılan sürtünme karıştırma kaynağı esnasında kriyojenik etki oluşturması için kaynak bölgesine sıvı azot püskürtülmüştür (Rathinasuriyan ve Sankar, 2021). Ortam ısının düşmesi neticesinde bu farklı çalışmada kaynak bölgesindeki sertlik değerinin azotsuz yapılan değerlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Kriyojenik işlemi tamamlayıcı olan temperleme işleminin artık gerilmeleri giderdiği ve kriyojenik işlemin etkisini artırdığına yönelik çalışmalar da mevcuttur (Bensely *vd.*, 2008). Diğer pek çok malzeme türü için kriyojenik işlem sonrası temperlemenin etkisi incelenirken (Dhokey ve Nirbhavne, 2009), alüminyum alaşımlarına kriyojenik işlem sonrası uygulanan temperleme işleminin malzemenin mekanik özelliklerine etkisine dair çalışma bulunmamaktadır.

Bilimin pek çok dalında deneysel sonuçların doğruluğunu analitik olarak kanıtlamak için (Özbek *vd.*, 2016; Özbek, 2021;), deney yapılan tüm numunelerin tahribatlı muayeneler sonucu kaybedilmesi durumunda ya da deney sayılarının çok fazla olduğu durumlarda Taguchi gibi deney tasarımı yöntemlerine başvurulmaktadır. Ayrıca seçilen deney parametrelerinin, çıktılar üzerine etkilerinin oranını sayısal olarak ortaya koyabilmek için Varyans Analizine başvurulmaktadır (Özbek, 2021).

Bu çalışmada yüksek sertlik, korozyon direnci ve mekanik dayanıma sahip Al 7050-T7451 alaşımının daha sert değerlerde olabilmesi amacıyla kriyojenik işlem sonrası farklı koşullarda temperleme işlemleri denenmiştir. Yapılan deneysel çalışmaların analitik olarak incelenebilmesi ve temperleme koşullarının katkı düzeylerinin daha net görülebilmesi için de Taguchi yöntemi ile deney tasarımı, ANOVA ile de Varyans Analizi yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Deney Malzemesi

Deneysel çalışmalarda kullanılan Al 7050-T7451 malzemesinin kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Al 7050-T7451 malzemesinin kimyasal bileşimi

Element	Zn	Cu	Cr	Mg	Fe	Mn	Si	Ti	Zr	Al
%	6,3	2,5	0,04	2,4	0,15	0,1	0,12	0,06	0,03	88,3

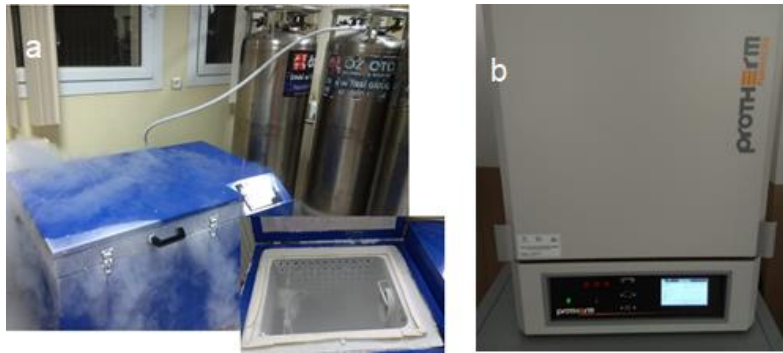
5mm kalınlığındaki malzeme testere ile kesilerek 5x10x50 mm ölçülerine getirilmiştir. Şekil 1'de görülen deney planına göre numuneler hazırlanmıştır.

Deney No	Temperleme Süresi	Temper Sıcaklığı	Soğutma Ortamı	Deney No	Temperleme Süresi	Temper Sıcaklığı	Soğutma Ortamı
1		Ham Numune		11	Kriyojenik işlem Uygulanmış Tempersiz Numune		
2	3 Saat	150 °C	Hava	12	24 Saat	150 °C	Hava
3		150 °C	Su	13		150 °C	Su
4		150 °C	Yağ	14		150 °C	Yağ
5		225 °C	Hava	15		225 °C	Hava
6		225 °C	Su	16		225 °C	Su
7		225 °C	Yağ	17		225 °C	Yağ
8		300 °C	Hava	18		300 °C	Hava
9		300 °C	Su	19		300 °C	Su
10		300 °C	Yağ	20		300 °C	Yağ

Şekil 1. Deney planı

2.2. Kriyojenik İşlem ve Temperleme

Hazırlanan numuneler Şekil 2-a'da görülen kriyojenik işlem tankında dakikada 3 °C hızla -180 °C'de 36 saat süresince kriyojenik işleme tabi tutulmuştur. PLC kontrollü kriyojenik işlem tankı, sıvı azotu gaz haline dönüştürüp sıvı birikmesi yapmadan kriyojenik işlem yapmaya olanak sağlamaktadır. Böylece sıvı azot ile temas etmeyen numunelerde mikro çatlak oluşumu, çarpılma gibi olumsuzluklar görülmemektedir. Kriyojenik işlem tankında ısı -180 °C'den oda sıcaklığına yükseltirken çarpılmaları önlemek için yine aynı hızla (dakikada 3 °C) yükseltilmiştir.



Şekil 2. Kriyojenik işlem a-) Kriyojenik işlem tankı b-) Isıl işlem fırını

Kriyojenik işlem sonrası oda sıcaklığına getirilen numuneler Şekil 2-b'de görülen ısıl işlem fırında 150 °C'de 36 saat süreyle ısıl işlem görür. Isıl işlem sonrası numuneler Şekil 1'de verilen deney planına göre suda ve yağda ani soğutma ya da havada soğumaya bırakma işlemlerine tabi tutulmuşlardır.

2.3. Sertlik Ölçümü

Temperleme işlemi sonrası tüm numunelerin sertliği Şekil 3'de görülen Bulut marka mikro sertlik cihazında ölçülmüştür. Sertlik ölçümleri 500 gr yük altında 10 saniye bekleme süresinde gerçekleştirilmiştir. Tüm numuneler farklı bölgelerden 10'ar kez ölçülmüş en yüksek ve en düşük değerler atılıp kalan değerlerin ortalamaları alınmıştır.

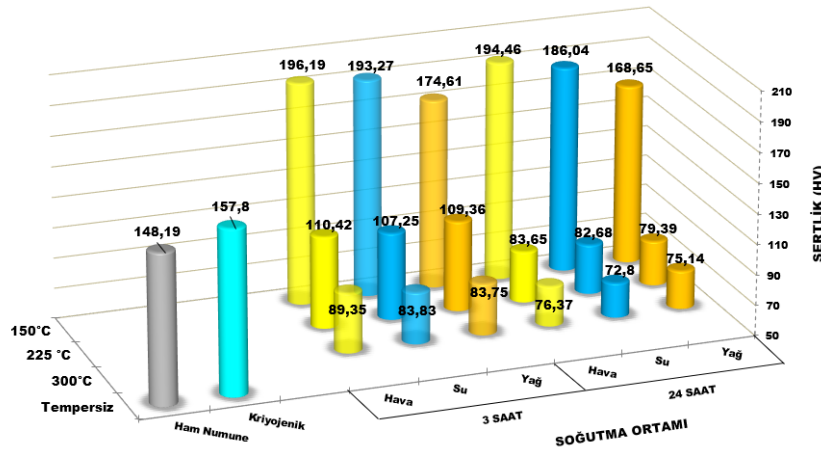


Şekil 3. Mikro sertlik ölçümü

3. BULGULAR

3.1. Sertlik

Al 7050-T7451 alaşımının derin kriyojenik işlem sonrası farklı süre ve sıcaklık değerlerinde temperlenmesinin ardından hava, su ve yağda soğutulması sonucu malzemelerin sertlik değişimleri Şekil 4’de verilmiştir. Ham numunenin sertlik değeri 148,19 HV iken -180°C’de 36 saat bekletilmesinin ardından temperlenmemiş hali ile de sertliğinin %6,48’lik bir artış ile 157,8 HV değerine yükseldiği görülmüştür. Kriyojenik işlemin tamamlayıcısı olan temperleme işlemi 18 farklı koşul altında gerçekleştirilen ısıl işlemler sonucunda en yüksek sertlik değeri 150 °C’de 3 saat sonunda havada bekletme koşulunda elde edilmiştir. Bu parametrelerde uygulanan ısıl işlem sonucunda ham numuneye kıyasla malzemenin sertliği %32,4 artış ile 196,19 HV değerine ulaşmıştır. Kriyojenik işlem sonrası 225°C’de ve 300°C’de bekletme süresi ve soğutma ortamı gözetmeksizin yapılan tüm temperleme işlemlerinde ham numuneden daha düşük sertlik değerleri ölçülmüştür. Bunun sebebinin aşırı yaşlandırma olduğu düşünülmektedir (Demirel ve Karaağaç, 2019). Her üç soğutma ortamında da artan temperleme sıcaklığı ile birlikte numunenin sertlik değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Her üç temperleme sıcaklığında da en yüksek sertlik değerleri havada soğutma ile elde edilmiştir.



Şekil 4. Mikro sertlik ölçümü

3.2. Optimizasyon

Optimum temperleme koşullarını belirlemek için deneyler, tam faktör olarak karışık tip seçeneği sunan Taguchi $L_{18} (2^1 \times 3^2)$ deney tasarımına göre dizayn edilmiştir. Deney tasarımı ve sinyal gürültü (S/N) oranları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Taguchi L₁₈ (2¹x3²) deney tasarımı, sertlik değerleri için S/N oranları

Deney No	Bekletme Süresi (s)	Soğutma Ortamı	Temper Sıcaklığı (°C)	Sertlik (HV)	SNRA1
1	3	Hava	150	196,19	45,85
2	3	Hava	225	110,42	40,86
3	3	Hava	300	89,35	39,02
4	3	Su	150	193,27	45,72
5	3	Su	225	107,25	40,61
6	3	Su	300	83,83	38,47
7	3	Yağ	150	174,61	44,84
8	3	Yağ	225	109,36	40,78
9	3	Yağ	300	83,75	38,46
10	24	Hava	150	194,46	45,78
11	24	Hava	225	83,65	38,45
12	24	Hava	300	76,37	37,66
13	24	Su	150	186,04	45,39
14	24	Su	225	82,68	38,35
15	24	Su	300	72,8	37,24
16	24	Yağ	150	168,65	44,54
17	24	Yağ	225	79,39	38
18	24	Yağ	300	75,14	37,52

Çalışmanın amacına uygun olarak en yüksek sertlik değerlerine göre koşulların belirlenebilmesi için seçilen “en yüksek en iyi” fonksiyonu da Eşitlik 1’de verilmiştir.

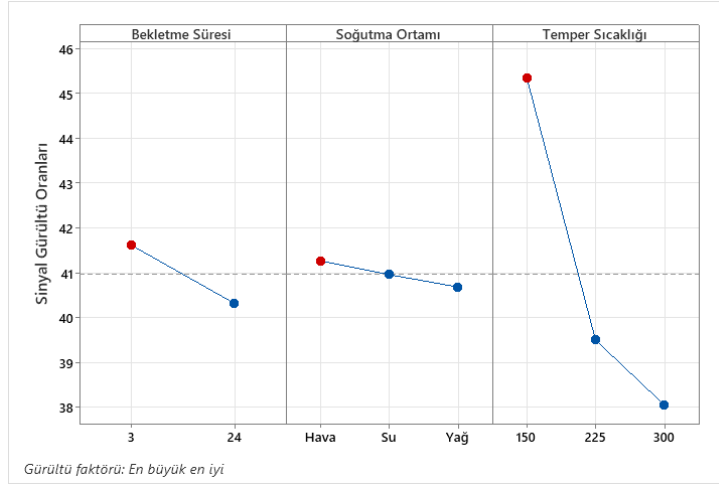
$$\frac{S}{N} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (1)$$

Tablo 3’de ise yapılan deneyler sonucunda en yüksek sertlik değerlerinin elde edilebileceği koşulları gösteren S/N yanıt tablosu verilmiştir. S/N yanıt tablosunda Al 7050-T7451 alaşımının kriyojenik işlem sonrası sertliğine en fazla etki eden faktörün temperleme sıcaklığı ardından bekletme süresi olduğu görülmektedir.

Tablo 3. S/N yanıt tablosu En yüksek en iyi

Seviye	Bekletme Süresi	Soğutma Ortamı	Temper Sıcaklığı
1	41,62	41,27	45,35
2	40,32	40,96	39,51
3	-	40,69	38,06
Delta	1,30	0,58	7,29
Sıralama 2		3	1

Şekil 5’de Al 7050-T7451 alaşımının sertlik değerlerini artırmak için kullanılan kontrol faktörlerinin değişimi görülmektedir. Şekil 6’da kontrol faktörü olarak belirlenen sırası ile bekletme süresi, soğutma ortamı ve temperleme sıcaklarının optimum seviyeleri kırmızı ile işaretlenmiştir. Buna göre maksimum sertlik değeri için bekletme süresinin 3 saat, soğutma ortamının hava ve temperleme sıcaklığının da 150 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Sertlik için S/N oranları ana etki grafiği

3.3. ANOVA ile Varyans Analizi

Kriyojenik işlem sonrası Al 7050-T7451 alaşımının daha sert değerlerde olabilmesi amacıyla belirlenen temperleme işlemi değişkenlerinin optimum seviyelerini belirlemek ve katkı oranlarını görebilmek için yapılan Varyans Analizi sonuçları Tablo 4’de görülmektedir. Kriyojenik işlem sonrası temperleme için belirlenen koşullardan bekleme süresinin Al 7050-T7451 alaşımının sertliğinin artmasına etkisi %2,26, soğutma ortamının etkisi %0,73 ve temperleme sıcaklığının etkisi %95,16 olarak tespit edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; bekleme süresi ve soğutma ortamının Al 7050-T7451 alaşımının sertliğine çok az etki ettiği ancak temperleme sıcaklığının çok yüksek oranda etki ettiği söylenebilir.

Tablo 4. Sertlik değerleri için ANOVA tablosu

Kontrol Faktörü	Serbestlik	Kareler	Kareler	F	P	PCR (%)
	Derecesi	Toplamı	Ortalaması			
	(DF)	(SS)	(MS)	Değerleri	Değerleri	Katkı Oranları
Bekletme Süresi	1	922,4	922,4	14,59	0,002	2,26
Soğutma Ortamı	2	298,4	149,2	2,36	0,137	0,73
Temper Sıcaklığı	2	38882,3	19441,1	307,55	0,000	95,16
Hata	12	758,6	63,2			1,85
Toplam	17	40861,6				100

4. SONUÇ

Bu çalışmada yüksek sertlik, korozyon direnci ve mekanik dayanıma sahip Al 7050-T7451 alaşımının sertliğinin artırılması amacıyla kriyojenik işlem sonrası farklı koşullarda temperleme işlemleri uygulanmıştır. Yapılan deneysel çalışmaların analitik olarak incelenebilmesi ve temperleme koşullarının katkı düzeylerinin daha net görülebilmesi için de Taguchi yöntemi ile deney tasarımı ve ANOVA ile Varyans analizi yapılmıştır. Çalışma sonrası elde edilen veriler aşağıda sıralanmıştır.

- Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda 148,16 HV sertliğindeki ham numuneye -180 °C de 36 saat süre ile derin kriyojenik işlem uygulandığında numunenin sertliği %6,48 artış ile 157,8 HV değerine ulaşmıştır.
- Kriyojenik işlem sonrasında farklı koşullarda gerçekleştirilen temperleme işlemlerinde en yüksek sertlik değerine 150°C temperleme sıcaklığında 3 saat bekletildikten sonra havada soğutulan numune ile ulaşılmıştır. Numunenin sertliği ham numuneye oranla %32,4 artmış ve 196,19 HV’ye ulaşmıştır.
- Taguchi L₁₈ (2¹x3²) deney tasarımına göre en yüksek sertlik değeri için optimum koşulların 150°C temperleme sıcaklığında 3 saat bekletildikten sonra havada soğutulması olduğu tespit edilmiştir. Aynı koşullar için Taguchi programının yapmış olduğu sertlik tahmini de 197,36 HV’dir.
- Yapılan Varyans Analizi sonucunda kriyojenik işlem sonrası temperleme için belirlenen koşullardan bekleme süresinin Al 7050-T7451 alaşımının sertliğinin artmasına etkisinin %2,26,

soğutma ortamının etkisinin %0,73 ve temperleme sıcaklığının etkisinin %95,16 olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Bensely, A. vd. (2008) “Effect of cryogenic treatment on distribution of residual stress in case carburized En 353 steel”, *Materials Science and Engineering A*, 479(1–2), ss. 229–235. doi: 10.1016/j.msea.2007.07.035.
- Çevik Bekir, Özçatalbaş Yusuf, U. İ. (2012) “7075 Alüminyum Alaşımının Sürtünme Karıştırma Kaynağı ile Birleştirilmesi”, içinde. Ankara: International Conference on Welding Technologies and Exhibition.
- Çevik Bekir, Ö. Y. ve Gülenç, B. (2016) “Friction Stir Welding of 7075-T651 Aluminium Alloy”, *Praktische Metallographie/Practical Metallography*, 53(1), ss. 6–23. doi: 10.3139/147.110363.
- Demirel, M. Y. ve Karaağaç, İ. (2019) “7075-T6 Alaşımının Mikroyapı ve Mekanik Özelliklerine Tavlama İşleminin Etkisinin Deneysel Olarak Araştırılması”, *Journal of Polytechnic*, 0900(2), ss. 283–289. doi: 10.2339/politeknik.534322.
- Dhokey, N. B. ve Nirbhavne, S. (2009) “Dry sliding wear of cryotreated multiple tempered D-3 tool steel”, *Journal of Materials Processing Technology*, 209(3), ss. 1484–1490. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2008.03.069.
- El Enes, Kara Fuat, Ö. O. (2021) “Researching the Effect of Shallow Cryogenic Treatment on the Metallurgical Features of Slepner Cold Work Tool Steel”, 7(2), ss. 111–120.
- Kara, F. (2021) “Derin Kriyojenik İşlemin Kalıntı Gerilme ve Kalıntı Östenit Üzerindeki Etkisinin Araştırılması Investigation of the Effect of Deep Cryogenic Process on Residual Stress and Residual Austenite”, 7(2), ss. 3–11.
- Kara, F. ve Takmaz, A. (2019) “Optimization of cryogenic treatment effects on the surface roughness of cutting tools”, *Materials Testing*, 61(11), ss. 1101–1104. doi: 10.3139/120.111427.
- Özbek, N. A. vd. (2014) “Investigation of the effects of cryogenic treatment applied at different holding times to cemented carbide inserts on tool wear”, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 86, ss. 34–43. doi: 10.1016/j.ijmachtools.2014.06.007.
- Özbek, N. A., Çiçek, A., Gülesin, M., vd. (2016) “Application of Deep Cryogenic Treatment to Uncoated Tungsten Carbide Inserts in the Turning of AISI 304 Stainless Steel”, *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 47(12), ss. 6270–6280. doi: 10.1007/s11661-016-3767-1.
- Özbek, N. A., Çiçek, A., Gülesin, M., vd. (2016) “Effect of cutting conditions on wear performance of cryogenically treated tungsten carbide inserts in dry turning of stainless steel”, *Tribology International*, 94, ss. 223–233. doi: 10.1016/j.triboint.2015.08.024.
- Özbek, N. A. (2020) “Kaplama Tungsten Karbür Takımlar Üzerine Uygulanan Kriyojenik İşlemin AISI H11 Çeliğinin İşlenebilirliği Üzerine Etkilerinin Araştırılması”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), ss. 278–292.
- Özbek, N. A. (2021) “Optimization of flank wear and surface quality in the turning of 1.2343 tool steel using carbide tools coated via different methods”, *Surface Topography: Metrology and Properties*, 9(2), s. 025028. doi: 10.1088/2051-672x/abfd06.
- Özbek, N. A., Özbek, O. ve Kara, F. (2021) “Statistical Analysis of the Effect of the Cutting Tool Coating Type on Sustainable Machining Parameters”, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30(10), ss. 7783–7795. doi: 10.1007/s11665-021-06066-8.
- Özbek, O. ve Özbek, N. A. (2016) “Sertleştirilmiş A1S1 4140 Çeliğinin Tornalanmasında Taguchi Yöntemi Kullanılarak Yüzey Pürüzlülüğü İçin Kesme Parametrelerinin Optimizasyonu”, *Journal of Advanced Technology Sciences ISSN:2147-3455*, 5(3), ss. 0–7.
- Praveen Raj Navukkarasan, A. vd. (2021) “Experimental Investigation of Dry and Cryogenic Friction Stir Welding of AA7075 Aluminium Alloy”, *Advances in Materials Science and Engineering*, 2021, ss. 1–21. doi: 10.1155/2021/9961590.
- Rathinasuriyan, C. ve Sankar, R. (2021) “Wear and Corrosion Behavior of Cryogenic Friction Stir Processed AZ31B Alloy”, *Journal of Materials Engineering and Performance*, (Ref 19). doi: 10.1007/s11665-021-05636-0.
- Vasudevan, N. vd. (2019) “Mechanical properties of cryogenically treated AA5083 friction stir welds”, *Materialpruefung/Materials Testing*, 6(12), ss. 1129–1134. doi: 10.3139/120.111430.
- Weng, Z. vd. (2021) “Cryogenic thermal conductivity of 7050 aluminum alloy subjected to different heat treatments”, *Cryogenics*, 116(March), s. 103305. doi: 10.1016/j.cryogenics.2021.103305.
- Yılmaz, H. (2011) “AA5754 ve AA6061 alaşımlarının sürtünme karıştırma kaynak yöntemiyle birleştirilebilirliğinin incelenmesi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon*, (July),.

GAZİANTEP BEY MAHALLESİ GELENEKSEL KONUT DOKUSUNUN İNCELENMESİ: ABDÜLKADİR KİMYA EVİ ÖRNEĞİ

Meltem ÇILGIN

Yıldız Teknik Üniversitesi / Mimarlık Fakültesi / Mimarlık Bölümü
meltemcilgin93@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3917-8319

Banu ÇELEBİOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi / Mimarlık Fakültesi / Mimarlık Bölümü
banu.celebioglu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2127-3596

Özet

Geleneksel yapılar, yer aldıkları coğrafya ve dönemin yapı biçimlerini, yapım tekniklerini, teknolojisini, yapı malzemelerini ve döneminin kültürel değerlerini de aktarır. Bu nedenle geleneksel mimari korunmalı, anlamaya çalışılmalı, belgelenmeli ve gelecek kuşaklara aktarılmalıdır. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda çalışma konusu olarak seçilen yapı, yer aldığı coğrafyada özgün plan şeması, yapım tekniği, malzeme özellikleri, enderlik değeri, bütünlüğünü koruması, dönemini temsil etmesi bakımından; belge, anı ve estetik değerleri olan, Gaziantep'in toplumsal ve kültürel tarihine ışık tutmaktadır. Gaziantep'in geleneksel konut mimarisinde önemli bir yere sahip bu yapının öncelikle belgelenmesi, tarihsel sürecinin ortaya çıkarılması ve analogik çalışmalar doğrultusunda restitüsyon ve restorasyon yöntemlerinin geliştirilmesi, çağdaş müdahaleler ve eklerle yapının günümüz koşullarına en uygun hale getirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, Bey mahallesinde bulunan Abdülkadir Kimya Evi'nin bulunduğu yerleşim yerindeki benzer tipolojideki yapıların incelenmesini, analogi çalışmalarının yapılmasını, yapının mevcut durumunun ve yapılan çalışmalar neticesinde korunması gereken detaylarının tespitini, restitüsyon ve restorasyon projelerinin oluşturulmasını kapsamaktadır. Çalışmada yer alan çizimler için geleneksel rölöve teknikleri ve fotoğrafla belgeleme yöntemleri kullanılmıştır. Bilgisayar yazılımı aracılığıyla çizimler dijital hale dönüştürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel Antep Evleri, Koruma, Restorasyon.

Investigation of Traditional Housing Pattern in Gaziantep Province Bey Neighborhood: A Case of Abdülkadir Kimya House

Abstract

Traditional buildings convey to us the geography they are located in and the building styles of the period, construction techniques, technology, building materials and the cultural values of the period. For this reason, traditional architecture should be preserved, tried to be understood, benefited from, documented and transferred to future generations. As a result of the literature research, the structure chosen as the subject of the study is located in the geography; original plan scheme, construction technique, material properties, rarity value, preservation of integrity, representing the period; It is a structure that has documents, memories and aesthetic values and sheds light on the social and cultural history of Gaziantep. It is aimed to document this building, which has an important place in the traditional residential architecture of Gaziantep, to reveal its historical process, to develop restitution and restoration methods in line with analogical studies, and to make the building most suitable for today's conditions with modern interventions and additions. This study covers the examination of structures with similar typology in the settlement where Abdülkadir Kimya House is located in Bey neighborhood, making analogy studies, determining the current state of the building and the details that need to be preserved as a result of the studies, and creating restitution and restoration projects. Traditional survey techniques and photographic documentation methods were used for the drawings in the study. Drawings were digitized by computer software.

Keywords: Traditional Antep Houses, Conservation, Restoration.

1. GİRİŞ

Türkiye'nin Güneydoğu Bölgesi'nde yer alan, günümüzde gelişmiş sanayisiyle ön plana çıkan Gaziantep, kuzeyde Kahramanmaraş ve Adıyaman, doğuda Şanlıurfa, batıda Osmaniye, güneyde Kilis ve Hatay illeri ile komşudur. Kentin, üçü merkez ilçe (Oğuzeli, Şahinbey ve Şehitkamil) olmak üzere toplam dokuz ilçesi bulunmaktadır. Bunlar; Araban, İslahiye, Karkamış, Nizip, Nurdağı, Oğuzeli, Yavuzeli, Şahinbey ve Şehitkamil ilçeleridir. Sanayisi ve iş olanaklarından dolayı çevre illerden hızla göç alan kentin, 2019 yılı adrese dayalı nüfus sayımına göre nüfusunun 2.069.364 kişi olduğu bilinmektedir (TÜİK, 2019)

Gaziantep; Akdeniz ve Mezopotamya coğrafyalarının arasında yer alması ve önemli bir kavşak noktası olmasından dolayı tarih boyunca önemli yerleşimlere ev sahipliği yapmıştır. Beylikler döneminden günümüze ulaşan birkaç yapı olsa da bugünkü tarihi kent merkezini oluşturan çoğu yapının Osmanlı dönemine tarihlendiği bilinmektedir. Osmanlı egemenliğinde olan kentte, Birinci Dünya Savaşı'nın kaybedilmesiyle işgaller başlamıştır. Halkın göstermiş olduğu direniş sonrasında işgalden kurtulan Antep'e 8 Şubat 1921 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından "Gazi" unvanı verilmiştir. Kurtuluş müdafaası esnasında birçok kültür varlığı yok olmuş, şehir büyük hasarlara maruz kalmıştır (Foto. 1.)



Foto. 1. Kurtuluş Savaşı sonrası Antep Kalesi (Salt Araştırma, Ali Saim Ülgen Arşivi)

Sivil mimarlık ürünlerinin önemli bir yer tuttuğu tarihi dokuda, herhangi bir sebeple yok olan yapılar belgelenmemiş ise maalesef geri getirmek mümkün olmamaktadır. Bu amaçtan yola çıkılarak bu çalışma; herhangi bir belgeleme çalışması yapılmamış olan bu yapı için, rölöve, restitüsyon ve restorasyon projelerinin hazırlanmasını, yapının fotoğraflarla ve çizimlerle belgelenmesini, bulunduğu alanda benzer tipolojideki yapıların incelenmesini ve yapının gelecek kuşaklara doğru müdahaleler ile ulaşmasını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

2. GAZİANTEP'TE MAHALLE OLUŞUMU VE BEY MAHALLESİ

Bizans İmparatoru I. Justinianus zamanında (527-565), Antep Kalesi'nin yapıldığı ve ilk yerleşimlerin kale etrafında olduğu bilinmektedir (GÜLLÜ, 2009) Zamanla kale ve etrafındaki ana yol aksları üzerinde binalar yapılmış, mahalleler bu doğrultularda gelişme göstermiştir. Kale merkez olmak üzere yerleşimler kalenin etrafında organik bir şekilde gelişmiştir (Foto. 2.)



Foto. 2. Antep kalesi ve etrafında gelişen organik yerleşim dokusu (Salt Araştırma, Ali Saim Ülgen Arşivi)

Kentin geleneksel dokusunun oluşumunda; bir su kaynağı olarak Alleben Deresi'nin varlığı, tarım yapılan araziler, şehre göç eden Türk boyları ve azınlıkların (Ermeniler ve diğerleri) şehrin farklı mahallelerine yerleşmesi, içme suyunun dağıtımı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan mekânsal oluşumlar, savunma yapısı olan kale ve bu noktaya yakın ticari işlevli yapılar (han, çarşı vb.) başlıca etmenlerdir. Kent yıllar içerisinde ticari kapasitesini ve nüfusunu giderek artırmıştır. Osmanlı döneminde özellikle XVII. yüzyıl şehir dokusunun daha da gelişmeye başladığı bir dönemdir. Bu dönemde kentte çok sayıda han, hamam, cami, medrese yapıları inşa edilmiştir. XIX. yüzyılın ikinci yarısından itibaren ise azınlıkların şehrin imar faaliyetlerinde önemli rol oynadıklarını söylemek mümkündür. XIX. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gerek Ermeniler sayesinde ticaretin ve ticari yapıların artmasıyla, gerekse bu dönemde Amerikalı misyonerlerin önderliğinde özellikle Ermeniler için eğitim ve kilise binalarının yapılmasıyla şehirde fiziki olarak bir gelişme meydana gelmiştir (UĞUR, 2004)

Bey mahallesi, yoğun olarak azınlıkların (Ermeni) yaşadığı bilinen mahallelerdendir. Kayacık bölgesi (Bey Mahallesi) XI.-XIV. yüzyıllarda şehre dışarıdan getirilen toplulukların yerleştirilmesiyle oluşmuştur (GÜL, 2005). XVI. yüzyılda mahalle isimleri genelde bir caminin ya da mescidin adını taşımaktadır. Kimya Evi'nin bulunduğu Bey Mahallesi de adını, 1587 yılında yapılan fakat Fransız işgalinde büyük hasar gören ve günümüze ulaşamayan Bey Camisi'nden almıştır (GÜNEL, 2019). Çalışma alanı sınırlarında 60 adet tescilli yapı bulunmaktadır. Bu yapılardan 1'i Kendirli Kilisesi, 1'i Kayacık İlkokulu (Fatih Sultan Mehmet İlkokulu), 58'i ise geleneksel konutlardır (GÜL, 2005)

3.GELENEKSEL ANTEP EVLERİ KORUMA SORUNLARI

Geleneksel yapılar; toplumun değişen kültür yapısı, günlük yaşantısı, dönemin moda anlayışı doğrultusunda zamanla işlevini yitiren, kullanılmayan, atıl yapılara dönüşmektedirler. Boş kalan evler ise zamanla çürüyüp yok olmaktadır. Geleneksel dokularda ortaya çıkan tahribatın bir diğer nedeni ise yeterli bilinç düzeyine sahip olmayan kullanıcıların tarihi çevrede geri dönüşü çoğu zaman mümkün olmayan bozulmalara neden olmalarıdır. Bu durumun düzeltilmesi için tarihi yapılara doğru işlevler verilmeli, bilimsel veriler doğrultusunda doğru müdahalelerle restorasyon çalışmaları tamamlanarak topluma kazandırılmalıdır.

4. GELENEKSEL ANTEP EVLERİ MİMARİ ÖZELLİKLERİ

4.1 Plan Özellikleri

Geleneksel Antep evlerinin geneli avlulu plan şemasına sahiptir. Bu evlerde avlu hem bir servis birimi işlevi görür hem de günlük işlerin yapılmasının ardından özellikle yaz aylarında günün büyük çoğunluğunun geçirildiği yaşam alanıdır. Avludan aşağı kotta mahzen/kiler işlevli mekanlar bulunur. Bu mekanlarda evin sıcaktan etkilenmemesi gereken erzakları muhafaza edilir.

İki veya üç katlı tasarlanan evlerde zemin katta genellikle servis birimleri yer alır. Yaşama birimlerine; zemin katta avludan, üst kotta ise kagir merdivenlerden ulaşılmaktadır. Üst kattaki odalar eyvanlı plan tipinde eyvana açılırken, eyvansız plan tipinde doğrudan merdivenden bir sahanlık aracılığıyla odaya geçilir. Odalardan birisi baş oda denilen, gelen konukların ağırlandığı misafir odası niteliğindedir. Diğer odalarda hane halkının kullandığı yaşama birimleridir. Bu mekanların mutlaka avluya bakan pencereleri bulunmaktadır.

4.2 Cephe Özellikleri

Geleneksel Antep evlerinde yapıların sokak cepheleri genellikle sağırdır veya az sayıda açıklık bulunur. Cephelerde krem renkte düzgün kesme taş (keymih taşı) kullanılmıştır. Mahremiyet kavramıyla ilişkili olan bu tasarım prensibi avlu duvarlarında da kendisini gösterir. Sokak cepheleri, komşu yapıyı rahatsız etmeyecek şekilde konumlanan çıkma, kagir kapı girişleri, kabaltılar (üzerinde yapı bulunan, sokak geçişini sağlayan geçitler) veya kademelendirmelerle hareketlendirilir. Yapıların avluya bakan cepheleri de keymih taşından yapılmıştır ve sıvasızdır. Cephelerde dikdörtgen, basık kemerli veya düz atkılı, demir korkuluklu pencereler bulunur. Bu pencereler genellikle simetrik olarak tasarlanır. Oda pencerelerinin hemen üzerlerinde bölgede kuş takası denilen oda pencerelerinden daha küçük ölçüdeki pencereler bulunur. İki katlı ve eyvanlı evlerde, genellikle eyvan cephenin tam ortasında yer alır. Açık bırakılan eyvanlar olduğu gibi ahşap camekanlı örnekleri de mevcuttur. Yapıların çatıları kırma veya beşik çatıdır ve alaturka kiremitle kaplıdır.

4.3 Malzeme ve Yapım Tekniği

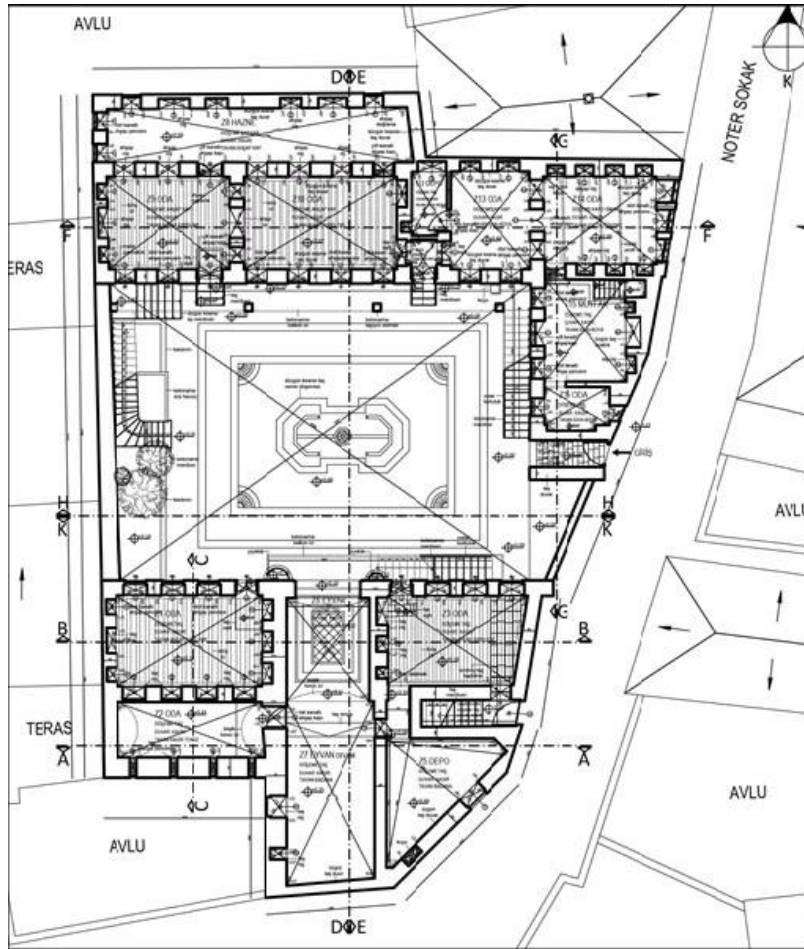
Antep evlerinin yapımında yaygın olarak kullanılan malzemeler; taş, ahşap, toprak ve demir malzemedir. Taşlar şehrin yakınlarındaki taş ocaklarından çıkarılan; keymih, havara, pembe mermer, beyaz mermer ve siyah bazalt taş olarak adlandırılan taşlardır. Ahşap yaygın olarak taşıyıcı sistemde (çatı karkası, oda tavan kirişleri, kapı-pencerelerde lento vb.) kullanılsa da tüm kapı ve pencere doğramalarının da ahşap olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca ahşap, hem estetik olarak hem yalıtım amaçlı oda duvarlarının kaplamalarında da kullanılmıştır. Demir, yapıların kapı tokmaklarında, pencere korkuluklarında ve daha geç dönemlerde çıkmalarda konsol çalışan profil olarak karşımıza çıkmaktadır.

Evler yığma teknikle genelde düzgün kesme taştan yapılmıştır. Çoğunlukla iki katlı olan bu evlerin çıkma yapılan kısımları daha hafif olması amacıyla bazen bağdadi çita tekniğiyle ahşap karkas olarak uygulanmıştır. Beden duvarlarının genişliğinin 60-100 cm arası değiştiği bu evlerde, bölücü duvarların kalınlığı 20-25 cm'e kadar düşebilmektedir. Evlerin döşemelerini bazen kavak ağacından silindir ahşap kirişler taşımakta, daha geniş mekanlar kağır tonozla geçilebilmektedir. Evlerin çatı karkası ahşap olup, geleneksel alaturka kiremitle örtülüdür. Çatılar beşik veya kırma çatı formunda tasarlanmıştır.

5. ABDÜLKADİR KİMYA EVİ

5.1 Plan Özellikleri

Kimya Evi olarak bilinen yapı Bey Mahallesindedir. Tarihi doku içerisinde yer alan Bey Mahallesi, kalenin güneybatısındadır. Yakın çevresinde anıtsal yapılar olan Kendirli Kilisesi, Eyüboğlu Cami ve Kurtuluş Cami (Saint Mary Kilisesi) bulunmaktadır. Adını şu anki sahibinden alan yapının doğu ve güney cepheleri Noter Sokak'a bakmaktadır. Eğimli bir arazi üzerinde bulunan yapıya giriş, Noter Sokak'tan, doğu cephesi üzerinden yapılmaktadır (Çizim 1)



Çizim 1. Zemin kat planı

Kapıdan küçük bir dehlizle evin avlusuna geçilir. Geniş bir avluya sahip ev, iki kısımdan oluşur. İlk kısım güneyde yer alan yapıdır. Oda kapılarındaki tarihler 1856-59 yıllarında yapıldığını göstermektedir. Kuzeyde yer alan ve daha geç dönemde (1894) yapıldığı bilinen ek yapı ise ikinci kısmı oluşturur. Kuzeydeki yapının, giriş kapısı üzerindeki tarihten yola çıkılarak 1894 yıllarında eklendiği tahmin edilmektedir. Yapı grubu, geleneksel Antep evlerinde olduğu gibi yığma kagir olarak inşa edilmiştir. Avlunun güneyinde bulunan iki katlı yapının zemin katında avluya bakan iki adet oda ve bu odaların arkalarında servis mekanları yer alır. Yaşam alanlarını ortalayacak şekilde konumlanan eyvandan arkadaki servis mekanlarına geçiş sağlanmaktadır. Eyvan yazın sıcaktan korunmak ve hâkim rüzgârı bünyesine almak amacıyla kuzeye doğru konumlandırılmıştır.

Zemin kattaki birimler benzer tipolojidedir. Odaların kagir duvarlarında yük veya süs eşyası koymak için yapılmış nişler bulunur. Bu niş ve dolap kapaklarında zengin ahşap işçiliği göze çarpmaktadır. Odaların tavanları ahşap kirişlemedir. Avluya bakan cephelerinde üçer adet kagir kemerli pencere bulunmaktadır. Zeminleri taş kaplamadır. Bu mekanlarda yapı elemanı boyutunda bozulmalar mevcuttur. Güneydeki yapının üst katına betonarme merdivenlerden ulaşılmaktadır. Üst katın eyvanına ulaşan merdivenlerin 20. yy'ın ortalarında eklendiği tahmin edilmektedir. Eyvana açılan üç adet odadan ilki başoda olarak adlandırılan, evin misafir odasıdır. Eyvanın batısında yer almaktadır. Evin en gösterişli odasıdır. Bu mahalın tavanı bağdadi teknikle yapılmış kubbe ile örtülüdür. Kubbenin üzerindeki özgün sıva ve boya dokusunda kılcal ve daha büyük yapısal çatlaklar bulunmaktadır. Kubbenin eteklerinde 12 adet alçıdan melek figürü yer alır. Odanın duvarları pencere kotlarına kadar ahşap kaplamadır. Pencerelerin ahşap kapaklarında yoğun bir ahşap işçiliği görülmektedir (Foto. 3-4.)



Foto. 3-4. N2 başoda kubbe ve ahşap dolaplar

Pencerelerle kubbe arasında kalan duvar boşluklarında çeşitli hayvan, doğa, saray, insan ve manzara tasvirlerinin bulunduğu duvar resimleri yer alır. Bu resimlerin bazılarında bir sanatçıya ait monogram mevcuttur ancak kime ait olduğu tespit edilememiştir. Üst kattaki diğer yaşama birimleri ise benzer tezyinatların bulunduğu, nispeten daha sade mekanlardır. Bu odaların hane halkı tarafından kullanıldığı düşünülmektedir.

Kuzeydeki yapı üslup ve bezeme özellikleri bakımından daha sade olup, daha geç bir dönemde ailenin ihtiyaçları doğrultusunda eklenmiştir. Zemin kata iki ayrı giriş bulunmaktadır. Bu katta toplamda 3 oda ve 1 depo/kiler işlevli mekân bulunmaktadır. Odalar benzer tipolojide olup pencere üst kotuna kadar ahşap kaplamadır. Duvarlarda kagir nişler ve dolaplar yer alır. Tavanlar iki odada ahşap kirişlemedir, kiler işlevli mahalde ahşap kaplamadır ve Noter Sokak'a bakan odanın tavanı volta sistemdedir. Döşeme 3 odada ahşap kaplama olup, kapı eşikleri taştan yapılmıştır. Volta döşemeye sahip odanın zemini sonradan şapla kaplanmıştır. Bu odadan taş basamaklarla mutfak mahalline geçiş yapılmaktadır. Mutfakta bulunan özgün ocaklıktan yola çıkılarak ilk yapıldığı dönemde yine mutfak burada olduğu tahmin edilmektedir. Avlunun kuzeybatı köşesinden veya mutfakın içerisinden taş basamakla ulaşılan bodrum kat, mahzen amacıyla yapılmıştır ve günümüzde depo olarak kullanılmaktadır. Bodrum katın

zemini ve duvarları düzgün kesme taştır. Bodrum kat tek bir mahalden oluşmaktadır. Tavanın bir kısmı düzgün kesme taştan yapılan beşik tonozla geçilmiştir, diğer kısımları ise ahşap kirişlemedir.

Kuzeydeki yapının üst katında bulunan mahaller benzer plan şemasına sahiptir. Bu kısımdaki mahallerin çatısı betonarme teras çatıdır. Bu yapının yangın geçirmesi sonucu, üst kattaki mahallerden günümüze özgün ahşap kaplama, doğrama vb. eleman ulaşmamıştır. Mevcut eski tarihli bir çizimden yola çıkılarak plan şemasında bazı değişimlerin olduğunu söylemek mümkündür. N6 ve N8 mahallerinin sonradan taş malzemeyle kapatılarak odaya çevrildiği anlaşılmaktadır.

5.2 Cephe Özellikleri

Yapının avlu içerisinde dört adet cephesi bulunmaktadır. Kuzey avlu cephesi, zemin katta düzgün kesme taş malzemedendir yapılmıştır. Taşların yatay derzlerinde açılan yivle cephe yatay olarak vurgulanmıştır. Kuzey yapıya girişi sağlayan iki adet kemerli kapının, kagir sövelerinde işlemler bulunmaktadır. Bu işlemlerin birisinde 1894 tarihi -evin yapım tarihi olduğu düşünülmektedir- yer alır. Diğer kagir sövede ise eski Ermenice harfler yer almaktadır. Evi yaptıran kişinin adı olduğu tahmin edilmektedir. Bu cephenin üst katında N7 mahallinin güney cephesi, alttaki cephe kaplaması gibi yivli şekilde yapılmıştır. Cephenin geri kalanında taşlar düz bir şekilde yerleştirilmiştir, pencere ve kapılardan bu kısımların sonradan yapıldığı anlaşılmaktadır. Cephenin yangından sonra eklenen betonarme teras çatısı mevcut dokuya uymamaktadır. Ayrıca yapıya sonradan eklenen muhdes betonarme merdiven ve balkon binayı özgün biçiminden uzaklaştırmaktadır. Avlunun doğu cephesinde; zemin katta malzeme yine düzgün kesme taştır. Ancak mutfak kapı ve pencereleri sonradan değiştirilmiştir. Üst katta ise sonradan yapılan hela mahallinin kapı ve pencereleri, oran ve tipoloji olarak uyumsuzdur. Güney avlu cephesinde malzeme düzgün kesme taştır. Cephede eyvanın her iki yanında simetrik yerleştirilen kagir kemerli kapı ve pencere boşlukları özgün olup, kendi içerisinde bütünlük göstermektedir. Eyvan zemin ve üst katta cepheyi zenginleştirirse de sonradan eklenen muhdes betonarme merdiven cephe düzenini bozmaktadır. Cephede pencerelerin üzerinde kuş takaları bulunur. Yapının çatısı kırma çatıdır ve alaturka kiremitle örtülüdür (Foto. 5-6.)



Foto. 5-6. Güney (5) ve kuzeydeki (6) yapının üst kattan görünüşü

Avlunun batı duvarı, komşu yapıyla sınırı belirleyen duvardır ve duvarda betonarme bir merdiven mevcuttur. Avlu duvarı üzerinde komşu parselin avlusuna bakan beş adet kapatılmış pencere boşluğu bulunmaktadır. Cephede düzgün kesme taş kullanılmıştır, harpuştalar yine taş malzemedendir. Yapıya girişin sağlandığı Noter Sokak boyunca devam eden cephe, yapının sokak cephesini oluşturmaktadır. Yapı eğimli bir sokak üzerinde yer aldığından cephe tasarımı da buna göre şekillenmiştir. Cephede düzgün kesme taş kullanılmıştır. İnsan boyutundan üst katta biten sokak duvarı mahremiyeti sağlamak amacıyla odaların olduğu kısımlar dışında sağır yapılmıştır.

6.SONUÇLAR

Tarihî yapıların korunması ve restorasyonu hakkında uluslararası bir çerçeve belirleyen Venedik Tüzüğü'nde yeniden işlev verilirken dikkat edilmesi gereken hususlar açıkça belirtilmiştir. Madde 5'te; "Anıtların korunması, her zaman onları herhangi bir yararlı toplumsal amaç için kullanmakla kolaylaştırılabilir. Bunun için bu tür bir kullanma arzu edilir, fakat bu nedenle yapının planı, ya da bezemeleri değiştirilmemelidir. Ancak bu sınırlar içinde yeni işlevin gerektirdiği değişiklikler

tasarlanabilir ve buna izin verilebilir “denilmektedir. Ayrıca yine tarihi yapıların korunmasıyla ilgili 1931 yılında İtalya’da Eski Eserler ve Güzel Sanatlar Yüksek Kurulu tarafından hazırlanan ve koruma alanındaki ilk resmi belge kabul edilen Carta Del Restauro’nun 4. Maddesinde yeni işlevle ilgili; “Yaşayan, yani ayakta duran anıtlara, yalnızca özgün işlevinden çok uzak olmayan ve binada gerekli uyarlamaların önemli hasara neden olmayacak şekilde yapılabileceği yeni kullanım verilmesi kabul edilebilir” ifadesi yer almaktadır. Kimya Evi, günümüzde kafe işleviyle kullanılmaktadır. Kuzeydeki ek yapı ve avlu kısımları aktif olarak kullanılmakla birlikte güneydeki ana bina kullanılmamaktadır ve bakımsız haldedir. Restorasyon projesinde öngörülen yeni işlevle yapının hem kullanılmayan alanlarının kullanılabilir hale getirilmesi hem de doğru işlevle yaşayan bir alana dönüştürülmesi hedeflenmiştir.

Yapının plan özellikleri ve konumu incelendiğinde tarihi dokunun içerisinde yer alması, turistik anlamda ilgi çeken bir noktada bulunması ve ulaşım olanaklarından dolayı kuzeydeki ek binaya restoran işlevi verilmiştir. Binanın zemin kattaki odaları mekânsal anlamda restoran işlevine olanak sağlamaktadır. Ayrıca mutfak mahalli mevcut kullanımdaki yerinde devam edeceğinden bu hacime olan yakınlıkta önemli bir faktördür. Ek yapının bodrum katı da restoran işlevine uygundur. Restorasyon projesiyle uyumlu olarak hazırlanacak mekanik ve elektrik projeleriyle restoran için kullanışlı bir alana sahip olabileceği saptanmıştır. Ek binanın üst katında bulunan N9 mahalli yönetim birimi olarak işlevlendirilmiş, N6 ve N7 mahalleri ise kafeterya olarak hizmet verecektir. Güneyde bulunan yapının zemin katı restoran, üst katındaki mahaller ise çok amaçlı olarak işlevlendirilmiştir.

Geleneksel yapıları korumak, belgelemek, çağdaş yöntemlerle gerekli müdahalelerde bulunarak ömrünü uzatmak gerekliliği bilinciyle seçilen yapı, 19. yy’dan günümüze ulaşan, yapıldığı dönemin kültürel özelliklerine ışık tutan bir yapıdır. Çalışmaya konu olan yapı, bu doğrultuda belgelenmiş, analizleri yapılmış ve restorasyon projesi hazırlanarak gelecek kuşaklara sağlıklı bir şekilde aktarılacak istenmiştir. Yörede yapılacak restorasyon çalışmalarına da örnek teşkil etmesi amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. ATALAR, A., (2004), *Osmanlı Dönemi Antep Evleri*, İstanbul:Merinos Halı Kültür Hizmeti,.
2. GÜL, G., (2005), *Gaziantep İli Bey (Kayacık) Mahallesi Geleneksel Doku Koruma ve Geliştirme Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara:Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
3. GÜLLÜ, E., (2009), *Osmanlı’dan Cumhuriyet’e Gaziantep Ermenileri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul:İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
4. GÜNEL, E., (2019), *Mimarlıkta Bağlam ve Bağlam Kriterleri; Gaziantep Bey Mahallesi Geleneksel Evleri Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Adana:Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
5. ÖZDEĞER, H., (1988), “ *XVI. Asırda Ayıntab Livası*”, C1, İstanbul:İstanbul Üniversitesi Yayınları.
6. SARAFIAN, K. A., (1953), *Armenian History of Aintab*, Los Angeles:Union of the Armenians of Aintab in America.
7. TATLIGİL, F., (2005), *Gaziantep Kentinin Geleneksel Konut Dokusunun ve Sosyo-Kültürel Yapısındaki Değişimin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul:Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
8. UĞUR, H., (2004), *Geleneksel Şehirsal Mekanlar, Değerlendirme ve Korunmaları Bağlamında Sistemik Yaklaşım-Gaziantep Örneği*. Doktora Tezi, İstanbul:İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
9. YILDIRIM, Y., (2017), *Tanzimat Döneminde Ayıntab’ın (Gaziantep) Sosyal ve Ekonomik Yapısı (1839-1876)*, Doktora Tezi, Trabzon:Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
10. TÜİK, (2019), *adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları*, (tablo 3).
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-SonucLari-2019-33705>, 25.10.2020.

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE YATIRIM ARAÇLARININ GELECEK DEĞER TAHMİNİ

Oğulcan Uçarsu

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı
ogulcanucarsu@gmail.com

Mehmet Yıldırım

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
myildirim@kocaeli.edu.tr

Özet

Gelişen Dünya ile birlikte kişilerin, toplulukların ve şirketlerin hayatlarını devam ettirebilmeleri için üretim, tüketim ve ticaret gibi etkinliklerde bulunmaları, varlıklarını koruyabilmeleri ve bu varlıklar üzerinde sürekli olarak yatırım yaparak büyümeleri gerekmektedir. Bu sebeple insanlar, topluluklar veya şirketler ellerindeki varlıkları döviz, hisse senedi, altın, gayrimenkul, bono/tahvil, vadeli mevduat vb. yatırım araçları kullanarak arttırmak ister. Yatırım araçları her zaman varlık arttırmayabilir, küresel sermaye hareketleri ve parametrelere göre varlığın değerini de düşürebilirler. Bu sebeple, yatırım yapan kişi yatırım aracının gelecekte ne değer alacağını kestirebilmek ister. Yatırım aracının gelecek değer tahmini için kullanılan birçok finansal yöntem ve indikatör bulunmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte klasik finansal yöntemler yerini bilgisayarlara ve yapay zeka teknolojilerine bırakmıştır. Yapay zeka teknikleri kullanılarak yapılan tahminler artık çok daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada, yapay zeka tekniklerinden biri olan yapay sinir ağları kullanılarak yatırım araçlarının gelecek tahmini yapılmıştır. Yatırım aracı olarak dünya genelinde kabul gören ABD Doları döviz cinsi incelenmiş ve gelecek tahmini yapılmıştır. Doların artmasına ve azalmasına sebep olan diğer ekonomik parametreler ile dolar arasındaki korelasyonlar belirlenmiştir. Yüksek ve düşük korelasyonlu olduğu ekonomik parametreler tespit edilmiştir. Ekonomik parametrelerin geçmiş verileri kısa, orta ve uzun vade olarak üç farklı zaman diliminde incelenerek yapay sinir ağlarında eğitime tabi tutulmuş, ARMA zaman serisi modeli çıkarılmıştır. Doların yüksek korelasyonlu olduğu parametreler ile daha doğru tahmin sonuçları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yatırım Araçları, Döviz, Yapay Sinir Ağları, ARMA.

FUTURE VALUE FORECAST OF INVESTMENT INSTRUMENTS BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Abstract

With the Developing World, individuals, communities and companies need to engage in activities such as production, consumption and trade and they should grow by constantly investing on these assets in order to protect their assets and continue their lives. For this reason, people or companies want to grow by using investment tools and invest their assets in foreign currency, stocks, gold, real estate, bonds, time deposits, etc. Investment instruments may not always increase assets, they may also decrease the value of the asset according to global capital movements and parameters. For this reason, an investor wants to be able to predict what the future value of the investment instrument will be. There are many financial methods and indicators used for the future value estimation of the investment instrument. With the development of technology, classical financial methods have been replaced by computers and artificial intelligence technologies. Predictions determined by using artificial intelligence techniques now give much more accurate results. In this study, future estimation of investment instruments was made using artificial neural networks, which is one of the artificial intelligence techniques. The US Dollar currency, which is accepted worldwide as an investment tool, has been examined and future forecasts have been made. Correlations between the dollar and other economic parameters that cause the dollar to increase and decrease were determined. The economic parameters that are highly and lowly correlated have been determined. The historical data of the economic parameters were examined in three different time periods as short, medium and long term, trained in artificial neural networks, and the ARMA time series model was created. More accurate estimation results were obtained with the parameters that the dollar is highly correlated with them.

Keywords: Investment Instruments, Currency, Artificial Neural Networks, ARMA.

GİRİŞ

21. yüzyılda, Dünyada en hızlı değişen ve gelişen şey teknolojidir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, bilgi paylaşımı arttıkça topluluklar ve şirketler arasında küreselleşme ve rekabet de artmaktadır. Böyle bir dönemde teknolojiye adapte olmak ve onu kullanmak oldukça önem kazanmış, varlıkları korumak ve arttırmak ise daha zor hale gelmiştir. Teknolojiyi kullanarak üretim, imalat yapan topluluklar ve şirketler kendilerine finansal avantajlar yaratmak için de teknolojiyi kullanmak zorundadırlar. Finansal avantajları yaratmak ve varlıkları arttırmak için doğru teknoloji ile birlikte doğru yatırım araçlarının kullanılması gerekmektedir.

Küresel piyasada birçok yatırım aracı bulunmaktadır. Bu yatırım araçlarının hemen hemen hepsi, dönem bazlı varlık arttıran ve azaltan yatırım araçlarıdır. Yatırımcı, yatırımı yaparken kendi planlarına göre kısa, orta ve uzun vade düşünerek plan yapmaktadır. Belirlenen planlara göre yapılan bir yatırımda varlığın artması beklenmektedir, fakat reel sektörde yaşanan olaylar sebebi ile her yatırım riskler içerebilir, planlar her zaman istenildiği gibi gitmeyebilir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, sistemler kullanıcılara anlık olarak gerçekleştirilecek senaryoları söyleyebilmektedir. Teknolojinin geldiği bu noktada yapay zeka sistemleri kullanılarak ekonomik veriler, parametreler ve bunların oluşturabileceği riskler incelenerek yatırım aracı için gelecek tahmini yapılabilmektedir.

Önemli olan husus, gelecek tahmini yapan teknolojik sistemin ne kadar doğru tahminler yapabildiğidir. Yüksek oranda doğru tahmin isteniyorsa, yatırım aracı ile ilişkili olan diğer ekonomik veriler de detaylı şekilde incelenmeli ve sisteme girdi olarak eklenmelidir ki sistem bir bütünsel olarak birbiri ile ilişkili verilerden çıkarım yapabilsin ve doğru tahmin üretebilsin. Birbiri ile yakın ilişkili olan verileri bulmak ve bu veriler arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde hesaplayabilmek yapılan tahminin doğruluğunu da arttıracaktır.

Kayhan çalışmasında [1], uluslararası rekabet ortamında, finansal avantajların kullanılması gerekliliğinden bahsetmiştir. Çalışmada, bu avantajlardan birisi olan kur korelasyonu üzerinden birbiri ile ilişkili olan döviz cinslerinin hareketliliği tespit edilmiş ve örnek olarak belirlenmiş bir yatırım portföyü üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Altan çalışmasında [2], yapay sinir ağı kullanarak döviz kurları için gelecek tahmininde bulunmuştur. Oluşturduğu yapay sinir ağı kendi içinde tutarlı ve güçlü tahminler yapabilmektedir. Örneklem içi dönemlerin tahmininde yapay sinir ağı, vektör otoregresif (VAR) modeline göre çok daha başarılı sonuçlar elde etmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağı doğrusal olmayan bir modeldir ve karşılaştırıldığı doğrusal modele göre Türkiye ekonomisi için doğrusal olmayan yapay sinir ağının daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Özkan yapmış olduğu çalışmada [3], son yıllarda ekonomik verilerin tahmininde, yapay sinir ağının kullanılmaya başlandığını belirtmiştir. Yaptığı çalışmada yapay sinir ağının, yapısal model olan parasal modele göre daha yüksek tahminler yaptığını göstermiştir. Ayrıca yapay sinir ağı, dolar döviz cinsinin, euro döviz cinsine göre daha yüksek doğrulukta öğrenme ve tahmin sonucu ürettiğini belirtmiştir.

Tuna çalışmasında [4], zaman serisi analizinde kullanılan otoregresif hareketli ortalama modeli (ARMA) ile yapay sinir ağı kullanarak altın fiyatı tahmini yapmıştır. Ayrıca Box Jenkins klasik yöntemi de incelenerek yapay sinir ağı ile performans incelemesi yapılmıştır. 2009-2019 yılları arasındaki 2608 iş gününe ait altın fiyatları çalışmada kullanılmıştır. Karşılaştırma yapılırken örneklem içi ve örneklem dışı olmak üzere iki farklı yaklaşım benimsenmiş ve performansları ölçülmüştür. ARMA ile oluşturulan yapay sinir ağının fiyat tahminin gerçeğe yakın sonuçlar elde ettiği görülmüştür.

Yapılan literatür taramasında yapay sinir ağları, korelasyon katsayısı ve zaman serisi kavramları bir arada kullanılarak yapılan bir yatırım aracı tahmini çalışmasına rastlanılmamıştır. Bu tez çalışmasında, dolar döviz kuru için gelecek değer tahmini yapılmıştır. Gelecek tahmini yapılırken yapay sinir ağı kullanılmıştır. Yapay sinir ağının giriş parametreleri, döviz kurunun ilişkili olduğu ekonomik

parametrelerden seçilmiştir. Bu parametreler seçilirken korelasyon katsayısı kullanılarak dolar döviz kurunun yüksek ve düşük koreleli olduğu ekonomik parametreler belirlenmiştir. Giriş parametreleri zaman serisi şeklinde kullanılmıştır. Dolar kuru ve diğer ekonomik parametre verileri kısa, orta ve uzun vadeye ayrılarak üç farklı zaman dilimi içerisinde incelenmiştir. Verilerden öğrenilme yeteneğine sahip olan ve eğitimci öğrenmede kullanılan geri yansıtımlı yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Dolar döviz kurunun yüksek koreleli olduğu ekonomik parametreler ile daha doğru tahminler yaptığı saptanmıştır.

FİNANSAL ARAÇLAR

Küreselleşen dünya, rekabet ortamının artması, siyasi ve politik kararlar ile birlikte belirsizlikler ve riskler artmaktadır. Belirsizlik ve riski en aza indirmek için kişilerin ve kurumların ellerindeki varlıkların en iyi şekilde değerlendirilmesine Finans denir. Kısacası finans varlığı veya parayı yönetme sanatıdır. Finans alanları üçe ayrılmaktadır. Bunlar; bireysel finans, kurumsal finans ve kamusal finanstır. Bireysel finans kişilerin bütçe, tasarruf, yatırım konularında aldıkları karar ve yaptıkları hareketlerdir. Kurumsal finans şirketlerin karlılık arttırması, ekonomik riskleri azaltması ve şirket yatırımları için fon sağlama işlemleridir. Kamusal finans ülkelerin devlet kuruluşları için gelir fon sağlayarak ihtiyaçlarını giderme işlemidir.

1971 yılında ABD dolarının altına, diğer ülkelerin para birimlerinin ABD dolarına endeksleme işleminden vazgeçilmiş ve Bretton Woods sabit kur sistemi sona ermiştir. Bu sistemin çökmesinden sonra, Uluslararası Para Fonu (IMF) üyesi ülkelerin döviz kuru olarak kabul ettikleri iki grup vardır. Bunlar sabit kurlar veya esnek kurlardır. Sabit kurlarda bir ülke, parasını sanayileşmiş büyük bir ülke parasına bağlar. Esnek kur sistemini kabul eden ülkeler ise paralarını dalgalanmaya bırakmıştır. Dışa kapalı, ihracat ürünü olmayan, dünya ekonomisinde fazla söz sahibi olmayan ülkeler sabit kur sistemini, dışarı açık olan, ihracat yapan, dünya ekonomisinde söz sahibi olan ülkeler ise esnek kur sistemini seçmektedirler. Türkiye 24 Ocak 1980 tarihinde alınan kararlar ile birlikte dış ticarete liberal bir rejime geçmiştir. Merkez Bankası, tüm dövizlerin alım satım fiyatlarını her gün yeniden belirleyip paylaşmıştır [5].

Finansal piyasalardaki yatırım araçlarının aralarında bulunan fiyat ilişkisini anlamak için ülkelerin merkez bankalarının ve köklü finans kurumlarının uyguladığı para politika stratejilerini bilmek gereklidir. Finansal piyasalar, varlık arttırmak isteyen yatırımcılar ile sanayi, üretim, imalat vb. birçok alanda yatırım yapmak isteyen yatırımcıların bir araya geldiği ortamların toplamıdır. Finansal yatırım araçları içinde buldukları reel piyasalarda ikiye ayrılır. Bunlar; para piyasası ve sermaye piyasasıdır. Para piyasaları kısa vadeli yatırım fonlarından oluşur örneğin döviz, hazine bonoları, yatırım bonoları gibi. Sermaye piyasası ise uzun vadeli arz ve talebin karşılandığı piyasadır. Sermaye piyasasına örnek olarak hisse senedi ve tahviller gösterilebilir. Bu çalışmada, para piyasasının bir alt dalı olan döviz piyasasının dolar kuru tahmini üzerinde çalışılmıştır [6].

Finansal yatırım araçlarının gelecek dönem değerlerinin nasıl fiyatlanabileceği ile ilgili çalışmalar yapılırken, mali ve ekonomik parametre verileri incelenerek analiz işlemleri yapılır. Analiz işlemi uzmanlık gerektiren bir alandır. Temel analiz, teknik analiz yapabilmek için finansal uzmanlık bilgisine ihtiyaç vardır. Yapay zeka sistemlerinde ise geçmiş dönem verileri incelenir ve gelecek dönem verileri üretilir. Oluşturulan bu sistem gelecek dönem tahmini yapar ve bunu yaparken de finansal uzmanlık bilgisi gerektirmez.

YÖNTEM

Bu çalışmada, finansal araçlar arasındaki ilişkilerin büyüklüğünü belirleyebilmek için korelasyon, dolar ile yüksek korelasyonlu olduğu diğer finansal araçların geçmiş değerlerini kullanarak gelecek değer tahmini için ARMA modeli, modelin katsayılarını öğrenilebilmek için de geri yansıtımlı yapay sinir ağı kullanılmıştır.

Korelasyon iki değişken arasındaki ilişkinin hesaplanması, gücünün ve yönünün belirlenmesi için kullanılan matematiksel bir işlemdir. Çalışmada kullanılan korelasyon işlemi Denklem-1'de verilmektedir. Denklemde r: korelasyon değerini, X ve Y değişkenleri göstermektedir. Korelasyon [-1,

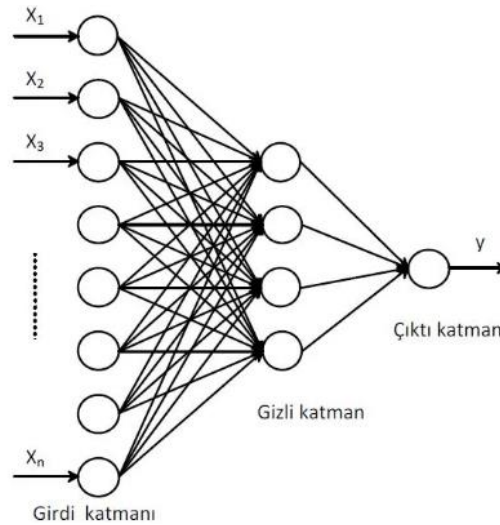
+1] aralığında değer alır; -1'e yakın ise değişkenler arasında negatif yönde kuvvetli, +1'e yakın ise pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğunu gösterir. Korelasyon sıfıra yakın bir değer alır ise zayıf bir ilişki olduğunu gösterir. Korelasyonun sıfır çıkması veya sıfıra yakın olması iki değişkenin aralarında direkt olarak doğrusal bir ilişki olmadığını gösterir fakat bu iki değişken arasında ikinci dereceden veya üstel bir ilişki olabilir.

$$r = \frac{\sum X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{(\sum X_i^2 - n\bar{X}^2)(\sum Y_i^2 - n\bar{Y}^2)}} \quad (1)$$

Gözlem veya deney çalışmalarının bir zaman aralığında aldığı sonuçların kronolojik olarak sıralanmasına zaman serisi denir. Zaman serileri deterministik fonksiyonlar değildir. Zaman bağımlı dinamik sistemlerin modellenmesinde oldukça kullanışlı bir yöntem olan ARMA modeli aşağıdaki fark denklemi ile ifade edilebilmektedir. Bu denklemde; "a" katsayıları öz bağımlı (AR) model parametrelerini, "b" katsayıları kayan ortalama (MA) model parametrelerini temsil etmektedir. u dizisi bilinen sistem girişlerini y dizisi bilinen sistem çıkışlarını, \hat{y} ise tahmin edilecek sistem çıkışını göstermektedir [4].

$$\hat{y}(t) = -a_1 y(t-1) - a_2 y(t-2) \dots - a_p y(t-p) + u(t) + b_1 u(t-1) + b_2 u(t-2) \dots + b_r u(t-r) \quad (2)$$

Bu çalışmada üç katmanlı geri yansıtmalı yapay sinir ağı kullanılmıştır; girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı (Şekil 1). Sistem giriş verileri ilk önce girdi katmanında karşılanır. Girdi katmanından alınan veriler ağırlıklarla çarpılarak gizli katman sinir hücrelerine verilir. Gizli katman sinir hücrelerinin çıkışlarında, hücre net girişleri aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek, çıkış katmanı sinir hücrelerine aktarılır [4, 7, 8].



Şekil 1. Çok katmanlı yapay sinir ağı

YSA KULLANARAK DÖVİZ TAHMİNİ UYGULAMASI

Uygulamada ilk önce, dolar ile ilişkisi olabilecek finansal araçlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Literatür taraması, finans alanında çalışmalarını sürdüren ekonomistlerin yorumları incelenerek tespit işlemi yapılmıştır. Dolar ile ilişkili olduğu düşünülen finansal araçların geçmiş zaman verileri <https://tr.investing.com/> sitesi üzerinden elde edilmiştir. Elde edilen veriler üç ayrı zaman dilimi olarak gruplandırılmıştır. Bunlar; kısa, orta ve uzun vadedir. Kısa vade verileri, son 60 günün piyasa gün sonu kapanış verileridir. Orta vade verileri, son 1 yıl içerisindeki 52 haftanın Cuma günlerinin piyasa kapanış verileridir. Uzun vade verileri, son 5 yılın her ayın son günündeki piyasa kapanış verileridir.

Elde edilen veriler vade gruplarına göre ayrıldıktan sonra, Python programlama dili kullanılarak, dolar ile her bir ekonomik parametrenin korelasyon katsayıları ayrı ayrı zaman dilimlerine göre hesaplanmıştır. Bulunan korelasyon katsayıları Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Dolar ile ilişkili olabilecek ekonomik parametrelerin korelasyon katsayıları

Dolar	Kısa	Orta	Uzun
Dolar - USD 10 Yıllık Tahvil	-0.82	-0.57	-0.47
Dolar - BIST100	-0.84	0.30	0.58
Dolar - Ons Altın	-0.16	0.80	0.77
Dolar - TR 2 Yıllık Tahvil	-0.45	0.67	-
Dolar - TR 2 Yıllık USD Tahvil	0.88	0.57	-
Dolar - Dolar Endeksi	0.47	-0.69	-0.05
Dolar - Brend Petrol	-0.87	-0.31	-0.04
Dolar - Gram Altın	0.89	0.96	0.95
Dolar - Vix – CBOE	-0.26	-0.04	0.59
Dolar - TR 5 Yıllık CDS	0.03	0.07	0.32

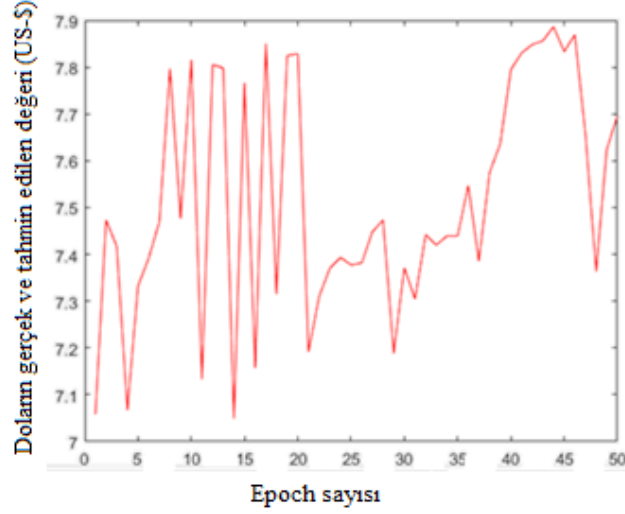
Hesaplanan korelasyon katsayıları incelendiğinde; kısa vade zaman dilimi içerisinde, dolar ile USD 10 yıllık tahvil, BIST100 ve Brend Petrol arasında negatif yönlü çok yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. TR 2 yıllık USD tahvili ve gram altın ile pozitif yönlü çok yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. Orta vade zaman dilimi içerisinde, dolar ile ons altın ve gram altın arasında pozitif yönlü çok yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. Dolar endeksi ile negatif yönlü yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. Doların uzun vade zaman dilimi içerisinde, ons ve gram altın ile pozitif yönlü çok yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Pozitif yönlü korelasyonda dolar artarken, diğer ekonomik parametre verisi de artmaktadır. Dolar azalırken diğer ekonomik finans parametre verisi de azalmaktadır. Negatif yönlü korelasyon ilişkilerde dolar artarken, diğer ekonomik finans parametre verisi tam tersi yönde azalmaktadır. Dolar azalırken diğer ekonomik finans parametre verisi tam tersi yönde artmaktadır

Elde edilen korelasyon sonuçlarına göre, girdi verileri yapay sinir ağına verildiğinde, dolar ile pozitif veya negatif yüksek korelasyon ilişkisi olan verilerin daha doğru tahmin sonucu, düşük korelasyon ilişkisi olan verilerin daha az doğrulukta tahmini sonucu üretmesi beklenmektedir. Tasarlanan yapay sinir ağı modelinde; girdi ve çıktı katmanlarından ayrı olarak, iki adet gizli katman ve her bir gizli katmanda iki sinir hücresi kullanılmıştır. Model olarak geri beslemeli yapay sinir ağı modeli tercih edilmiştir. YSA’nın eğitiminde, uygulanan vade dilimi içerisinde, Denklem-2’ye uygun olarak, dolar ve diğer bir ekonomik parametrenin ardışık 5 verisinden ilk 4’ü girdi katmanına verilmiş, dolara ait 5. veri de çıkış katmanına istenen değer olarak verilmiştir. Batch modunda eğitim yapılmıştır. Her bir zaman diliminde, rastgele seçilmiş 5 eğitim çifti, eğitim için kullanılmayıp test için kullanılmıştır. Test işleminde, tahmin sonuçları ile gerçek değerler karşılaştırılarak ne kadar doğru tahmin yapıldığı belirlenir.

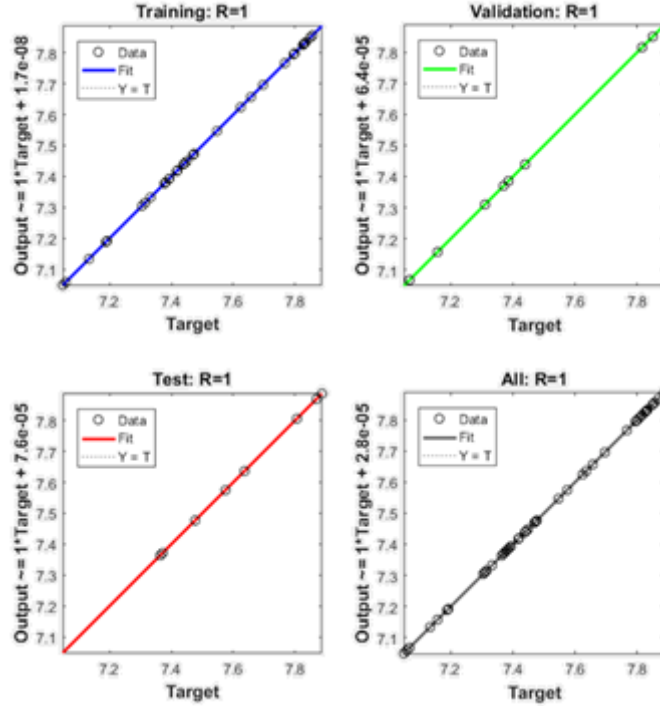
Kısa, orta ve uzun vade zaman dilimleri için ayrı ayrı yapılan uygulama sonuçları incelendiğinde, doların yüksek korelasyonlu olduğu ekonomik parametreler kullanılması durumunda daha yüksek doğrulukta gelecek değer tahminleri yapıldığı, düşük korelasyonlu olduğu ekonomik parametreler kullanılması durumunda daha düşük doğrulukta tahminler yapılabildiği görülmüştür. Şekil 2 ve Şekil 3’te kısa vade zaman dilimi içerisinde, dolar ile yüksek korelasyon katsayısına sahip olan TR 2 Yıllık USD Tahvil verisi ile elde edilen sonuçlar görülmektedir. Şekil 2’de, 5000 iterasyon sonucunda, tahmin verileri ile gerçek veriler üst üste oturmaktadır, sifıra yakın hata ile öğrenme gerçekleşmiştir.

Şekil 4 ve Şekil 5’te, uzun vade zaman dilimi içerisinde, dolar ile çok düşük korelasyon katsayısına sahip olan Brend Petrol verisi kullanılarak yapılan tahmin sonuçları görülmektedir. Beklenildiği üzere, korelasyon katsayısı düşük olduğundan iyi bir tahmin gerçekleşmemiştir. Tüm vade dilimlerinde ve tüm ekonomik parametreler kullanılarak yapılan dolar tahminleri ve test sonuçları Tablo 2’de verilmektedir. Türkiye’de gram altın fiyatı belirlenirken, direkt olarak dolara bağlı olduğu için kısa, orta ve uzun vadede korelasyon katsayıları çok yüksek çıkmıştır. Bu sebeple dolar- gram altın verileri yapay

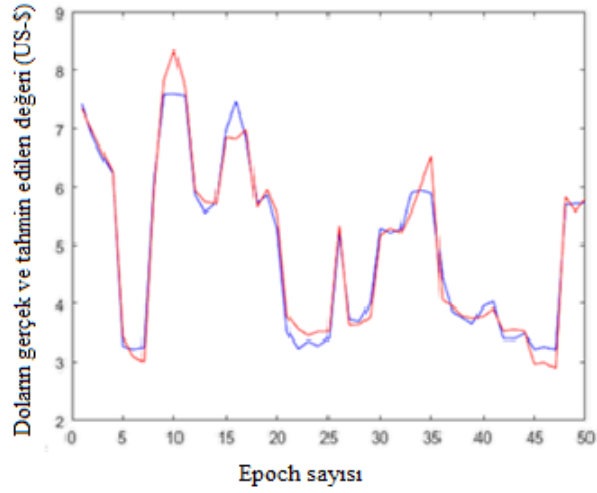
sinir ağında eğitim ve test işlemine tabi tutulmamıştır. TR 2 Yıllık Tahvil ve TR 2Yıllık USD Tahvil verileri 2 yıllık verileri içerdiği için, uzun vade kapsamında korelasyon katsayısı hesaplanmamış ve yapay sinir ağında işleme sokulmamıştır.



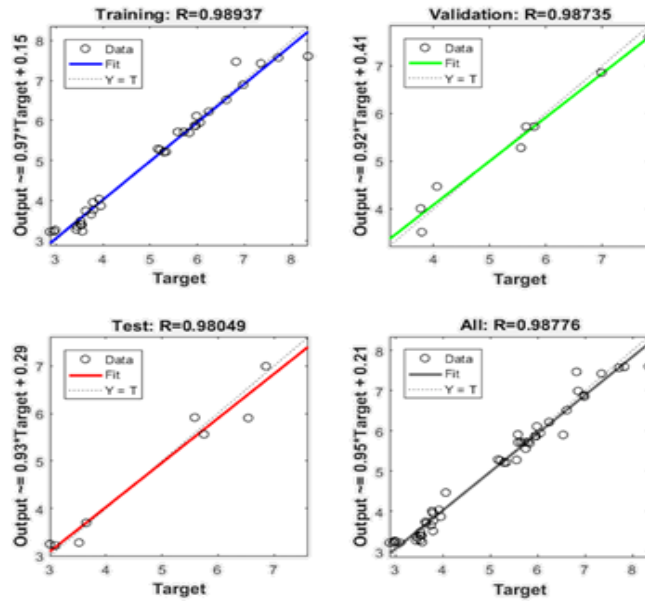
Şekil 2. Dolar ve TR 2 Yıllık USD Tahvil verileri kullanılarak tahmin edilen ve gerçek dolar değerleri



Şekil 3. Dolar ve TR 2 Yıllık USD Tahvil verileri için eğitim, doğrulama ve test regresyonları



Şekil 4. Dolar ve Brend Petrol verileri kullanılarak tahmin edilen ve gerçek dolar değerleri



Şekil 5. Dolar ve Brend Petrol verileri için eğitim, doğrulama ve test regresyonları

Tablo 2. Tüm vade dilimlerinde ve tüm ekonomik parametreler kullanılarak yapılan dolar tahminleri ve test sonuçları

VADE	Dolar ile Birlikte Yapay Sinir Ağına Girdi Olarak Verilen Ekonomik Parametreler	Dolar Tahmin Edilen Değerler ve Dolar Gerçek Değerler Karşılaştırılması				
		1.Test Verisi Gerçek / Tahmin	2.Test Verisi Gerçek/Tahmin	3.Test Verisi Gerçek/Tahmin	4.Test Verisi Gerçek/Tahmin	5.Test Verisi Gerçek/Tahmin
Kısa	Petrol	7.8864/7.8864	7.8284/7.8284	7.3934/7.3934	7.8691/7.8691	7.9297/7.9297
	Ons Altın	7.7973/7.7973	7.7665/7.7665	7.3323/7.3323	7.3918/7.3918	7.7981/7.7981
	BIST100	7.7973/7.7973	7.7665/7.7665	7.8332/7.8332	7.8562/7.8562	7.6239/7.6239
	USD Endeks	7.8055/7.8055	7.4768/7.4768	7.7981/7.7981	7.3324/7.3324	7.3918/7.3918
	CBOE-VIX	7.1883/7.1883	7.3099/7.3099	7.3324/7.3324	7.4392/7.4392	7.8156/7.8156
	TR 2 Yıllık Tahvil	7.4482/7.4482	7.4482/7.4482	7.3713/7.3713	7.3149/7.3149	7.3047/7.3047
	TR 2 Yıllık USD Tahvil	7.9297/7.9297	7.3429/7.3429	7.4040/7.4040	7.6491/7.6491	7.4106/7.4106
	TR CDS 5 Yıllık	7.3815/7.4017	7.4416/7.4716	7.5470/7.4862	7.5747/7.5820	7.6361/7.6510
	Gram Altın	-	-	-	-	-
	ABD 10 Yıllık Tahvil	7.8332/7.8332	7.8055/7.8055	7.7665/7.7665	7.9297/7.9297	7.8248/7.8248
Orta	Petrol	7.6602/7.6231	7.9610/7.9046	7.9304/7.9067	8.5200/8.3575	8.3448/8.2101
	Ons Altın	6.4550/6.4550	6.8147/6.8147	6.9012/6.9012	7.0840/7.0840	7.0120/7.0120
	BIST100	7.7708/7.7708	7.6607/7.6607	7.5563/7.5563	7.9304/7.9304	7.4724/7.4724
	USD Endeks	7.6239/7.6239	7.9304/7.9304	7.2941/7.2941	6.8202/6.8202	6.5525/6.5525
	CBOE-VIX	6.9720/6.9686	6.8484/6.8477	6.8587/6.8562	6.8658/6.8661	6.8623/6.8614
	TR 2 Yıllık Tahvil	7.9304/7.9304	7.4724/7.4724	7.2941/7.2941	6.8623/6.8623	6.8202/6.8202
	TR 2 Yıllık USD Tahvil	7.6323/7.6275	7.4724/7.4725	6.8623/6.8624	6.0505/6.0505	6.9742/6.9741
	TR CDS 5 Yıllık	6.9720/6.9143	6.8484/6.8311	7.3365/7.3730	7.3664/7.4303	7.2941/7.3026
	Gram Altın	-	-	-	-	-
	ABD 10 Yıllık Tahvil	6.9720/6.9720	6.8484/6.8484	6.8587/6.8587	6.8658/6.8658	6.8623/6.8623
Uzun	Petrol	4.9142/5.4456	4.5872/5.5031	4.5245/5.0288	5.8382/5.9587	2.9495/3.2159
	Ons Altın	3.7988/3.7988	3.7555/3.7555	3.5212/3.5212	3.5270/3.5270	3.7900/3.7900
	BIST100	3.7900/3.7901	3.9190/3.9190	2.9992/2.9992	2.9495/2.9494	3.4527/3.4527
	USD Endeks	3.5193/5.7190	2.9580/5.7190	6.5380/5.7170	4.9142/5.7157	3.4370/5.7192
	CBOE-VIX	3.5193/3.5193	5.9489/5.9388	5.7470/5.7469	3.5212/3.5212	2.9580/2.9580
	TR 2 Yıllık Tahvil	-	-	-	-	-
	TR 2 Yıllık USD Tahvil	-	-	-	-	-
	TR CDS 5 Yıllık	6.5380/6.5379	3.4370/3.4370	3.0939/3.0939	4.9142/4.9145	2.9883/2.9883
	Gram Altın	-	-	-	-	-
	ABD 10 Yıllık Tahvil	6.9864/6.9866	7.7157/7.7157	3.4527/3.4526	3.5193/3.5193	3.4370/3.4371

SONUÇ

Bu çalışmada, finansal yatırım araçlarından biri olan dolar için gelecek değer tahmini yapabilecek bir yapay sinir ağı uygulaması önerilmiştir. Çalışmada dolar ile ilişkili olabilecek finansal ekonomik parametreler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu finansal ekonomik parametrelerin kısa, orta ve uzun vade zaman dilimlerini kapsayan verileri elde edilmiştir ve ardından her biri için dolar ile korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan korelasyon katsayılarına göre dolar ile yüksek korelasyon katsayısına sahip olan ekonomik parametrelerin yapay sinir ağında daha doğru tahminler, düşük korelasyon katsayısına sahip olan ekonomik parametrelerin de daha düşük doğrulukta tahminler yaptığı görülmüştür. Yapay sinir ağına finansal ekonomik parametrelerin verileri girdi olarak verilirken zaman serileri kullanılmıştır. Yapay sinir ağında, her bir finansal ekonomik parametrenin ve doların verileri üç farklı zaman dilimi kapsamında ayrı ayrı değerlendirilmiş ve tahmin işlemi yaptırılmıştır. Bu çalışma ile birlikte, hiçbir finansal teknik veya temel analiz bilgisine sahip olmadan, sadece ilgili ekonomik parametrenin geçmiş verilerine sahip olduğunda, korelasyon katsayısı hesaplanarak ve yapay sinir ağında eğitilerek yüksek doğrulukta gelecek değer tahmini yapılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Cantürk Kayhan, (2008). *İşletmelerde Bir Avantaj unsuru Olarak Kur Korelasyonlarının Kullanımı*. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi.
- [2] Şenol Altan, (2008). *Döviz Kuru Öngörü Performansı için Alternatif Bir Yaklaşım: Yapay Sinir Ağı*. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Birimler Fakültesi Dergisi.
- [3] Filiz Özkan, (2012). *Döviz Kuru Tahmininde Parasal Model ve Yapay Sinir Ağları Karşılaştırılması*. Business and Economics Research Journal.
- [4] Murat Tuna, (2019). *Altın Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ve Arma Modelleri ile Tahminlenmesi*. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı.
- [5] Filiz Özkan, (2011). *Döviz Kuru Tahmininde Yapay Sinir Ağlarıyla Alternatif Yaklaşım*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF dergisi.
- [6] Metin Tetik, (2011). *Para Politikasının Finansal Yatırım Araçları Üzerine Etkileri*. Denizli Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- [7] Kemal Güler, (2019). *Türkiye'deki Altın ve Döviz Fiyatlarının Değişiminin Ekonomik Veriler Kullanarak Yapay Zeka ile Tahmini ve Kriz Öngörüsü*. Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- [8] Ali Özer, Salim Sercan Sarı, Eyyup Ensar Başakın, (2010). *Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları ile Borsa Endeks Tahmini: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği*. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.

HEDEFE YÖNELİK KANSER TEDAVİSİNDE MANYETİK BAKTERİLERİN UYGULANMASI

Sara Rouhandeh

Kocaeli University/ Faculty of Health Sciences/ Nursing
rouhandehsarah@gmail.com

Zahra Keyvani

Tabriz University/Agriculture/ Plant Protection
zahrakeyvani@yahoo.com

Özet

Kanser, insan toplumlarında çok sayıda hücrenin kontrolsüz büyümesinden kaynaklanan, çağımızın en önemli hastalıklarından biridir. Manyetik nanopartiküller Günümüzde hipertermi, termoterapi gibi yöntemlerle hedefe yönelik ilaç dağıtımında, kanser tedavisinde ve tanısında kullanılmaktadır. Manyetik nanopartiküller kimyasal olarak ve Malzemelerin süperparamanyetik davranışına göre yapılır. Ancak bu Makalede tanıtmayı amaçladığımız Bakteriyel manyetozomların nasıl çalıştığı ve Sentetik nanoparçacıkların yerine kullanılabilmesidir. Manyetozom, Kübik demir oksit mknatıs parçacıkları ve bunları içeren bir zarla manyetik bakterilerin içinde oluşur. fosfolipid membran ve termal direnç gibi farklı özelliklere sahiptir. Çıkarılan demir oksit yapıları Bakteriler den(Magnetozomlar) termoterapi, hipertermi yöntemleriyle antikanser ilaç taşıyıcıları olarak Manyetik alan(AMF) ile hedefe yönelerek kanser hücrelerinin seçici olarak öldürülmesinde kullanılmaktadır. Unutulmamalıdır ki bu bakteri yapıları, sahip oldukları farklı özellikler nedeniyle insan vücudu ile uyumludur. üretim yöntemleri tamamen çevresel ve ekonomik koşullara uygundur.

Anahtar Kelimeler : Manyetozom, Kanser Tedavisi, Hedefe Yönelik İlaç Dağıtımı, Termoterapi, Hipertermi, Manyetik Nanopartiküller

FUNCTION OF MAGNETIC BACTERIA IN CANCER TREATMENT

Abstract

Cancer is one of the most important diseases in human societies, which is caused by the uncontrolled growth of several cells. Nowadays, magnetic nanoparticles with methods such as hyperthermia, thermotherapy, And targeted drug delivery in the treatment and diagnosis of cancer. Magnetic nanoparticles make chemically based on the superparamagnetic behavior of materials. However, in this article, we intend to introduce How bacterial magnetosomes work. They can be used as substitutes for synthetic nanoparticles. Magnetosome Are cubic particles of iron oxide and a membrane containing them that are made up of magnetic bacteria And have special properties such as phospholipid membrane and thermal resistance. Extracted iron oxide structures Bacteria (Magnetosomes) can be used for treating with thermotherapy, hyperthermia, carriers of anticancer drugs as well as Selective killing of cancer cells by an alternating magnetic field (AMF) in targeted cancer treatment. It should be noted, these bacterial structures are compatible with the human body due to their special characteristics They are high and their production method is completely in line with environmental and economic conditions.

Keywords: Magnetosome, cancer treatment, Targeted drug delivery, Thermotherapy, Hyperthermia, Magnetic nanoparticles

1.GİRİŞ

Kanser, insan toplumlarında çok sayıda hücrenin kontrolsüz büyümesinden kaynaklanan, çağımızın en önemli hastalıklarından biridir. Kanser tanı ve tedavi yöntemleri arasında yüksek potansiyele sahip manyetik nanopartiküllerin kullanılması yer almaktadır. Bu nanopartiküller kanser hücrelerini iki şekilde hedef alır: aktif ve inaktif. Demir oksit nanoparçacıkları üzerinde birkaç yıl boyunca yürütülen deneyler, bu parçacıkların vücudun içinde ve dışında ani veya uzun vadeli toksik etkilerinin olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, bunları kullanmak Kanser tanısı ve tedavisi için iyi bir seçenektir. Doğal

olarak demir oksit manyetik nanoparçacıklar üreten yapılar arasında manyetotaktik bir bakteri olan Magnetospirillum bakterisi ve Manyetozomu adı verilen yapılar yer almaktadır.

Magnetospirillum bakterileri gram negatif, hareketli, sarmal ve aerobiktir ve Ve genellikle Su ortamlarında büyüme yeteneğine sahiptir. Ayrıca Laboratuarda saf kültürden ayrılması zor olan sorunlu bakterilerdir. Bu bakteriler, demir oksit manyetik nanoparçacıklar üretir, En iyi yeri ve yetiştirme koşullarını bulmak için manyetik yönlendirme için kullanılırlar. Bakteriyel manyetozomlar, demir oksit veya demir sülfür üreten veya depolayan nanometre boyutunda zarlı yapılarıdır. Bu yapılar, bakteriyel manyetozomlar ve kanser hücreleri arasındaki reaksiyonlara ve bunların zarları geçme yeteneklerine yanıt vermektedir. Aynı zamanda fosfolipid zarı geçme yeteneklerine de bağlıdır. Bu konuda yapılan çeşitli deneylerde İlaç nanotaşıyıcıları olarak bakteriyel manyetozomların işlevi Bakterileri kültürleyerek ve sterilize ederek, Manyetozomların izolasyonu ve istenen ilaçların bağlanması ile birlikte çalışılmıştır. Bu makalede; öncelikle hedeflenen ilaç dağıtımına, manyetik nanopartiküllerin özelliklerine, kullanımına ve sorunlarına odaklanıyoruz. Manyetozomları ilaç nanotaşıyıcıları ve öldürücü kanser hücreleri olarak çeşitli şekillerde tartışacak ve tanıtacağız.

2. Hedeflenen İlaç Dağıtımı

Hedefe yönelik ilaç dağıtımı, hastalığın konumuna bağlı olarak ilacın belirli bir organa, belirli bir hücre tipine ve bazı hücre içi organelere ulaşmasına neden olabilen bir dizi faaliyettir. Hedefe yönelik ilaç dağıtımını kullanmanın temel avantajı, sağlıklı organlar, dokular veya hücreler üzerinde yan etkilere neden olmadan ilacın terapötik etkilerini arttırmaktır. Genel olarak, hedeflenen bir ilaç dağıtım sistemi; hedeflenen bir ilaç, bir taşıyıcı ve bir ligandan oluşur. Günümüzde kanser hücrelerine ilaç dağıtımını hedeflemek için taşıyıcılar olarak manyetik nanoparçacıkların kullanılması daha yaygındır. Manyetik nanopartiküllerin kanser hücrelerine hedefli transferi aktif ve inaktif olmak üzere iki tip yöntemle yapılır; EPR fenomenine dayanan pasif hedefleme yönteminde nanopartiküller tümöre, aktif hedefleme yönteminde ise manyetik nanopartiküller, harici bir manyetik alan ve kanser hücrelerine spesifik olarak bağlanan moleküler ligandlar kullanılarak tümörlere yönlendirilir.

3. Tümörlere Hedefli Transfer İçin Manyetik Nanopartiküllerin Temel Özellikleri;

Tıbbi uygulamalarda diğer dokulara zarar vermeden hedefe yönelik ilaç iletimi ve kullanımını sağlamak için aşağıdaki temel özelliklere sahip manyetik nanoparçacıkların kullanımı tercih edilmektedir.

- Kan pıhtılarını, arterlerin tıkanmasını ve manyetik artıkların mevcudiyeti sorununu önlemek için, küçük ferromanyetik veya ferromanyetik nanoparçacıklarda gözlemlenen süperparamanyetik özelliklerin varlığı gereklidir.
- Parçacıkların kan dolaşımından hızla çıkmasına neden olan plazma proteinleri gibi biyolojik elementlerin emilimini önlemek için Nanopartiküllerin yüzeyinde hidrofilik bir kaplama olması gerekmektedir.
- Vücudun ve vücudun fagositik sisteminin daha fazlasını gizlemek ve kandaki nanopartiküllerin yarı ömrünü artırmak için küçük, uygun bir hidrodinamik boyuta ihtiyaç vardır.
- İlaçları, proteinleri ve genetik materyali bağlamak için uygun şekil, boyut ve yüzey özelliklerine sahip olmalıdırlar.
- Sitotoksik değildirler ve insan vücudunun, suyun ve doğal pH'ın fizyolojik koşulları altında etkilidirler.

Bu nedenle, manyetik malzemeler arasında, demir oksit nanoparçacıkları, düşük toksisite, nanotaşıyıcı olarak yüksek konsantrasyon, ilaçların uygun kapsüllenmesi ve tıpta kullanım ve hedeflenen ilaç dağıtımı için yüksek biyoyumumluluk gibi uygun özelliklere sahip tek manyetik malzemelerdir.

4. Manyetik Nanoparçacıklarla Tümörleri Hedeflemek İçin Kullanılan Yöntemler

Bahsedildiği gibi, manyetik nanopartiküllerin kanser hücrelerine hedefli transferi, kısaca tanıtacağımız aktif ve inaktif olmak üzere iki tip yöntemle yapılmaktadır.

4.1 Aktif Hedefleme

Bu yöntemde, tümörde nanopartiküllerin güçlü bağlanmasına ve stabilitesine neden olan tümöre özgü polivalent moleküler ligandlar, kanser hücresi zarının yüzeyindeki sadece tümör hücrelerinde veya bunun fazlasında bulunan spesifik reseptörlerine spesifik olarak bağlanmak için eksprese edilir. Bu

nanoparçacıkların hedef konumuna bağlı olarak, farklı tipte moleküler ligandlar kullanılır. Bazen hücreye nüfuz eden katyonik peptitler, protaminler ve amino sentetik polimerler, spesifik olmayan ancak oldukça etkili olan alternatifler olarak kullanılır.

4.2 Pasif Hedefleme

Bu yöntem, iletim sisteminin özelliklerine ve hastalığın patolojisine dayanmaktadır. Nano ölçekte manyetik nanopartiküllerin sınırlı boyutu nedeniyle, bu partiküller geçirgenlik etkisine göre büyütülür ve biriken tümörü tutar. Katı bir tümörün damar sistemi, geniş gözeneklerinin yanı sıra kan damarlarının genişlemesi ve yüksek sızıntı gücü nedeniyle manyetik nanoparçacıkları kan dolaşımından ayırır ve tümörün damar gözeneklerinden geçerek kanserli dokuya girer.

Bu alandaki çalışmaların sonuçları, model farelerin katı tümörlerinde güçlendirilmiş bir şekilde EPR olgusunun, tümör bölgesinde nanopartiküllerin yüksek adsorpsiyonuna neden olduğunu göstermektedir. Kanserli tümör dokusu geniş mesafelere, gözeneklere ve yüksek sızıntı gücüne sahipken, damar sistemi endotel hücreleri normal dokuya yapışır ve birbirine yakındır. Nanopartiküllerin dokuya girmesini önleyen büyük bir bariyer görevi görürler. Böylece sağlıklı ve kanserli dokunun damar geçirgenliğindeki farklılık, tümör dokusunda nanoparçacıkların birikmesine neden olur.

5. Manyetik Nanoparçacıkların Kullanımıyla İlgili Sorunlar

Manyetik nanopartiküllere nasıl bağlandıklarının karmaşıklığı, ligand sentezinin yüksek maliyeti ve hücreye nüfuz eden peptitlerin düşük verimliliği, terapötik işlemlerde kullanımlarında sınırlamalara ve sorunlara yol açmıştır.

6. Bakteriyel Manyetozomlar

Bakteriyel manyetozomlar, manyetotaktik bakterilerde demir oksit nanoparçacıkları veya inorganik demir sülfür nanoparçacıkları oluşturan zarlı yapılarıdır. Bakteriyel demir oksit nanoparçacıklarını kullanmak için farklı manyetospirillum bakteri türleri kullanılır. Bu bakterinin manyetozomlarının yapısı Fe₃O₄'ten oluşur, 25-55 nm ölçülerinde yuvarlak kenarları olan kübik bir şekle sahiptir.

7. Bakteriyel Manyetozomların Kanser Tedavisinde Kullanımı

Manyetozomların yüzeyi, diğer ligandlara bağlanmalarına izin veren lipidler ve gliserol ile kaplıdır. Spesifik olarak, manyetozomların lipoprotein membranında, çeşitli biyoaktif moleküllere, antikanser ilaçlarına ve lipozomlara kovalent olarak bağlanma yeteneğine sahip birçok amino grubu vardır. Sonuç olarak manyetozomlar, kanser hücrelerine yüksek dozlarda spesifik ilaç iletimi için güçlü taşıyıcılar olarak kullanılabilir.

7.1 Termoterapi

Termoterapi, ısı enerjisinin dışarıdan canlı dokuya veya tam tersi şekilde aktarılmasına dayanır. Bu yöntemde, bir ısıtma ortamı olarak *M. gryphiswaldense* strain MSR-1 bakterisi kullanılır. Bir ısıtma ortamı olarak manyetozomların verimliliği, hücreler arasındaki reaksiyonlara ve fosfolipid zarı geçme yeteneğine büyük ölçüde bağlıdır.

7.2 Hipertermi

Hipertermi, termoterapiye dayalı tedavi protokollerinden biridir. Bu yöntemde ısıya duyarlı kanser hücreleri yüksek ısı ile yok edilir. Bu yöntem radyoterapi ve kemoterapi gibi diğer yöntemlerle birlikte kullanılır. Hipertermi, hipoksik neoplastik hücrelere oksijen dağıtımını ve kan akışını artırarak kemoterapi ilaçlarının emiliminin artmasına neden olur. Bu yöntemde spesifik olmayan sıcaklık artışı çevredeki canlı hücrelere zarar verir, *Magnetospirillum magneticum* strain AMB-1 izole edilen ve bir protein zinciri ile bağlanan manyetozomlar kullanılır. Çünkü salınımlı bir manyetik alanda kontrollü bir şekilde ısı üretebilirler. Deneysel çalışmalar, manyetozom zincirinin etkisinin, kanser hücrelerinin çoğalmasını önlemek için bireyinkinden çok daha büyük olduğunu göstermiştir.

SONUÇ

Son yıllarda, kanserin düşük komplikasyonlu yöntemlerle hedefe yönelik tedavisi bilim camiasında sıcak bir konu olmuştur. Bu nedenle, bu makalede, bakteriyel manyetozomların biyolojik yapılarının

etkisi ve işlevi incelenerek, Kanserin yeni tedavi ve tanı yöntemlerinden biri olarak bahsedildi Termoterapi, hipertermi, yöntemlerin kullanımı kanser önleyici ilaçların ve ayrıca kanser hücrelerinin seçici olarak öldürülmesi Alternatif bir manyetik alanla (AMF), kanserin hedefe yönelik tedavisinde faydalı olmuştur. Ayrıca manyetozomların biyoyumluluğu onları insan vücudunun iç koşullarıyla daha uyumlu hale getirmiştir. Ve yan etkileri en aza indirerek iyi bir etki bırakırlar. Ancak bu alandaki çalışmalar ve araştırmalar henüz başlangıç aşamasındadır. Bu bakterilerin izolasyonu ve zor kültürü hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- [1] J. Gallo, N. J. Long, E. O. Aboagye, *Chemical Society Reviews*, 42 (2013) 7816-7833
- [2] J. Gallo, N. J. Long, E. O. Aboagye, *Journal of magnetism and magnetic materials*, 202 (1999) 554-564.
- [3] M. Heidarimajid, D. Asgari, J. Barar, H. Valizadeh, V. Kafil, A. Abadpour, E. Moumivand, J. S. Mojarrad, M. R. Rashidi, G. Coukos, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 106 (2013) 117- 125.
- [4] J. Gautier, E. Allard-Vannier, E. Munnier, M. Souce, I. Chourpa, *Journal of Controlled Release*, 169 (2013) 48-61.
- [5] A. J. Cole, V. C. Yang, A. E. David, *Trends in biotechnology*, 29 (2011) 323-332
- [6] R. K. Jain, T. Stylianopoulos, *Nature reviews clinical oncology*, 7 (2010) 653-664
- [7] Sun, J.B., Duan, J.H., Dai, S.L., Ren, J., Guo, L., Jiang, W. and Li, Y., 2008. Preparation and anti-tumor efficiency evaluation of doxorubicin-loaded bacterial magnetosomes: Magnetic nanoparticles as drug carriers isolated from *Magnetospirillum gryphiswaldense*. *Biotechnology and bioengineering*, 101(6), pp.1313-1320.
- [8] Sun, J.B., Duan, J.H., Dai, S.L., Ren, J., Zhang, Y.D., Tian, J.S. and Li, Y., 2007. In vitro and in vivo antitumor effects of doxorubicin loaded with bacterial magnetosomes (DBMs) on H22 cells: the magnetic bio-nanoparticles as drug carriers. *Cancer letters*, 258(1), pp.109-117
- [9] Mannucci, S., Ghin, L., Conti, G., Tambalo, S., Lascialfari, A., Orlando, T., Benati, D., Bernardi, P., Betterle, N., Bassi, R. and Marzola, P., 2014. Magnetic nanoparticles from *Magnetospirillum gryphiswaldense* increase the efficacy of thermotherapy in a model of colon carcinoma. *PloS one*, 9(10), p.e108959.
- [10] Alphanđery, E., Guyot, F. and Chebbi, I. 2012. Preparation of chains of magnetosomes, isolated from *Magnetospirillum magneticum* strain AMB-1 magnetotactic bacteria, yielding efficient treatment of tumors using magnetic hyperthermia – *Int. J. Pharm.* 434: 444-452.
- [11] Komeili, A., Zhuo Li and D. K. Newman "Magnetosomes Are Cell Membrane Invaginations Organized by the Actin-Like Protein MamK" *Science*, 311, Jan. 2006, p. 242-245
- [12] Strebhardt, K. and A. Ullrich, Paul Ehrlich's magic bullet concept: 100 years of progress. *Nature Reviews Cancer*, 2008, 8(6): p. 473-480.
- [13] Sinha, R., Kim, G.J., Nie, S. and Shin, D.M. 2006. Nanotechnology in cancer therapeutics: bioconjugated nanoparticles for drug delivery. – *Mol. Cancer. Ther.* 5: 1909-1917.
- [14] Hergt, R., Dutz, S., Müller, R. and Zeisberger, M. 2006. Magnetic particle hyperthermia: nanoparticle magnetism and materials development for cancer therapy. – *J. Phys. Condens. Matter* 18: S2919.
- [15] Alphanđery E, Faure S, Seksek O, Guyot F, Chebbi I. Chains of magnetosomes extracted from AMB-1 magnetotactic bacteria for application in alternative magnetic field cancer therapy. *ACS Nano*. 2011 Aug 23;5(8): 6279-96. doi: 10.1021/nn201290k. Epub 2011 Jul 14.

ÇEVRE DOSTU YANGINLA MÜCADELE KÖPÜK KONSANTRELERİ YOLUNDA

Necmi C. Özdemir

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2914-3577

Cihan Aktaş

Kolagom Kimyasallar San. Tic. Ltd. Şti., Laboratuvar Deney Sorumlusu
cihan@kolagom.com

Özet

Köpük, köpük konsantrelerinin su ve hava ile birleşmesi ile oluşmaktadır. Yangın söndürme köpükleri kullanım kolaylığı ve yangın söndürmede ki etkinliği açısından düşünüldüğünde, pratik ve diğer birçok yöntemle göre daha az maliyetli bir yangına müdahale yöntemidir. Yangın söndürme köpük konsantrelerinin yangına müdahale amacıyla kullanıldığı yerler çok değişkenlik göstermektedir. Yangın söndürme köpük konsantreleri orman bölgelerinden petrol tesislerine kadar birçok alanda kullanım için uygundur. Yangın söndürme köpük konsantreleri kullanım esnasında büyük oranda su ile seyreltildikleri için zararlılıkları önemsenmeyecek kadar azalmaktadır. Fakat konsantre hallerinde insan sağlığı açısından birtakım zararlılıklara sebep olabilmektedirler. İşte bu sebepleri ortadan kaldırmak veya en az düzeye indirebilmek için birtakım çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar kullanılan hammaddelerin zararlılıkları dikkate alınarak yapılmaktadır. Geçtiğimiz aylarda ormanlık bölgelerde çıkan yangınlardan dolayı, doğal yaşam olumsuz şekilde etkilenmiştir. Orman yangınlarında kullanılan köpük konsantreleri yüksek genleşmeli sınıfta yer aldıkları için, bildiride yer alan çalışmalar da yüksek genleşmeli köpük konsantrelerinin formülleri baz alınarak yapılmıştır. Bu bildiri; yüksek genleşmeli yangın söndürme köpük konsantrelerinin zararlılıklarını en az düzeye indirmek için yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Köpük konsantresi, yangın, çevre dostu köpük.

ON THE WAY OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FIREFIGHTING FOAM CONCENTRATES

Abstract

Foam is formed by the combination of foam concentrates with water and air. When considered in terms of ease of use and effectiveness in fire extinguishing, fire extinguishing foams are a practical and less costly fire response method than many other methods. The places where fire extinguishing foam concentrates are used for firefighting vary widely. Firefighting foam concentrates are suitable for use in many areas from forest areas to oil facilities. Since fire extinguishing foam concentrates are diluted with water to a large extent during use, their hazards are negligibly reduced. However, in concentrated form, they can cause some harmful effects in terms of human health. Some studies are being carried out to eliminate or minimize these reasons. These studies are carried out taking into account the harmfulness of the raw materials used. Due to the fires in forest areas in the past months, natural life has been adversely affected. Since the foam concentrates used in forest fires are in the high-expansion class, the studies in this paper were also based on the formulas of high-expansion foam concentrates. This paper; It covers the studies carried out to minimize the harmfulness of high expansion fire extinguishing foam concentrates.

Keywords: Foam concentrate, fire, environmentally friendly foam.

1. GİRİŞ

Yangın söndürme köpükleri; köpük konsantresi, su ve havanın basınç altında birleşimi ile oluşan kabarcıklar bütünüdür. Bu kabarcıkların oluşmasındaki ana etken, köpük konsantreleridir. Yangın söndürme köpükleri, yangın üçgenini oluşturan oksijen, yanıcı malzeme ve ısı bileşenlerinden birini veya birkaçını ortamdaki uzaklaştırarak etki gösterir. Yüksek genleşmeli yangın söndürme köpük konsantreleri, kendi hacimlerinin iki yüz katından fazla oranda genleşen köpük konsantreleri olarak tanımlanabilirler. Bu köpük konsantreleri küçük hacimlerdeki köpük konsantresi ile büyük hacim köpük

oluşturup geniş bir alanı kapatarak yangını söndürmeyi başarabilirler. Yüksek genleşmeli yangın söndürme köpük konsantreleri, kapalı alanlarda kullanılabilirdiği gibi orman yangınlarında da kullanılabilir. Bu sebeple çalışmalarımızı yüksek genleşmeli yangın söndürme köpük konsantrelerinin formülleri üzerinden gerçekleştirdik.

2. TANIMLAR VE BİLGİLENDİRME

2.1. Yangın Söndürme Köpüğünün Bileşenleri

Yangın söndürme köpükleri genel olarak; yüzey aktif maddeler, çeşitli çözücü maddeler, polimer film oluşturucu maddeler ve sulu film oluşturucu florokarbon içerikli kimyasallardan oluşmaktadır. Bu durum, üreticiye göre farklılık gösterebilir. Burada kullanılan florokarbon içerikli kimyasallar, C6 (Altı karbon) teknolojisi ile üretilen kimyasallardır. PFOS (Perflorooktan sülfonat) veya PFOA (Perflorooktanoik asit) içermezler.

2.1.1. Yangın Söndürme Köpüğü Bileşenlerinin Tanımları

Yangın söndürme köpüklerinin üretiminde kullanılan hammaddeleri köpük konsantresine etkisi bakımından gruplandırmamız mümkündür. Bu gruplandırma şu şekilde olabilir;

2.1.1.1. Yüzeysel Aktif Maddeler: Yüzeysel aktif maddeler, yüzeysel gerilimini düşüren maddelerdir. Yangın söndürme köpüklerine köpürme özelliği kazandıran ana hammaddelerdir. Yangın söndürme köpüklerinin genleşme özellikleri dikkate alınarak oranı ve türü değişiklik gösterebilir.

2.1.1.2. Çözücü Maddeler: Çeşitli çözücü maddeler, genel olarak yüzeysel aktiflerin daha iyi çözünmesi, yangına dayanımı artırmak ve donma noktasını düşürmek gibi özelliklerinden faydalanılır. Genelde glikol türevleri kullanılmaktadır.

2.1.1.3. Polimer Film Oluşturucu Maddeler: Alkol yangınlarında kullanılan alkole dayanıklı köpük konsantrelerinin üretiminde kullanılan polimer film oluşturucu maddeleri kapsar. Bu maddelerin olmadığı durumlarda polimer film oluşmaz ve dolayısı ile alkol yangınlarını söndürmek imkansızlaşır.

2.1.1.4. Sulu Film Oluşturucu Florokarbon İçerikli Maddeler: Bu maddeler sulu film oluşturan florokarbon içerikli kimyasallardan oluşmaktadır. Yanan yakıtın üzerinde kapatıcı bir film oluşturarak oksijen ile teması keserler. Bu şekilde yangının sönmesini sağlarlar.

2.1.1.5. Diğer Katkı Maddeleri: Yangın söndürme köpüğü formüllerine katılarak çeşitli özelliklerinden faydalanılan birtakım maddeleri kapsar. Bu maddeler farklılık gösterebilir. Kullanımı üreticinin isteğine bağlıdır.

2.2. Yüksek Genleşmeli Yangın Söndürme Köpükleri

Yüksek genleşmeli yangın söndürme köpük konsantreleri, Türk Standartları Enstitüsü'nün kabul edip uygulamaya koyduğu Avrupa standartlarından ikincisinin (TS EN 1568-2) kapsamına girmektedir. Bu standart için yapılan ürünler en az iki yüz kat kadar genleşme sağlamalıdır. Bu alt sınır olarak kabul edilen genleşme miktarıdır. Ortalama bir yangın söndürme köpüğü 300 ile 500 kat aralığında genleşme sağlayabilir. Fakat çok yüksek miktarda genleşen bir yangın söndürme köpüğü kendi hacminin 1000 katına kadar genleşebilir.

Yüksek genleşmeli köpük konsantreleri genel olarak yüzeysel aktif maddeler ve çözücü maddelerden oluşmaktadır. Polimer film oluşturucu maddeler ve sulu film oluşturucu maddeler genleşme miktarını düşürücü yönde etki yaptığı için kullanımları tercih edilmemektedir. Ancak uzun süren drenaj süresi istenildiği durumlarda polimer film oluşturucu maddelerden bir miktar kullanılabilir.

2.3. Hammaddelerin Zararlılıkları ile İlgili Yönetmelik ve Bilinmesi Gereken Hususlar

Yangın söndürme köpüklerinin yüzeysel aktif maddeler, çeşitli çözücü maddeler, polimer film oluşturucu maddeler ve sulu film oluşturucu florokarbon içerikli kimyasallardan oluştuğundan daha önce bahsetmiştik. Kullanılan bu hammaddeler kimyasal ürünler oldukları için birtakım zararlılıkları bulunmaktadır. Ülkemizde “Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında

Yönetmelik (R.G. 13.12.2014-29204)” tüm tehlikeli kimyasalların sınıflandırılması, etiketlenmesi ve ambalajlanması hakkında standartlar ve uygulanacak yöntemleri belirlemiştir. Bu yönetmelik dahilinde hazırlanan güvenlik bilgi formları, ürünlerin zararlılıklarının hesaplanması yolu ile hazırlanmaktadır. Güvenlik bilgi formları (Material Safety Data Sheet-MSDS), hem hammaddeler hem de nihai ürünler için hazırlanmaktadır. Hammaddede üreticileri satışa sunduğu tüm hammaddeler için güvenlik bilgi formu hazırlatıp istenildiği takdirde müşteriye sunmak zorundadır. Hammaddelerin güvenlik bilgi formlarındaki zararlılıkları genel literatürden sağlanabilmektedir. Fakat yangın söndürme köpükleri gibi karışım ürünlerde hem hammaddede kullanım oranları azalmakta hem de zararlılıkların eklenmesi durumları ortaya çıkmaktadır. Biz zararlılıkların eklenebilmesi için, Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik ekinde geçen eklenebilirlik metodundan faydalandık.

2.4. Zararlılık İfadelerinin Açıklamaları

Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik (R.G. 13.12.2014-29204)’te geçen zararlılık ifadelerinin (H ile başlayan kodlar) açıklamaları yine aynı yönetmelikte yazmaktadır. Yetmiş beş adet zararlılık kodu bulunmaktadır. Bildiride geçen zararlılık kodlarının açıklamaları aşağıda belirttiğimiz gibidir;

H 332: Solunması halinde zararlıdır.

H 312: Cilt ile teması halinde zararlıdır.

H 302: Yutulması halinde zararlıdır.

H 318: Ciddi göz hasarına yol açar.

H 319: Ciddi göz tahrişine yol açar.

H 314: Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına yol açar.

H 315: Cilt tahrişine yol açar.

2.5. CESIO Hakkında Bilinmesi Gerekenler

Özellikle dünya çapındaki önemli yüzey aktif madde üreticilerinin üye oldukları ve yüzey aktiflerin kullanım miktarlarına göre zararlılıklarının belirlendiği CESIO – Avrupa Organik Yüzey Aktif Maddeler ve Ara Maddeleri Komitesi’nin (CESIO – European Committee of Organic Surfactants and their Intermediates) raporları da yüzey aktif maddelerin zararlılıklarının belirlenmesi ve hesaplanması konusunda oldukça yardımcı olmaktadır. Yaptığımız çalışmaların zararlılık hesaplamalarında bu raporlardan da faydalandık. Hammaddelerin seyreltilmemiş hallerindeki zararlılıkları bellidir. Fakat karışımlardaki oranları düşük oldukları ve buna bağlı olarak zararlılıkları da düşük olacağı için CESIO’nun raporları önem kazanmaktadır. Aşağıdaki fotoğrafta bulunan tablo CESIO raporundan bir kesiti göstermektedir. Bu tablo kesitinden de anlaşılacağı gibi oran değiştikçe zararlılıkların türü de değişmektedir.

ANIONIC SURFACTANTS, OTHERS

62

Back to MENU

Recommended CAS Number	EC-Number / List-Number	Chemical Name	#	CESIO CLP Classification					CESIO DN-GHS Classification						
				Hazard Class and Category	Hazard Statement*	Signal Word	CLP Pictograms*	Hazard Class and Category	Hazard Statement*	Signal Word	GHS Pictograms*				
68439-57-4	931-534-0	Sulfonic acids, C14-16 (even numbered) -alkane hydroxy and C14-16 (even numbered) -alkene, sodium salts	14-16	-	Na	100	-	ENV: NC HR: Eye Dam. 1 Skin Irrit. 2	ENV: NC HR: H315 H318	ENV: - HR: Danger	ENV: - HR: GHS05	ENV: Acute 2 HR: Acute Tox. 5 (oral) Eye Dam. 1 Skin Irrit. 2	ENV: H401 HR: H303 H315 H318	ENV: - HR: Danger	ENV: - HR: GHS05 GHS07
68439-57-4	931-534-0	Sulfonic acids, C14-16 (even numbered) -alkane hydroxy and C14-16 (even numbered) -alkene, sodium salts	14-16	-	Na	> 38	-	ENV*** HR: Eye Dam. 1 Skin Irrit. 2	ENV*** HR: H315 H318	ENV: - HR: Danger	ENV: - HR: GHS05	ENV*** HR: Acute Tox. (oral)***** Eye Dam. 1 Skin Irrit. 2	ENV*** HR: H305***** H315 H318	ENV: - HR: Danger	ENV: - HR: GHS05 GHS07
68439-57-4	931-534-0	Sulfonic acids, C14-16 (even numbered) -alkane hydroxy and C14-16 (even numbered) -alkene, sodium salts	14-16	-	Na	5 < C ≤ 38	-	ENV*** HR: Eye Irrit. 2 Skin Irrit. 2	ENV*** HR: H315 H319	ENV: - HR: Warning	ENV: - HR: GHS07	ENV*** HR: Eye Irrit. 2B Skin Irrit. 2	ENV*** HR: H315 H320	ENV: - HR: Warning	ENV: - HR: GHS07
68439-57-4	931-534-0	Sulfonic acids, C14-16 (even numbered) -alkane hydroxy and C14-16 (even numbered) -alkene, sodium salts	14-16	-	Na	≥ 5	-	ENV*** HR: Skin Irrit. 2	ENV*** HR: H315	ENV: - HR: Warning	ENV: - HR: GHS07	ENV*** HR: Skin Irrit. 2	ENV*** HR: H315	ENV: - HR: Warning	ENV: - HR: GHS07

* For further explanation on hazard statements and pictograms see at the end of the table.

* For further explanation on hazard statements and pictograms see at the end of the table.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Geçtiğimiz aylarda, ülke genelinde ormanlık alanlarda çıkan yangınlarda kullanılan yangın söndürme köpükleri yüksek genleşmeli yangın söndürme köpükleri sınıfında yer almaktadır. Bu sebeple çalışmalarımızı yüksek genleşmeli yangın söndürme köpükleri üzerinden gerçekleştirdik. Yüksek genleşmeli köpük konsantrelerinin genel olarak yüzey aktif maddeler ve çözücü maddelerden oluştuğundan bahsetmiştik. Bu sebeple ürünü oluşturan hammaddeleri ayrı ayrı gruplandırdık. Yüzey aktif maddelerden ve çözücü maddelerden kullanılabilir hammaddeyi belirledik. Bu aşamadan sonra belirlediğimiz hammaddeler ile sabit bir formül üzerinden çalışmalar yaptık. Yapılan çalışmaların testlerini yaparak bunları kayıt altına aldık. Bu testlerin sonuçlarına göre hangi hammaddenin yüksek genleşmeli yangın söndürme köpüklerinin üretiminde kullanılabilirliği konusunda yorumlarda bulunduk.

3.1. Hammadde Gruplarının Belirlenmesi

3.1.1. Yüzey Aktif Maddeler

Yangın söndürme köpüklerinin genleşme özellikleri dikkate alınarak, kullanılacak yüzey aktif madde oranının ve türünün değişiklik gösterebileceğinden bahsetmiştik. Yüzey aktif maddenin köpürme oranı, kullanılan yüzey aktif maddenin karbon zinciri ve zincirin ne kadar dallanmış olduğuna göre değişiklik gösterebilir. Genel olarak karbon sayısı azaldıkça ve dallanma azaldıkça köpürme oranının azaldığından bahsetmek mümkündür. Bu çalışmada 25'e yakın yüzey aktif madde ile çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen değerler aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

3.1.2. Çözücü Maddeler

Yangın söndürme köpüklerinde genel olarak glikol türevi çözücü maddeler kullanılmaktadır. Bunların yanında kullanılabilir hammaddeyi zararlılıkları aşağıda Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Yangın Söndürme Köpüklerinde Kullanılan Çözücülerin Zararlılıkları

Ürün Adı	SEA / Sınıfı, Zararlılık İfadeleri	
Etilen glikol mono butil eter	Akut Tok 4*	H 332
	Akut Tok 4*	H 312
	Akut Tok 4*	H 302
	Göz Tah. 2	H 319
	Cilt Tah. 2	H 315
Etilen glikol	Akut Tok 4*	H 302
Hegzilen glikol	Göz Tah. 2	H 319
	Cilt Tah. 2	H 315
Di etilen glikol mono butil eter	Göz Tah. 2	H 319
Di propilen glikol mono metil eter	-	-
Propilen Glikol	-	-

Hammadde güvenlik bilgi formlarından elde edilen bilgiye göre Tablo 1'de belirtilen çözücülerden ilk dört tanesi çeşitli zararlılıklara sahiptir. Di propilen glikol mono metil eter ve propilen glikol de ise herhangi bir zararlılık bulunmamaktadır.

3.2. Ana Formül Belirlerken Yapılan Ön Çalışmalar

Orman bakanlığı için yapılan köpük konsantreleri %0,1-1 konsantrasyonunda kullanıldığı için, ürünleri %1 konsantrasyonunda oluşturacağı genleşme miktarlarını baz aldık. %1 konsantrasyondan kasıt 1 birim köpük konsantresi ve 99 birim su karışımının oluşturduğu genleşme miktarıdır. Genleşme miktarları bulunurken pratik olması için ilk etapta derecelendirilmiş mikser yardımı ile köpürme oranları ölçülmüştür. Buradaki sonuca göre standartta tarif edilen metoda göre genleşme testleri yapılmıştır. Yapacağımız çalışmalarda amaç zararlılığı en aza indirilmiş ürün tasarlamak olduğu için, di propilen glikol mono metil eter veya propilen glikol hammaddelerinden biri ile çalışmaya karar verdik. İkisi arasında tercih yapabilmek için bu iki kimyasal aynı oranda kullandığımız birer formül oluşturduk ve

yapılan numunelerin genişleme oranlarını kıyasladık. Oluşturduğumuz formüller ve formüllerin sonuçları aşağıda Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Ana Formül İçin Yapılan Çalışmalar

Kullanılan Hammadde Cas No veya Adı	Form ül-1	Form ül-2	Form ül-3	Form ül-4	Form ül-5	Form ül-6	Form ül-7	Form ül-8
85536-14-7	4	4	8	8	16	16	10	10
34590-94-8	4	-	8	-	16	-	20	-
57-55-6	-	4	-	8	-	16	-	20
7732-18-5	92	92	84	84	68	68	70	70
Kullanılan cihaz	Derecelendirilmiş mikser ile köpürtme işlemi yapılmıştır. %1’lik 100 ml çözelti kullanılmıştır.							
Genleşme	5 kat	3 kat	11 kat	9 kat	22 kat	22 kat	21 kat	11,5 kat
Zararlılıkları	H315 H318	H315 H318	H314 H318	H314 H318	H314 H318	H314 H318	H314 H318	H314 H318

Tablo 2’deki değerleri incelediğimizde formül-1’den formül-4’e kadar çalışılan numunelerin yeterince köpürmediği gözlemlenmiştir. Bunun üzerine formül-5 ve formül-6 çalışılmıştır ve yeterli seviyede köpük oluşmuştur. Ancak yüzey aktif oranı azaltılarak zararlılık oranı azaltılacağından dolayı formül-7 ve formül-8 çalışılmıştır. Burada şu farkedilmiştir; di propilen glikol mono metil eter ve propilen glikol hammaddelerinin köpürme üzerine etkileri farklı olmuştur. Aynı oranlarda kullanıldıklarında di propilen glikol mono metil eterli formül daha yüksek köpürme sağlamıştır. Bu durumda genel çalışmalarda di propilen glikol mono metil eter kullanmaya karar verilmiştir. Yapılacak genel çalışmalarda kullanılacak formül, formül-7 baz alınarak oluşturulmuştur. Bu formülde farklılık oluşturacak şey değişecek yüzey aktif madde türüdür. Çözücü türü ve oranı değişmeyecektir. Bu durumda yüzey aktif etkisini daha belirgin şekilde görmemiz mümkün olacaktır. Zararlılık oranları eklenebilirlik metodu ve cesio raporlarından alınan bilgilere göre hesaplanıp tabloya eklenmiştir. Bu zararlılıklar her yüzey aktif için ayrı ayrı hesaplanıp bir sonraki tabloda da belirtilecektir. Köpürme oranları ve zararlılıklar kıyaslanarak hangi yüzey aktifin kullanılacağına karar verilecektir.

3.3. Yüzey Aktif Maddelerin Köpürme Oranları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Formül-7 baz alınarak yapılan çalışmalar Tablo-3.1 ve Tablo-3.2’de yazıldığı gibidir. Bu çalışmalarda köpürme oranları ve su oranı değişmemiş, sadece yüzey aktif türü değişmiştir. Genleşme ve zararlılık oranları da tabloda belirtilmiştir.

Tablo 3.1 Yüzey Aktif Madde Değişkenliğinde Oluşan Genleşme Miktarları ve Zararlılıkları

Kullanılan Hammadde Cas No veya Adı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
85536-14-7	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
85536-14-7	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
68891-38-3	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
68439-57-6	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
161074-97-1	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
68515-73-1	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
68515-73-1	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	
500-344-6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	
68155-06-6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	
66455-29-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	
68515-73-1 + 110615-47-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	
68155-09-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	
61788-90-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	
<u>32612-48-9</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
1643-20-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
34590-94-8	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
7732-18-5	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
Kullanılan cihaz	Derecelendirilmiş mikser ile köpürtme işlemi yapılmıştır. %1'lik 100 ml çözelti kullanılmıştır.															
Genleşme	21 kat	21 kat	20,5 kat	21 kat	5 kat	6,5 kat	7,5 kat	9 kat	10 kat	9 kat	8 kat	12 kat	8,5 kat	9 kat	6 kat	
Zararlılıkları	H31 4 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 9	H31 8	H31 8	H31 8	H31 5 H31 9	H31 8	H31 9	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8

Tablo 3.2 Yüzey Aktif Madde Değişkenliğinde Oluşan Genleşme Miktarları ve Zararlılıkları
 (Tablo 3.1 'in devamıdır)

Kullanılan Hammadde Cas No veya Adı	16	17	18	19	20	21	22	23	24
85711-69-9	10	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>142-87-0</u>	-	10	-	-	-	-	-	-	-
577-11-7	-	-	10	-	-	-	-	-	-
61789-40-0	-	-	-	10	-	-	-	-	-
90583-19-0	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Texapon SB 3IS	-	-	-	-	-	10	-	-	-
68649-29-6	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<u>97862-59-4</u>	-	-	-	-	-	-	-	10	-
3332-27-2	-	-	-	-	-	-	-	-	10
34590-94-8	20	20	20	20	20	20	20	20	20
7732-18-5	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Kullanılan cihaz	Derecelendirilmiş mikser ile köpürtme işlemi yapılmıştır. %1'lik 100 ml çözelti kullanılmıştır.								
Genleşme	8 kat	6 kat	7 kat	11 kat	10 kat	9 kat	6 kat	10 kat	9 kat
Zararlılıkları	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 9	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8	H31 5 H31 8

3.4. Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'deki Sonuçların Değerlendirilmesi

Orman yangınları için yapılan köpük konsantrelerinin TS EN 1568/2 Standardına göre yapılan testlerinde, genişleme miktarları 330 kat ve üzerinde çıkmıştır. Aynı ürünlerin derecelendirilmiş mikserde yapılan genişleme testleri ise 18 kat ve üzerinde çıkmıştır. Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'deki sonuçlar dikkate alındığında derecelendirilmiş mikserde 18 kat ve üzerinde genişleyen numuneler belirlenmiştir. Buna göre Tablo 3.1'de 1, 2, 3 ve 4. numuneler 18 kat ve üzerinde genişlediği için bu numunelerin TS EN 1568/2 Standardına göre testlerinin yapılmasına karar verilmiştir.

Tablo 3.2 Seçilen Numunelerin TS EN 1568/2'ye Göre Genişleme Miktarları ve Zararlılıkları

Kullanılan Hammadde Cas No veya Adı	1	2	3	4
85536-14-7	10	-	-	-
85536-14-7	-	10	-	-
68891-38-3	-	-	10	-
68439-57-6	-	-	-	10
34590-94-8	20	20	20	20
7732-18-5	70	70	70	70
Kullanılan cihaz	TS EN 1568/2'ye Uygun Genişleme Cihazı			
TS EN 1568/2 Standardına göre Genişleme	396 kat	392 kat	385 kat	390 kat
Zararlılıkları	H314 H318	H315 H318	H315 H318	H315 H319

Yapılan testler sonucunda belirlenen numunelerin test sonuçları tabloda verilmiştir. Bu sonuçlara göre yapılan çalışmaların 200 kat ve üzerinde genişlediği gözlenmiştir. Bu durumda yüksek genişleme sınıfında bu formüller değerlendirilebilir. Zararlılıkları dikkate alındığında ise 4. numune diğerlerine göre daha zararsız olarak belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR

- Yüksek genişlemeli yangın söndürme köpük konsantrelerinin çözelti hallerinin çevreye ve insan sağlığına zararları önemsenmeyecek kadar azdır. Konsantre hallerinin ise çevreye karşı bir zararının olmadığı fakat insan sağlığı üzerinde birtakım zararlılıkları olabileceği teknik verilerden faydalanılarak hesaplanmıştır.
- 1, 2 ve 3. numuneler insanlarda cilt tahrişine ve ciddi göz hasarına yol açar. 4. numune ise insanlarda cilt tahrişine ve ciddi göz tahrişine yol açar. Bu bağlamda 4. numunenin zararlılığı diğerlerine göre daha az olmaktadır.
- 24 numune arasından seçtiğimiz 4 numune baz alınarak yapılan sıralamada zararlılıklarına göre numuneler 4>1=2=3 şeklinde sıralanmaktadır.
- Çok büyük bir fark olmamakla beraber, 24 numune arasından seçtiğimiz 4 numune baz alınarak yapılan sıralamada genişlemelerine göre numuneler 1>2>4>3 şeklinde sıralanmaktadır.
- Hem genişmesi hem de zararlılığı baz alındığında 4. formül en uygun formül olarak belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Yapılan çalışmalar orman bölgelerinde çıkan yangınlara müdahalede kullanılan yangın söndürme köpük konsantrelerinin çevreye ve insana olan zararları üzerinden yola çıkılarak yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda konsantre hallerinde de çözelti hallerinde de çevreye karşı zararları yoktur. Fakat insanların cilt ve gözlerine zarar verebilirler. İnsanlara karşı zararlarının olmaması için formüldeki yüzey aktif oranının azaltılması gerekmektedir. Ancak bu durumda genişmeleri de istenilen seviyenin altına düşmektedir. Yapılan çalışmalar orman bölgelerinde çıkan yangınlara müdahalede kullanılan yangın söndürme köpük konsantrelerinin çevreye ve insana olan zararları üzerinden yola çıkılarak yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda konsantre hallerinde de çözelti hallerinde de çevreye karşı zararları yoktur. Fakat canlıların cilt ve gözlerine zarar verebilirler. Canlılara karşı zararlarının olmaması için formüldeki

yüze aktif oranının azaltılması gerekmektedir. Ancak bu durumda genleşmeleri de istenilen seviyenin altına düşmektedir. Bu durumda orman yangınlarında kullanılan %1 konsantrasyondaki köpük konsantreleri yerine %3 ve %6 konsantrasyonlara geçilmesi daha uygun olabilir. Böylelikle hem zararlılıkları azalmış olacak hem de genleşmeleri istenilen düzeyde olabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu bildiri hazırlanırken doğrudan veya dolaylı yoldan emeği geçen tüm Kolagom Kimya çalışanlarına teşekkür ederiz. Ayrıca, FCEF başta olmak üzere bu yolda bizi yalnız bırakmayan tüm dostlarımıza da saygılar sunarız.

KAYNAKLAR

- Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-1 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulana Orta Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
- Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-2 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulana Yüksek Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
- Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-3 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulana Düşük Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
- Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-4 Suyla Karışabilen Sıvıların Yüzeyine Uygulana Düşük Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018
- Zararlı maddeler ve karışımlara ilişkin güvenlik bilgi formları hakkında yönetmelik (R.G 13.12.20214-29204)
- Kolagom Kimyasallar San. Tic. Ltd. Şti., Güvenlik Bilgi Formları, 05.05.2021
- Cesio Surfactant Europe, Cesio C&L tavsiyeleri, 2021
- Galioğlu Atıcı, O., Yüze Aktif Maddeler Kimyası ve Endüstriyel Uygulamaları, İstanbul: İTÜ Vakfı Yayınları, 2016

SÖNDÜRME SİSTEMLERİNDE YANLIŞ ALARM SONUCU BOŞALTIM ÖNLENME YÖNTEMLERİ

Abdullah Yüksel

Elektronik ve Haberleşme Mühendisi, Bilgi Elektronik, İstanbul Türkiye
abdullah.yuksel@bilgielektronik.com.tr (ORCID: 0000-0002-8761-6152)

Özet

Söndürme sistemlerini, fonksiyonel anlamda yangın algılama ve yangına müdahale etme olarak iki guruba ayırabiliriz. Söndürme sistemlerini yangın algılama sistemlerinden ayıran ve kritik öneme sahip olan yangına müdahale edebilme yeteneği, söndürme sistemlerinde halen geliştirilmeye açık bir konu olmaktadır. Yangına müdahale ile ilgili hatalı yangın algılama ve oluşabilecek cihaz hataları sonucunda söndürme kimyasalının korunan önemli odaya boşaltılmasını önleme yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Hatalı boşaltımın büyük maddi zararlara yol açabilmesinden dolayı bu konu önem arz etmektedir. Söndürme sistemlerinde hatalı boşaltımın önüne geçebilmek için doğrulama ve önleme yöntemleri anlatılmıştır. Bu yöntemlerin algılama noktasında yetersiz kalmasından dolayı bu bildiriye genelde kullanılan yöntemlere ek olarak double signal metodu geliştirilerek hatalı boşaltımı henüz algılama safhasında önlemek hedeflenmiştir.

Anahtar Sözcükler: söndürme sistemleri, hatalı boşaltım önleme yöntemleri, double signal

METHODS TO PREVENT DISCHARGE RESULTING FALSE ALARM IN EXTINGUISHING SYSTEMS

Abstract

Extinguishing systems can be divided into two functional groups as fire detection and fire intervention. The ability to intervene in fire, which distinguishes extinguishing systems from fire detection systems and is of critical importance, is still an issue open to development in extinguishing systems. It is necessary to develop methods to prevent the discharge of extinguishing chemical into the important protected room as a result of faulty fire detection and device errors related to fire intervention. This issue is important since improper discharge can cause great material damage. Verification and prevention methods are described in order to prevent faulty discharge in extinguishing systems. Due to the inadequacy of these methods at the detection point, it is aimed to prevent false discharge at the detection stage by developing a double signal method in addition to the methods generally used in this paper.

Keywords: extinguishing systems, incorrect extinguishing release prevention methods, double signal

GİRİŞ

Yangınlar insan yaşamında maddi ve manevi olarak büyük zararlara yol açabilmektedir. Bu nedenle ki yangın algılama sistemleri küresel dünyada günden güne önemi daha iyi anlaşılan ve sürekli gelişen bir alan olmaktadır. Yangın algılama sistemlerinin kapsamının günümüzde daha da gelişerek acil müdahale gerektiren stratejik veya kritik öneme sahip alanların korunması için söndürme sistemleri kullanılmaktadır. Söndürme sistemlerinde geleneksel yangın algılama sistemlerinden farklı olarak alarm algılanmasının yanı sıra olay mahallindeki yangın olayına bizzat müdahale edilmektedir. Bu özelliğin beraberinde getirdiği önemli husus ise yanlış algılama veya cihazlarda oluşabilecek hatalar sonucunda olay mahalline boşaltım yapılmasıdır. Oluşacak bu hatalı boşaltım büyük maddi zararlara yol açabileceği için söndürme sistemlerinde hatalı boşaltım önleme yöntemleri geliştirilmektedir.

LİTERATÜR TARAMASI

Yangın literatüründe özelleştirilmiş bir sektör olan söndürme sistemleri üzerine birçok ürün geliştirilmiştir. Bu ürünler EN12094 ve EN54-2 standartlarına uygun olarak üretilmektedir. Standartın önerdiği isteğe bağlı yöntemlere ek olarak geliştirilmekte olan yöntemler ile hatalı algılama ve hatalı boşaltım durumları önlenmeye çalışılmaktadır. Ancak henüz tamamen hatalı durumların ortaya çıkmayacağına dair garanti verilememektedir. Bu nedenle sürekli hata önleme yöntemleri geliştirilerek riskleri en aza indirmek hedeflenmektedir. Hatalı boşaltım önleme yöntemleri hatalı alarm

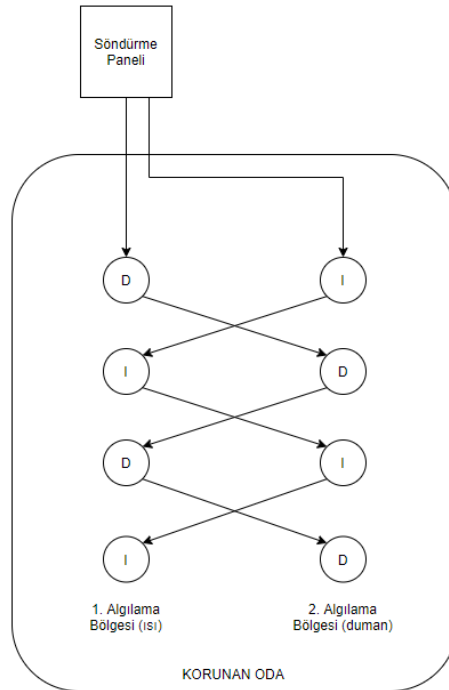
oluşmasından sonra devreye girmektedir. Ancak hatalı alarm, henüz algılama safhasında engellendiği takdirde hatalı boşaltım en başından engellenebilir.

METODOLOJİ

Söndürme sistemlerinde kontrol panelinden hatalı algılamaları ve cihaz hatalarını öngörerek geliştirilen yöntemler ile hataların önlenmesi beklenmektedir.

Çapraz Bölge Doğrulaması

Yangın algılamasında duman ve ısı algılama tipleri kullanılmaktadır. Söndürme sistemlerinde, korunacak alanda, algılama kalitesini yükseltmek için farklı iki algılama bölgesi ile farklı iki tipte algılama yapılabilir. Çapraz bölge doğrulaması ile oluşacak algılama hatasını ön görerek iki tipte algılama doğrulama yapılmaktadır. Eğer olay mahallinde yangın varsa hem duman hem de ısı algılaması yapılması beklenmektedir. Yetkili kişi korunan odanın durumuna bağlı olarak iki tip yerine tek tip algılama ile çapraz bölge koruması tasarlayabilmektedir.



Şekil 15 Çapraz Bölge Koruması

Söndürme Gecikmesi

Söndürme sistemleri, birçok yazılımsal kontrol mekanizmalarından oluşmaktadır. Bunlardan biri de söndürme gecikmesidir. Söndürme gecikmesi, yangın algılaması gerçekleştiği durumda yetkili kişilerin duruma müdahalesi için ve olay mahallindeki insanların dışarıya çıkabilmesine zaman tanınması için tasarlanmış bir kontrol mekanizmasıdır. Bu gecikme süresi EN-12094 4.17.2 standardında 0-60sn. olarak önerilmiştir. Yetkili kişi, gecikme süresinde olay mahallindeki durumu inceleyebilir ve oluşabilecek hatalı algılama durumunda panelin hatalı boşaltım yapmasını engelleyebilmektedir. Bu süre, yetkili kişi tarafından korunan odanın durumuna göre değiştirilebilmektedir.

Düşük Basınç Kontrol Anahtarı

Söndürme sistemlerinin en önemli özelliği yangına hemen müdahale edebilmesidir. Yangına müdahale de kullanılan kimyasallar yangın tüplerinde muhafaza edilmektedir. Yangın tüplerinin vanaları söndürme panelinin kontrolindedir. Kesinleşmiş yangın durumunda panel yangın tüplerinin vanalarını açar ve söndürme kimyasalını söndürme tesisatı vasıtası ile korunan alana boşaltılır.

Söndürme sistemlerinde yazılımsal kontrol mekanizmalarının yanı sıra birçok donanımsal kontrol mekanizmaları da bulunmaktadır. Böylece bir kontrol mekanizması hatalı durumda ise diğer kontrol mekanizması hatalı boşaltımı engellemek için görevi üstlenecektir. Düşük basınç kontrol anahtarı söndürme kimyasallarının muhafaza edildiği tüplerin vanasına bağlıdır. Bir hata sonucu tüplerdeki kimyasal söndürme tesisatına yayılmaya başladığı anda tüplerdeki basınç düşecektir. Düşük basınç anahtarı bu durumu algılayıp panele bilgi verecek ve panelin, yetkili kişiyi müdahale için çağırmasını sağlayacaktır. Düşük basınç anahtarının diğer önemli görevi, tüplerin içindeki kimyasalların zamanla sızdırmaya başlayan, kontrolü yapılmamış vanalar sebebi ile bitmesi sonucunda basıncın düşmesini algılayıp panele bilgi verecektir. Böylece yetkili kişi tüplerdeki gazın bittiğini yangın anında değil daha önceden öğrenecek ve buna göre önlem alacaktır.

Akış Kontrol Anahtarı

Söndürme sistemlerindeki bir diğer donanımsal kontrol mekanizması söndürme tesisatına bağlanabilen akış kontrol anahtarıdır. Söndürme tesisatında kimyasal akış başladığı anda bir basınç oluşur. Akış kontrol anahtarı ile bu durum izlenebilmektedir. Akış kontrol anahtarı, oluşabilecek herhangi bir hata ile tüplerdeki kimyasal serbest kalırsa söndürme paneline haber verecek ve panel yetkili kişiyi elle müdahale etmesi için çağırabilecektir. Böylece hatalı boşaltım engellenebilecektir. Akış kontrol anahtarının diğer önemli görevi, alarm durumunda kimyasalın herhangi bir hatadan dolayı serbest kalmaması durumunda söndürme paneline bilgi verecek ve panel yetkili kişiyi, kimyasalların elle müdahale edilerek serbest bırakılması için çağıracaktır.

Bekletme Butonu

Söndürme sistemlerinde, yangın esnasında koruma alanında bulunan insanların alanın dışına çıkabilmesine veya yetkili kişinin korunan alanın durumuna göre varsa yapılacak birtakım yönergelerin yapılabilmesine zaman tanıyabilmek için bekletme butonu kullanılmaktadır. Bekletme butonu, yangın alarm algılaması yapmış söndürme panelinin boşaltıma başlamadan önceki söndürme gecikmesi süresinde önemli bir görev üstlenmektedir. Yetkili kişi, panel alarm durumuna girmiş ve söndürme gecikmesi başladığı durumda bekletme butonu ile söndürme gecikmesini bekletip olay mahalline bakabilir koruma alanındaki insanların tahliyesini hızlandırabilir ve olayı kontrol altına alabilir. Panel hatalı bir algılama sonucu alarm durumuna girmişse bekletme butonu vasıtasıyla yetkili kişinin hatalı algılama yapıldığına karar vermesine yardımcı olarak hatalı boşaltımı engellemiş olacaktır. Panel gerçek bir yangın durumunda alarm durumuna girmişse olayı kontrol altına aldıktan sonra bekletme butonunu normal durumuna döndürüp panelin söndürme sürecine devam etmesini sağlayabilir.

İptal Butonu

Söndürme sistemlerinde yetkili kişinin söndürme sürecine her an müdahale edebilmesi çok önemlidir. Söndürme sürecinde eğer panelin söndürme kimyasalını boşaltmasına gerek kalmadan yangın söndürülmüş ise veya hatalı bir algılama durumu var ise söndürme sürecini tamamen iptal edilebilir. Bu durumda yetkili kişi iptal butonu ile olayı kontrol altına almış olacaktır. İptal butonuna basıldığı durumda panel alarm durumunda çıkacak ve boşaltım yapmadan normal durumuna dönecektir.

Double Signal Metodu İle Alarm Doğrulama

Söndürme sistemlerinde, hatalı boşaltımı engelleme yöntemleri genel olarak alarm oluştuktan sonra engellenmesi üzerine geliştirilmiştir. Hatanın algılama aşamasında gerekli önlemler alınması durumunda söndürme sistemi daha güven verici işleyecektir. Yanlış algılama hataları ile sürekli karşılaşılmaktadır. Bu hataların, dedektörün hatalı algılama safhasında durumun fark edilmesi ve engellenmesi söndürme panelinin bir dizi işlem yapmasının ve insanları paniğe sevk etmenin önüne geçecektir. Bu gibi panik durumlarının daha en başından engellenmesi için double signal metodu kullanılabilir. Double Signal metodu ile hatalı algılama yapan dedektörden alarm durumunu tekrar sorgulayarak olay mahallindeki tehlikenin varlığından emin olması istenebilir. Böylelikle dedektör, hatalı algılama yaptı ise ortam verilerini tekrar örnekleyecek ve bir tehlike olmadığını bildirecektir. Bu algoritma şöyle programlanabilir. Algılama yapan dedektör ilk kez alarm durumuna girdiği zaman, panel dedektörün bağlı olduğu bölgeyi yeniden başlatılacaktır. Alarm durumunda olmayan, yeniden başlatılmış dedektör belirli bir süre içinde eğer olay mahallinde gerçek bir yangın varsa yeniden alarm durumuna girmesi beklenecektir. Detektörden yeniden alarm bilgisi gelmesi durumunda alarm

doğrulanmış olacaktır. Eğer dedektörden belli bir süre içinde yeniden alarm bilgisi gelmediyse hatalı algılama engellenmiş olacaktır.

BULGULAR

Double signal metodu ile hatalı boşaltım riski henüz hatalı algılama safhasında önlenmektedir. Böylelikle hem panel bir dizi işlemle meşgul edilmeyecek hem de insanların gereksiz paniğe sevk edilmesi engellenecektir. Söndürme sistemleri, sahip olduğu bu çok alternatifli kontrol mekanizmaları ile hem koruduğu önemli odalara anında müdahale etmek hem de sistemsel karşılaşılabilecek hatalarda koruduğu önemli odalarda maddi zararlara yol açmayacak şekilde tasarlanmaktadır. Anlatılan yöntemler birbirinin alternatifi olarak hata riskini en aza indireyecek şekilde geliştirilmektedir. Bu nedenle söndürme sistemleri yeni yöntemler geliştirmeye açık bir alandır. Söndürme sistemleri alternatifi olmayan ama her geçen gün yeni yöntemlerle kendini yenileyen bir alan olarak yangın sektöründeki önemini koruyacaktır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Hatalı boşaltım önleme yöntemleri söndürme sistemleri için çok önemli bir konudur. Önleme yöntemleri sadece hatanın oluşmasından sonra değil hatanın oluşması esnasında önlenmesi için yöntemler geliştirilmelidir. Söndürme sistemlerinde birçok geliştirilmiş panel bulunmaktadır. Bu ürünlerin çoğu EN standartlarına uygun olarak üretilmiştir. Ama hepsinde, anlatılan hata önleme yöntemleri bulunmamaktadır. Standartların opsiyonlu seçeneklerine uyma zorunluluğu olmadığı için üreticilerin şirket içi maliyet hesaplamaları sonucu üretebildikleri ürünleri satmaktadırlar. Bu durumda söndürme sistemlerinde amaç söndürme odasını olası her türlü tehlikeden korumak olduğunda söndürme panelin özelliklerinin iyi incelenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Fixed firefighting systems - Components for gas extinguishing systems - Part 1: Requirements and test methods for electrical automatic control and delay devices – EN-12094-1
- Fixed firefighting systems - Components for gas extinguishing systems - Part 2: Requirements and test methods for non-electrical automatic control and delay devices – EN-12094-2
- Fixed firefighting systems - Components for gas extinguishing systems - Part 3: Requirements and test methods for manual triggering and stop devices – EN-12094-3
- Fixed firefighting systems - Components for gas extinguishing systems - Part 4: Requirements and test methods for container valve assemblies and their actuators – EN-12094-4
- Fixed firefighting systems - Components for gas extinguishing systems - Part 5: Requirements and test methods for high and low-pressure selector valves and their actuators – EN-12094-5
- Fixed firefighting systems - Components for gas extinguishing systems - Part 6: Requirements and test methods for non-electrical disabled devices – EN-12094-6

DAM STABILITY MONITORING USING GEOMATIC MEASURING (CASE STUDY - VAU I DEJËS, ALBANIA)

Marpol Koço

General Directory of Planning and Development Territory
Tirana Municipality, Albania
marpol.koco@tirana.al

Abstract

Monitoring the durability of dams is a legal, moral and engineering obligation, especially in cases when visual observations show problems that cast doubt on the movement and deformation of the dam structure, but also on large engineering facilities. The history of geometric measurements for monitoring the movements of various structures began as a need to monitor hydropower dams. The history of monitoring dams with geometric measurements begins bringing year after year improvements in measurement schemes, geometric instruments, measurement methodologies and measurement processing. In our country the history of monitoring dams with geometric measurements is new. It is a well-known fact that during the construction of the dams, especially the dams on the Drin River, the geometric measurement service has played a major role in the implementation of the dam project. Further monitoring of possible vertical and horizontal movements of dam structures, or slopes on which they rest, is scarce, sporadic, and often not well documented. In this article, I have brought my contribution in the field of monitoring with geometric measurements. The data were obtained from the monitoring of the dam at the Vau Dejes Hydropower Plant.

Keywords: Dam, Vau Deja, Monitoring, Geomatic Measuring, Displacements.

1. INTRODUCTION

HPP Vau i Dejes is located in the north-eastern part of Albania, at the end of the Drini river cascade, near the city of Shkodra (Fig.1). The basin of this HPP has a capacity of 580 million m³ of water. This plant became operative in two phases: units 1, 2 and 3 in 1970 and units 4 and 5 in 1975. The dam is 90 m high. There are two supply tunnels that carry water to all five installed units. The installed capacity is 250 MW with an average annual production of 1,000 GWh. The plant is connected to the 220 KV transmission network.



Figure 1 Location of dams in Albania

The geomatic monitoring system consists of 14 Pillars, 33 Concrete Monuments, 28 Levelling Bolts, 13 Reflector Bolts, 1 Target Plate and one long distance target (for detailed description of the installed points see " As Built Documentation). Measurement in epoch 0 for the geomatic network was taken on October 11th and 12th 2012 (10th Zadeje and Qyrmaq dam, 12th Oyrmaq and levelling). The water level of the reservoir was at 73.99 m on 11th and on 74.32m on 12th which is high. Measurement in epoch 1 for the geomatic network were taken on April 17th and 18th 2013 (17th Zadeje and Qyrmaq dam, 18th

Qyrsaq and levelling). The water level of the reservoir was at 74.28 m, which is high. Measurement in epoch 2 for the geomatic network were taken on April 20th and 23th 2018 (20th Levelling and 18th Total Station). The water level of the reservoir was at 74.96 m for the levelling and 74.16 m for the Total Station measurements (Fig.2)

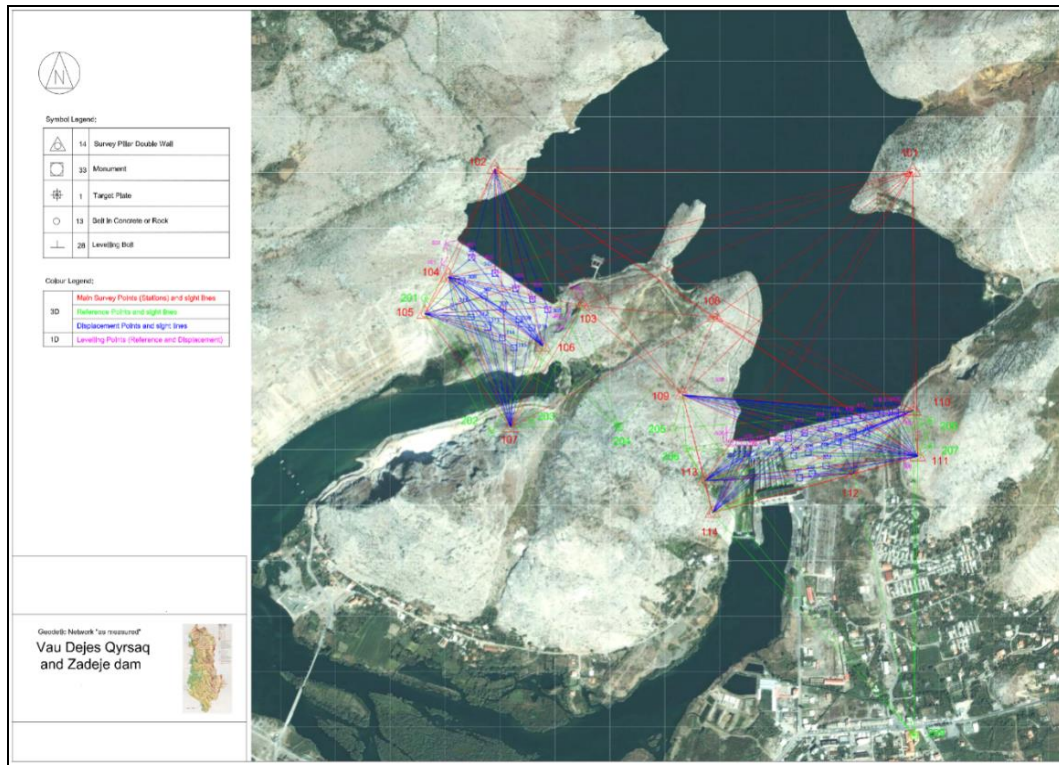


Figure 2 Geomatic Network for Vau i Dejës HPP

The Geomatic Network consists of **Total Station (TPS)** - measurements and **Levelling**.

1.1. Total Station (TPS Network): Stations: The TPS - Measurements are taken from the 14 pillars upstream and downstream of the two dams Zadeje and Qyrsaq. **Reference Points:** The Pillars are backed up with 9 additional reference points. The reference points are metal dowels protected with a screw, target plates and one long distance target (the church of Vau Dejes). **Deformation Points:** Zadeje Dam is equipped with 15 concrete monuments in 3 rows along the height of the dam. Qyrsaq Dam is equipped with 18 concrete Monuments in 3 rows along the height of the dam and 6 metal dowels in the concrete columns on the side of the intake.

1.2. Levelling Network: Reference Points: The 8 reference points for the levelling are placed in solid rock along the access roads to both of the dams, 2 on each side. **Deformation Points:** The 8 deformation points for the levelling are integrated into the foundations of the monuments and the pillar along the dam crest. Two additional bolts are fixed into solid rock on both sides of the dam crest.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Measurement Data Processing

2.1.1. Measurement in epoch 0 and epoch 2: Monitoring of engineering facilities begins with observations of age 0. In the case of dams as the initial time for the commencement of geomatic observations should be the period without beginning the accumulation of water in it. Based on the measurements of epoch 0, all measurements of other epochs will be made and a comparison will be made between this epoch and subsequent epochs. Measurements for the next season (season 2) are made in autumn or spring depending on the measurement of season 0, time when temperatures are normal and the water level in the dam is very close to the minimum or maximum. In this case we can make an

obvious comparison between epoch 0 and epoch 2. This difference should be obvious because in the case of season 0 the weight of water in the dam is maximum and in the case of season 2 both temperature and air pressure are stored in the memory of the instrument. To increase accuracy, we perform measurements with a minimum of 3 series (we can measure more series). If for some reason the measurements are not accurate then we repeat the measurements until we reach the required accuracy. Geomatic measurements were performed on 23.04.2018 for Zadeja and Qyrmaq dams as well as the leveling for both dams. Conditions during the measurements were good throughout the day, with clear skies and temperatures between 18 and 21C. The trace line between the two columns is measured from both sides. Round trip was measured for the entire network.

2.1.2. Total Station (TPS) Measurements: For each Station at least 3 sets of angles in both faces were measured. Temperature and pressure were measured on site for each station and corrected on the TPS. Each deformation point was measured from at least two individual Stations.

2.1.3. Levelling DNA10: The levelling was divided into 5 separate lines. The aim is to break down the leveling into short sections to be able to check the quality of the lines on site. Each line was measured forth and back with a Leica DNA10 and invar staffs. The network has been adjusted with CAPLAN as a spatial 3d network for the TPS measurements and as 1 - dimensional network for the leveling.

Total Station (TPS) Adjustment

The whole network is set on local coordinates. The Y-axis for the coordinate system is defined through two points on the dam crest (334-324). For the adjustment the following a priori values were taken (Table 1):

Table 1 Technical parameters with Total Station

Parameter	A priori Value
σ_{Dist}	1mm + lppm
σ_{Hz} :	0.7" + 0.5mm / Station
σ_{DH} :	1" x dist. [km] + 4.7mm x dist. [km] x dist. [km]
σ_z :	1"

First a free network adjustment was calculated to check the quality of the data collected. In a second step the measurements in epoch 0 coordinates of the reference points were introduced into the adjustment with an a priori accuracy of 1 mm.

Levelling Adjustment

The adjustment for the levelling is separated in two parts, one for Oyrmaq and one for Zadeje. The two systems have a reference height freely chosen for one point. In Zadeje the reference height is 100.00 m for point 503, in Qyrmaq the reference height is 100.00 m for point 507 (Table 2). First a free network adjustment was calculated to check the quality of the data collected. In a second step the measurements in epoch 0 coordinates of the reference points were introduced into the adjustment with an a priori accuracy of 1mm. Within the adjustment the measurements in epoch 0 coordinate of the reference points were tested.

Table 2 Technical parameters with Levelling

Parameter	A priori Value
σ_{Niv} :	0.1mm + 0.5mm x $\sqrt{dist.[km]}$

3. RESULTS

3.1. Measurements in 0 epoch

Measurements in 0 epoch for Geomatic Network have done for 3D-Network adjustment Coordinatelist. Total Station (TPS) Measurements taken 11 and 12.10.2012. All Coordinates are local coordinates only (Table 3). In total 41 points.

Table 3 3D-Network adjustment in 0 epoch

Point	E [m]	N [m]	H [m]	Accuracy 2D [mm]	Accuracy 1D [mm]
101	1744.1524	2525.1445	164.4573	2	4
102	675.3043	2849.3566	190.3054	2	4
103	723.2531	2331.9311	164.8447	1	2

1D-Network adjustment Coordinate list. Levelling Measurements taken 12.10.2012.
All Coordinates are local coordinates only! In total 28 points.

Table 2 1D-Network adjustment in 0 epoch

Point	E [m]	N [m]	H [m]	Accuracy 1D [mm]
401	460	2534	98.2903	0.5
402	502	2491	98.4012	0.5
403	550	2441	98.4584	0.5

3.2. Final coordinates obtained from the compensations of the monitoring epochs in the Vau Dejes Dam

3D-Network adjustment Coordinate list. Total Station (TPS) Measurements taken 23.04.2018. All Coordinates are local coordinates only! In total 62 points (used as reference points colored in green).

Table 3 3D-Network adjustment in 2 epoch

Point	E [m]	N [m]	H [m]	Accuracy Plan (1σ) [mm]	Accuracy Heigh (1σ) [mm]
101	1744.1545	2525.1478	164.4578	2	4
102	675.3054	2849.3561	190.2965	2	4
103	723.2537	2331.9316	164.8351	1	2
104	364.821	2506.2052	113.6679	1	2
105	247.599	2379.4569	102.2796	1	2
106	582.7343	2251.2603	89.6712	1	2
107	517.9432	2064.5818	96.0733	1	3
108	1058.3859	2223.1379	158.0986	1	2
109	946.4909	1975.1271	166.9436	1	2
110	1583.9579	1823.6328	119.9906	1	2
111	1568.8328	1730.7194	118.527	1	2
112	1367.1095	1748.5665	76.7664	1	2
113	964.7344	1771.6944	117.2348	1	2
114	999.1156	1701.9122	107.5878	1	3
201	270.032	2431.6925	105.4361	2	3
202	495.5924	2065.124	95.9931	2	3
203	529.0109	2054.8907	96.5223	2	3
204	767.6376	1994.579	173.6445	2	3
206	904.7309	1892.1965	152.1169	2	3
207	1593.9248	1746.897	127.152	2	3
208	1597.9107	1783.0333	126.0297	2	3
209	1412.0496	922.759	99.7456	10	10
301	459.679	2534.218	106.5601	2	3
302	502.2083	2490.5974	106.6645	2	3
303	549.9326	2440.9772	106.7278	2	3

1D-Network adjustment Coordinate list. Levelling Measurements taken 20.04.2018.
All Coordinates are local coordinates only! In total 28 points (used as reference points colored with green).

Table 4 1D-Network adjustment in 2 epoch

Point	E [m]	N [m]	H [m]	Accuracy Heigh (1 σ) [mm]
401	460	2534	98.29	0.5
402	502	2491	98.4	0.5
403	550	2441	98.46	0.5
501	354	2540	102.3	0.5
502	396	2568	100.7	0.5
503	688	2352		0.5
506	1077	1894		0.5
507	1572	1833	100	0.5
508	1555	1737		0.5

There was done a Coordinate Comparison of 0 epoch and 2 epochs. **3D-Network adjustment Coordinate Comparison.** All coordinates are compared to their 0-epoch measurements. 0-epoch measurements taken 11-12.10.2012 Level of Reservoir 74.15 m; 2-epoch measurements taken 23.04.2018 Level of Reservoir 74.16 m (Table 5). In total 62 points (significant movement coloured in red).

Table 5 Results in 3D Network adjustment between two epochs

Point	E [mm]	N [mm]	Plan Vector [mm]	Significance level Plan 95% [mm]	H [mm]	Significance level Height 95% [mm]
101	2	3	4	6	1	11
102	1	-1	1	6	-9	11
103	1	1	1	3	-10	6
104	-1	-1	1	3	2	6
105	0	-1	1	3	8	6
106	-1	0	1	3	-4	6
107	0	-1	1	3	-14	8
113	-2	-1	2	3	-9	6
114	-2	-1	2	3	-10	8
201	0	-1	1	6	0	8
204	0	0	0	0	0	0
205	0	0	0	0	0	0
206	-12	-7	14	6	-3	8
331	-3	-10	10	6	-8	8
339	-3	-1	3	6	-9	8

Coordinate Comparison of 0 epoch and 2 epochs. **1D-Network adjustment Coordinate Comparison.** All coordinates are compared to their 0-epoch measurements. 0-epoch measurements 11+12.10.2012 Level of Reservoir 74.15 m; 2-epoch measurements taken 20.04.2018 Level of Reservoir 74.96 m (Table 6). In total 28 points (significant movement shaded in red).

Table 6 Results in 1D Network adjustment between two epochs

Point	H [m]	Significance level Height 95% [mm]
401	-4	1
402	-5	1
403	-1	1
404	-3	1
405	-3	1
406	-1	1
407	-2	1
408	-3	1
409	-3	1
410	-4	1
411	-3	1
412	-5	1
413	-4	1
414	-5	1
415	-3	1
416	-3	1
417	-3	1
418	-3	1
419	-3	1
420	-2	1

2D Displacements are presented in Figure 3

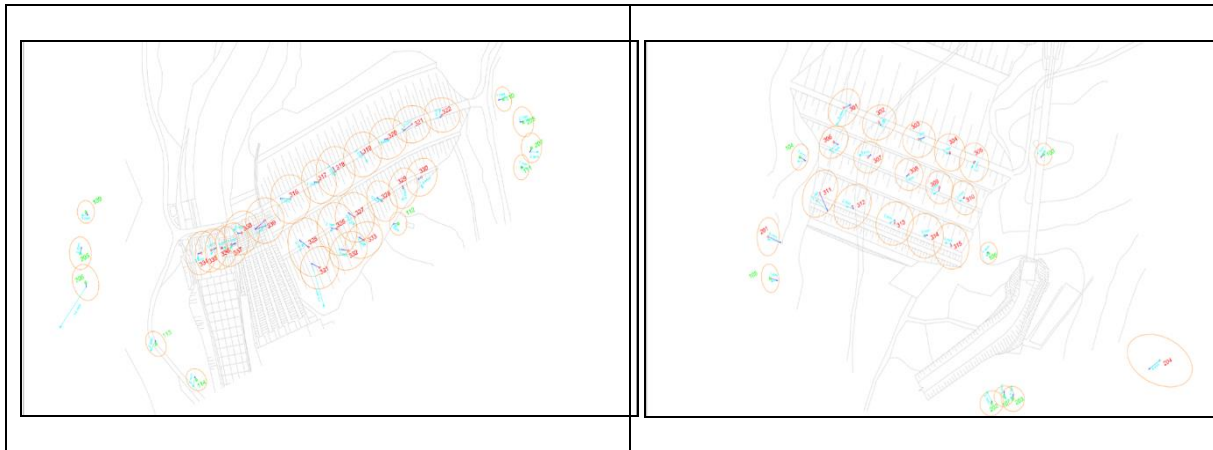


Figure 3 (Right) Vau i Dejes Qyrsaq 2D Displacements;
(Left) Vau i Dejes Zadeje 2D Displacements

1D Height Displacements are presented in figure 4

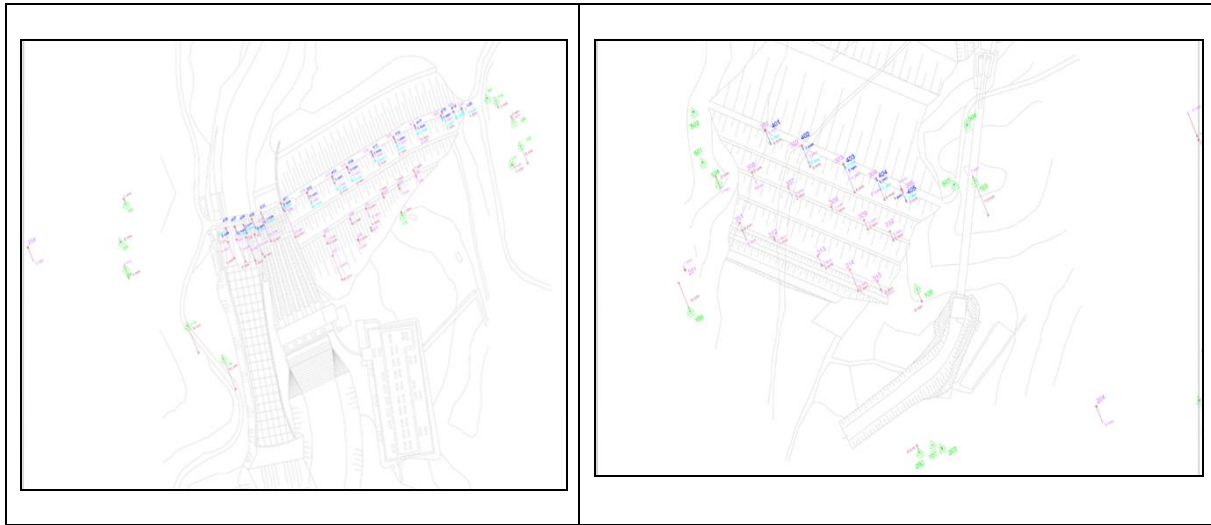


Figura 4 (Left) Vau i Dejes Qyrmaq Height Displacements;
(Right) Vau i Dejes Zadeje Height Displacements

The monitoring study has considered two basic epochs in which we have performed factual measurements, the processing of which has resulted in shifting in the 2D horizontal plane and the 1D vertical plane with very high probability (95% reliability coefficient). From the distribution of differences for years it rotates around the value of 1mm-3mm, which shows the stability of the dams under consideration. Carrying out measurements in future epochs is necessary to verify whether these dams will maintain this stability.

4. CONCLUSIONS

Geomatics instruments for dam monitoring are mainly high precision accuracy total stations, together with auxiliary equipment for forced centering of instruments and signals. The determinability of the type of reflector is considered of special importance knowing that its equipment has on all sides mirrors and the measurement is carried out from all directions, i.e from 360° facilitating the process of measurements for deformation (to measure directions, angles and distances) which also leads to the elimination of manpower in the movement of reflectors. The Vau Deja is part of Drini River Dam Cascade, where they influence to each other in terms of atmospheric conditions Based on this reasoning and the fact that every engineering work has a high lifespan, it is recommended to the Albanian Government and KESH to build a National Program for observation and monitoring of these dams in close cooperation with the Institutions, the University and the experts of field. Based on the data of measurements and their analysis, with a reliability coefficient of 95%), the study showed that in the Vau Deja Dam we have 2D horizontal and 1D vertical displacement in the 1mm-3mm measure. It is therefore recommended to carry out measurements in future epochs to verify whether these dams will maintain this stability.

ACKNOWLEDGE

This study is realized with understanding of KESH (Albania Power Corporation). All data published here have the prior approval of KESH.

REFERENCES

- KESH - *Korporata Elektroenergjitike Shqiptare*. Tirana, Albania www.kesh.al
 Ministry of Transport and Infrastructure, Tirana, Albania www.infrastuktura.gov.al
 BSF Swissphoto. *Implementation of geodetic Monitoring System for Fierza, Komani, Vau i Dejes, Ulza and Shkopeti HPPS*. Contractor: BSF Swissphoto AG, Client:
 KESH - *Korporata Elektroenergjetike Shqiptare*-KESH sh.a. Tirana 2012.
 Furrer. M, Osterried.M, Çelo.M, Becker.H “*Albania Dam Safety Monitoring*”, 2014.

- Zoran Susic, Mehmet Batilovic, Tosa Ninkov, Ivan Aleksic, Vladimir Bulatovic - Identification of movements using different geodetic methods of deformation analysis, in *Geodetski Vestnik*, September 2015.
- B.Heck. (1983). *Das Analyseverfahren des geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe Stand 1983. Deformationsanalysen ,83. Geometrische Analyse und Interpretation von Deformationen Geodätischer Netze. München: Hochschule der Bundeswehr. Heft 9.*
- Biedermann. (1996). *Dams monitored by geometric measurements.*
- R.Jäger, S.Kälber, & M.Oswald. (2006). *GNSS/GPS/LPS based Online Control and Alarm System (GOCA) – Mathematical Models and Technical Realisation of a System for Natural and Geotechnical Deformation Monitoring and Analysis, GEOS 2006.*
- JM.Rueger.(2006). 'Overview of Geodetic Deformation Measurements of Dams',. *ANCOLD*. Australia.
- T.Ninkov. (1985). *Deformaciona analiza i njena praktična primena.*

BULANIK AHS YÖNTEMİ İLE PASLANMAZ ÇELİK FABRİKASINA EN UYGUN EKONOMİZER TEDARİKÇİSİ SEÇİMİ

Rüya Vural Aslan

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
ruyavural8@gmail.com

Yıldız Şahin

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr

Özet

Günümüz teknoloji ve rekabet koşullarında, küreselleşme sürecinde işletmelerin varlıklarını koruyabilmeleri ve ekonomik etkinliklerini devam ettirebilmeleri için sadece kendi üretim ve hizmet koşulları yeterli olmamaktadır. İşletmenin satın alma sürecinde seçmiş oldukları tedarikçiler ve bu tedarikçilerden alınan mal ve hizmetler de bir işletmenin verimliliğinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. İşletmelerin verimli bir şekilde varlıklarını devam ettirebilmeleri satın almış oldukları ürün ve hizmetlerin kalitesi ile de orantılıdır. Bu sebeple bir işletme için en uygun tedarikçinin seçimi o işletme için önem arz etmektedir. Seçim aşamasında kriterlerin çok olması ve dilsel ifadelerin kullanılması uygun seçimin yapılması konusunda zorluk yaratmaktadır. Bu zorluklar çok kriterli karar verme yöntemleri ile bulanık mantığın birlikte kullanılması sonucunda oluşturulan yöntemlerle giderilmektedir. Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi ile bulanık mantığın birleştirilmesi sonucunda oluşan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi (B-AHS) ile seçim yapılmıştır. Bu yöntemin kullanılması ile paslanmaz çelik üreten bir fabrikaya en uygun ekonomizer tedarikçisi seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Seçimi, Bulanık Mantık, Analitik Hiyerarşi Süreci

CHOOSING THE MOST SUITABLE ECONOMIZER SUPPLIER FOR STAINLESS STEEL FACTORY WITH FUZZY AHS METHOD

Abstract

In today's technology and competitive conditions, only their own production and service conditions are not sufficient for businesses to maintain their existence and continue their economic activities in the globalization process. The ability of companies to maintain their assets efficiently is also proportional to the quality of the products and services they have purchased. For this reason, choosing the most suitable supplier is very important for companies. Making the appropriate choice can be difficult because of using linguistic expression and be many criterias. These difficulties are overcome with the methods created by using multi-criteria decision making methods together with fuzzy logic. In this study, selection was made with the Fuzzy Analytical Hierarchy Process method. By using this method, the most suitable economizer supplier was chosen for a factory producing stainless steel.

Keywords: Supplier Selection, Fuzzy Logic, Analytical Hierarchy Process

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji, rekabet koşulları ve küreselleşme sürecinde işletmelerin varlıklarını koruyabilmeleri ve ekonomik etkinliklerini devam ettirebilmeleri için sadece kendi üretim ve hizmet koşulları yeterli olmamaktadır. İşletmenin satın alma sürecinde seçmiş oldukları tedarikçiler ve bu tedarikçilerden alınan mal ve hizmetler de bir işletmenin verimliliğinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Tedarikçi seçim probleminde çok sayıda kriter dikkate alınmakta ve değerlendirilmektedir. Kriterlerin fazla olması ve dilsel ifadelerin varlığı tedarikçi seçimini zorlaştırmaktadır. Seçim zorluğunu ortadan kaldırmak ve objektif bir seçim yapabilmek için tüm etkenler göz önünde bulundurulmalı ve dilsel ifadeler bulanık mantık ile sayısallaştırılmalıdır. Problemlerin doğru bir şekilde çözülmesi için bilimsel karar verme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Tedarikçi seçimlerinde en uygun kararın verilmesi için dikkat edilmesi gereken birçok kriter söz konusudur. Dickson yapmış olduğu çalışma ile en uygun tedarikçiyi

belirlemek için 23 kriterden oluşan bir sıralama listesi oluşturmuştur ve kendinden sonraki araştırmacılara ışık tutmuştur (Tekez ve Bark 2016). Tedarikçilerin seçiminde kullanılan kriterler işletmelerin ihtiyaçlarına ve çalışma alanlarına göre farklılık gösterebilir. Literatürde yapılan incelemeler sonucunda en çok kullanılan seçim kriterleri; maliyet, teslimat, kalite, hizmet, teknoloji, itibar, esneklik vb. olarak belirtilir. Bu çalışmada paslanmaz çelik sac üretimi yapan bir fabrikada ekonomizer yatırımı için en uygun tedarikçi seçimi yapılması amacıyla BAHS yöntemi kullanılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Seçim problemlerinde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda Bulanık Analitik Hiyerarşi yöntemin sıklıkla kullanıldığı belirlenmiştir. Kazanoğlu, çalışmasında tedarikçi seçiminin üretim dışında hizmet alanında da rekabet açısından avantaj sağladığını belirtmiştir. Perakende sektöründeki bir işletmeye tedarikçi seçim sürecinde bulanık AHS yöntemini kullanarak seçimini yapmıştır (Kazançoğlu ve Ada 2010). Kutlu ve Ekmekçioğlu, yaptıkları çalışmada FMEA'nın risk faktörleri olan şiddet, oluşum ve keşfedilebilirliği belirlemek için dilsel değişkenlerden yararlanılmasını sağlayan bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Varsayımsal vaka çalışması ile modelin FMEA'da bulanık ortamda uygulanabilirliğini göstermişlerdir (Kutlu ve Ekmekçioğlu 2012). Alp ve Gündoğdu, çalışmalarında AHS ve Bulanık AHS yöntemlerini kullanarak tekstil sektöründeki bir firmanın kuruluş yeri seçimini gerçekleştirmişlerdir. (Alp ve Gündoğdu 2012). Yıldırım ve Önay, bulut teknolojisi sağlayan firmaların sıralamasını yapmak amacıyla öncelikle B-AHS yöntemini kullanarak kriterlerin ağırlıklarını belirlemişler daha sonra da MOORA yöntemi ile de firmaları sıralamışlardır (Yıldırım ve Önay 2013). Rezaie 2014, yaptıkları çalışmada Tahran Menkul Kıymetler Borsası'ndaki 27 çimento firmasının performansının değerlendirilmesinde B-AHS ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır (Rezaie 2014). Yacan, tez çalışmasında AHS yöntemini kullanarak İşletme Bölümü için eğitim kalitesini belirleyen faktörlerin ağırlıklarını hesaplamıştır. Daha sonra Ege Bölgesi'ndeki dokuz devlet üniversitesindeki İşletme Lisans Bölümlerinde verilen eğitimin kalitesini karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırma için de bulanık TOPSIS yönteminden yararlanmıştır (Yacan 2016). Denizhan vd, Doğu Marmara bölgesinde makine imalat sektöründe yer alan bir firmanın yeşil tedarikçi seçiminde AHS ve bulanık AHS yöntemlerini kullanmışlardır. Sektör için yeşil kriterlerin belirlenmesine katkıda bulunmuşlardır (Denizhan, Yalçiner ve Berber 2017). Dinçer vd, çalışmalarında Türk bankalarının performanslarını analiz etmişlerdir. Bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak Borsa İstanbul'da işlem gören 10 mevduat bankasına ait dengeli skorkart temelli boyut ve kriterleri değerlendirmişlerdir (Dinçer, Yüksel ve Eti 2018). Haidara vd, yaptıkları çalışmada Bulanık Analitik Hiyerarşi yönetiminden ve coğrafi bilgi sisteminden yararlanarak toprak erozyonu hasar görülebilirliğini değerlendirmişlerdir. Yaptıkları çalışma ile de toprak değerlendirme konusundaki karar vericilerle olan ilişkinin ucuz ve hızlı bir yolunu düzenlemeyi amaçlamışlardır (Haidara 2019). Zhu vd, çalışmalarında ürün tasarımının ilk aşaması olan tasarım konsepti değerlendirmesinin sonraki tasarım faaliyetlerinin yönünü önemli ölçüde etkilediği için yeni ürün geliştirmede tasarım aşamasının oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bulanık mantığı AHS ve TOPSIS yöntemlerine entegre ederek tasarım konsepti değerlendirmesini yapmışlardır (Zhu, Hu ve Ren 2020)

3. BULANIK MANTIK VE BULANIK SAYILAR

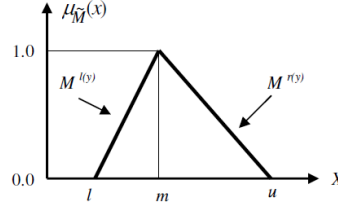
1965'te Azeri kökenli matematikçi Lotfi Zadeh tarafından bulanık mantık kavramı literatüre mal edilmiştir. Zadeh bulanık mantığın temel özelliklerini aşağıdaki gibi belirtmiştir (Keskenler ve Keskenler (2017):

- Bulanık mantıkta kesinlik yoktur. Yaklaşık değerler ile işlemler yapılır.
- Bulanık mantıkta dilsel ifadeler kullanılır.
- Bulanık mantıkta tüm değerler [0-1] aralığında bir üyelik derecesi ile gösterilir.
- Mantıksal ifadeler bulanık hale getirilebilir.
- Matematiksel modeli çok karmaşık ve zor olan sistemler için bulanık mantık uygun bir yöntemdir.

Bulanık küme her bir elemanın üyelik derecesini belirlediği keskin bir kümenin genelleştirilmiş halidir. Bir bulanık küme, elemanlarının üyelik değerini belirlemek için üyelik fonksiyonu olarak adlandırılan üçgen, yamuk, çan eğrisi vb. fonksiyonlar kullanılır.

3.1. Üçgensel Bulanık Sayılar

Bir bulanık üçgensel sayı $(l/m, m/u)$ veya (l, m, u) şeklinde gösterilir. l, m, u ifadeleri sırasıyla bulanık bir olayda en düşük olasılığı, net değeri ve en yüksek olasılığı ifade eder. Bulanık sayılarda üçgen üyelik fonksiyonları μ ile gösterilir. 3.1 numaralı eşitlikte ise bir üçgensel bulanık sayının sağ ve sol üyelik derecesi değerlerine göre lineer gösterimi verilmiştir.



Şekil 16 Üçgensel Bulanık Sayı

$$\mu(x|\tilde{M}) = \begin{cases} 0 & x < l, \\ (x-l)/(m-l) & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m) & m \leq x \leq u, \\ 0 & x > u. \end{cases} \quad (3.1)$$

4. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

Analitik Hiyerarşi Süreç (AHS), çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olup karar vericinin, problemin hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi incelemesini sağlayan bir yöntemdir. 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından bu yöntem geliştirilmiş ve geniş bir alanda kullanılmaya başlanmıştır (Saaty ve Wind, 1980). Bulanık mantık ile klasik AHS yönteminin birlikte kullanılması ile bulanık AHS (BAHS) yöntemi oluşturulmuştur. BAHS yönteminde kriterler arasındaki karşılaştırmalar alanında uzman kişilerden alınan görüşlerin bulanık sayılar ile ifade edilmesi ile yapılmaktadır. Klasik AHS’de olduğu gibi kesin değerler kullanılmamaktadır. Bu çalışmada da Chang’in yöntemi ile çözüm yapıldığından dolayı bu yöntemin açıklaması verilmiştir.

5.1. Chang’in Genişletilmiş Analiz Yöntemi

Chang’in genişletilmiş analiz yöntemi klasik AHS adımlarına çok benzemesi ve işlem kolaylığı sebebiyle literatürde en çok tercih edilen yöntem haline gelmiştir. Chang’in yönteminde kriterler arasındaki sözel karşılaştırmalar üçgensel bulanık sayılar ile gösterilmektedir. (Denizhan ve Yılmaz 2017).

1.Adım: Kriterlere göre bulanık sentetik mertebe değeri aşağıdaki 4.1 numaralı eşitliğe göre hesaplanmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j * \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (4.1)$$

Denklemdaki $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ değerini elde etmek için aşağıdaki toplama işlemi yapılır.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (4.2)$$

6.1 numaralı denklemdeki $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$ ifade ise 4.3 numaralı eşitliğe göre hesaplanır.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_i^n u_i}, \frac{1}{\sum_i^n m_i}, \frac{1}{\sum_i^n l_i} \right) \quad (4.3)$$

2.Adım: Bulanık sentetik mertebe değerleri hesaplandıktan sonra bu değerlerden sentez değerler elde edilir. $M_2=(l_2, m_2, u_2) \geq M_1=(l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olabilirlik derecesi şöyle tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (4.4)$$

M_1 ve M_2 'yi kıyaslayabilmek için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin her ikisi de gerekmektedir.

3.Adım: Tüm satırlar kendi aralarında karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar sonucunda çıkan değerlerin minimumu alınır. Aynı şekilde ikinci satır da diğer tüm satırlarla karşılaştırılır ve minimumu alınır. Bu işlem tüm satırlar için devam ettirilir. Her satır için bulunan minimum değerler birleştirilerek ağırlık vektörü elde edilir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (4.5)$$

4.Adım: 3. adımda elde edilen ağırlık vektörü normalize edilerek W hesaplanır.

$$W = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (4.6)$$

W bulanık sayı olmaktan çıkar.

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \quad (4.7)$$

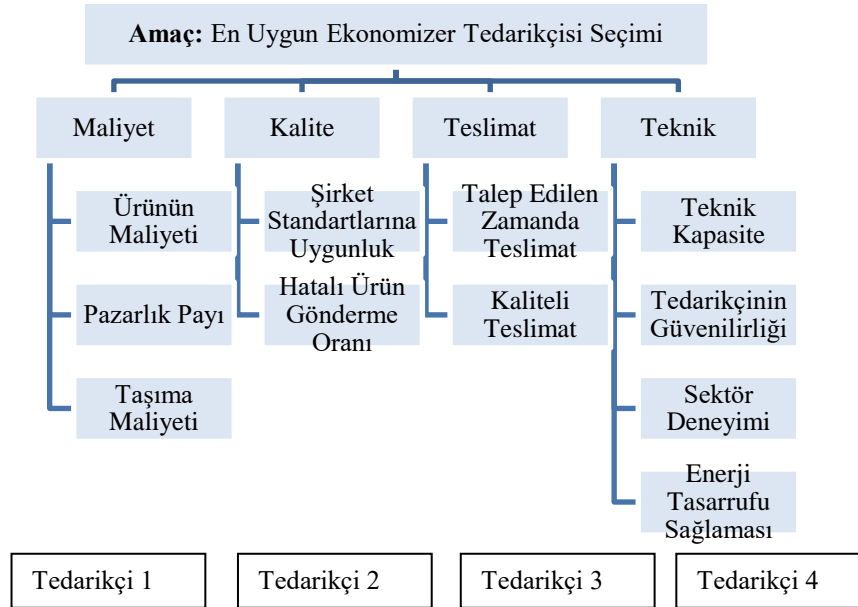
5. PASLANMAZ ÇELİK FABRİKASINA EN UYGUN EKONOMİZER TEDARİKÇİSİ SEÇİMİ

Paslanmaz çelik üreten bir fabrikadaki ekonomizer alımı için fabrikaya en uygun tedarikçi seçimi için BAHS yöntemi kullanılmıştır. Genellikle baca gazlarından çıkan atık ısıların kullanılmasıyla yakıttan tasarruf edilmesini sağlayan ve kazanların verimliliğini arttıran sistemler ekonomizer olarak tanımlanmaktadır. Uygulamanın yapıldığı paslanmaz çelik üreten fabrikanın tavlama hattı bacasına kurulacak ekonomizer ile buhar kazanı suyunun ısıtılması amaçlanmaktadır. Fabrika ekonomizer alımı sonrasında enerji tasarrufu sağlayarak Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) başvurusunda bulunmak istemektedir. Bunun için de en uygun ekonomizer tedarikçisinin seçilmesini talep etmiştir. Fabrikanın tedarikçiden beklentileri ise aşağıdaki gibidir:

- Teknik şartnamede belirtilen tasarım kriterlerine uygun teklif sunmalıdır.
- Tedarikçi kazanç hesabını (baca sıcaklık ve debisine göre elde edilecek ısı kazancı) excel formatında gerekli formülleri, tabloları, hesaplama programında kullanılan değerler ile beraber teklif aşamasında iletmelidir.
- Projede hibe desteği alınması için Enerji Bakanlığı Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) teşvikine başvuru yapılacaktır. Tedarikçinin VAP başvurusu için danışmanlığı da üstlenmesini istemektedir.
- Daha önce tavlama fırınlarında ekonomizer kurulumu yapmış tedarikçilerin olması fabrikanın tercihidir.

5.1. BAHS ile En Uygun Tedarikçinin Seçimi

Ekonomizer tedarikçisi için tedarikçi seçim kriterleri belirlenmiştir. Ana ve alt kriterler belirlendikten sonra 4 tedarikçi için Şekil 3'te verilen hiyerarşik yapı oluşturulmuştur.



Şekil 3 Karar Problemine Ait Hiyerarşik Yapı

Tedarikçi seçiminde kullanılan dilsel ifadelerin bulanık sayılara dönüştürülmesi için anket uygulamasından faydalanılmıştır. Kriterleri kendi arasından karşılaştırmak için bir anket, tedarikçileri de bu kriterlere göre karşılaştırmak için ikinci bir anket de hazırlanmıştır. Anket değerlendirilmesi için alanında uzman Satın alma süreç lideri (Endüstri Mühendisi), Satın alma birim müdürü (Endüstri Mühendisi), Yatırım mühendisi (Makine Mühendisi), Üretim müdürü (Metalurji ve Malzeme Mühendisi) olmak üzere dört karar vericiden destek alınmıştır: Anket sonuçlarından gelen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak ana kriterler için Tablo 6'deki bulanık ikili karşılaştırma matrisi hazırlanır.

Tablo 6 Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	Maliyet			Kalite			Teslimat			Teknik		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Maliyet	1,00	1,00	1,00	2,50	3,50	4,50	4,25	5,25	6,25	1,25	2,00	2,75
Kalite	0,24	0,32	0,52	1,00	1,00	1,00	4,25	5,25	6,25	1,75	2,75	3,75
Teslimat	0,17	0,21	0,28	0,17	0,20	0,26	1,00	1,00	1,00	6,00	7,00	8,00
Teknik	0,48	0,58	0,88	0,27	0,38	0,63	0,13	0,15	0,17	1,00	1,00	1,00

5.2. BAHS Çözümü

Ana kriterlere ait karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra ana kriterlerin ağırlıkları için aşağıdaki işlemler uygulanır:

1.Adım: Kriter i'ye göre bulanık sentetik mertebe değeri 5.1 numaralı eşitliğe göre hesaplanır.

$$S_m = (9, 11,75, 14,50) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,24, 0,37, 0,57)$$

$$S_k = (7,24, 9,32, 11,52) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,19, 0,30, 0,45)$$

$$S_t = (7,34, 8,41, 9,54) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,19, 0,27, 0,37)$$

$$S_{tk} = (1,88, 2,10, 2,67) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,05, 0,07, 0,10)$$

2.Adım: Bulanık sentetik mertebe değerleri hesaplandıktan sonra bu değerlerden sentez değerler denklem 5.4'e göre elde edilir (Tablo 7).

Tablo 7 Sentez Değerler

$V(S_m \geq S_k)$	$V(S_m \geq S_t)$	$V(S_m \geq S_{tk})$
1	1	1
$V(S_k \geq S_m)$	$V(S_k \geq S_t)$	$V(S_k \geq S_{tk})$
0,738539	1	1
$V(S_t \geq S_m)$	$V(S_t \geq S_k)$	$V(S_t \geq S_{tk})$
0,568711	0,865802	1
$V(S_{tk} \geq S_m)$	$V(S_{tk} \geq S_k)$	$V(S_{tk} \geq S_t)$
0	0	0

3. Adım: Tüm satırlar birbiri ile karşılaştırılır. Her satır için bulunan minimum değerler birleştirilerek ağırlık vektörü elde edilir.

$$W = (1, 0,739, 0,569, 0)^T$$

4. Adım: 3. adımda elde edilen ağırlık vektörü normalize edilerek normalize edilmiş ağırlık vektörü (W) denklem 5.7'ye göre hesaplanır.

$$W = (0,433, 0,320, 0,246, 0)$$

Ana kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasından sonra alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Tablo 8'de maliyet kriterlerinin karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 8 Maliyet Kriterleri Karşılaştırma Matrisi

	Ürünün maliyeti			Pazarlık payı			Taşıma		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Ürünün maliyeti	1,00	1,00	1,00	4,00	5,00	6,00	1,25	2,25	3,25
Pazarlık payı	0,18	0,22	0,30	1,00	1,00	1,00	3,50	4,50	5,50
Taşıma	0,31	0,46	0,88	0,19	0,24	0,33	1,00	1,00	1,00

$$W_m = (0,633, 0,367, 0, 0)$$

Tablo 9 Kalite Kriterleri Karşılaştırma Matrisi

	Şirket standartlarına uygunluk			Hatalı ürün gönderme oranı		
	l	m	u	l	m	u
Şirket standartlarına uygunluk	1,00	1,00	1,00	2,75	3,75	4,75
Hatalı ürün gönderme oranı	0,24	0,33	0,54	1,00	1,00	1,00

$$W_k = (1,0)$$

Tablo 10 Teslimat Kriterleri Karşılaştırma Matrisi

	Talep edilen zamanda teslimat			Kaliteli teslimat		
	l	m	u	l	m	u
Talep edilen zamanda teslimat	1,00	1,00	1,00	4,75	5,75	6,75
Kaliteli teslimat	0,16	0,20	0,26	1,00	1,00	1,00

$$W_t = (1,0)$$

Tablo 11 Teknik Kriterler için Karşılaştırma Matrisi

	Teknik Kapasite			Tedarikçinin Güvenilirliği			Sektör Deneyimi			Enerji Tasarrufu Sağlaması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Teknik Kapasite	1,00	1,00	1,00	3,25	4,25	5,25	1,25	2,25	3,25	3,00	3,75	4,50
Tedarikçinin Güvenilirliği	0,20	0,25	0,33	1,00	1,00	1,00	5,00	6,00	7,00	4,25	5,25	6,25
Sektör Deneyimi	0,31	0,46	0,88	0,15	0,18	0,22	1,00	1,00	1,00	3,50	4,50	5,50
Enerji Tasarrufu Sağlaması	0,39	0,43	0,49	0,18	0,22	0,29	0,19	0,24	0,32	1,00	1,00	1,00

Wtk= (0,442, 0,506, 0,052, 0)

Kriterlerin tamamına göre bütün firmalar analiz edilerek çözüme devam edilir.

Tablo 12 Teknik Kriterler için Önem Ağırlıkları

	TK1	TK2	TK3	TK4	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,442	0,506	0,052	0,000	
Tedarikçi 1	0,597	0,381	1,000	0,468	0,5088
Tedarikçi 2	0,403	0,325	0,000	0,532	0,3425
Tedarikçi 3	0,000	0,294	0,000	0,000	0,1487
Tedarikçi 4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000

Diğer kriterleri için de tedarikçi karşılaştırmaları yapılır. Tüm veriler bir araya toplandığında amaç ana ölçütleri için önem ağırlıkları Tablo 13'de verildiği gibidir.

Tablo 133 Amaç Ana Ölçütleri

	Maliyet	Kalite	Teslimat	Teknik Kriterler	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,433	0,320	0,246	0,000	
Tedarikçi 1	0,601	0,401	0,379	0,509	% 48
Tedarikçi 2	0,399	0,221	0,383	0,342	% 34
Tedarikçi 3	0,000	0,378	0,238	0,149	% 18
Tedarikçi 4	0,000	0,000	0,000	0,000	% 0

Tabloda da görüldüğü üzere Tedarikçi 1 ekonomizer alımı için en uygun tedarikçi olarak belirlenmiştir.

6. SONUÇ

Tedarikçi seçimi bir işletmenin satın alma konusundaki en önemli adımdır. İşletmenin sürekliliğine katkıda bulunacak olan alım grupları için en uygun tedarikçinin belirlenmesi işletmenin verimliliği üzerinde fayda sağlayacaktır. Yapılan çalışmada paslanmaz çelik sac üreten bir firmanın ekonomizer alımı için en uygun tedarikçisinin seçilmesi problemi ele alınmıştır. Maliyet, kalite, teslimat ve teknik kriterlere göre tedarikçilerin karşılaştırılması için dilsel ifadelerin bulanık sayılara dönüştürülmesini sağlayan ve karşılaştırma matrisleri ile en uygun tedarikçinin belirlenmesine olanak tanıyan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminden yararlanılmıştır. Firmanın onaylı tedarikçi listesinde bulunan dört tedarikçiden 1 numaralı tedarikçi %48'lik oranla en uygun tedarikçi olarak seçilmiştir.

KAYNAKLAR

ALP S. ve GÜNDOĞDU C. (2012), Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 07-25

- DENİZHAN B., YALÇINER A. ve BERBER Ş. (2017), Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63-78
- DİNÇER H., YÜKSEL S. ve ETİ S. (2018), Bankacılık Sektöründe Dengeli Skorkart Yaklaşımına Göre Yeni Hizmet Geliştirme Ölçümü: Performans Değerlemede Bütünleşik Bulanık Karar Verme Model Önerisi, *Birinci Uluslararası Bankacılık Kongresi Bildiriler Kitabı*, Başkent Üniversitesi, 4(5), 602-621
- HAIDARA I. (2019), Efficiency of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Detect Soil Erosion Vulnerability, *Geoderma*, 354
- KAZANÇOĞLU Y. ve ADA E. (2010), Perakende Sektöründe Tedarikçi Seçiminin Bulanık AHS ile Gerçekleştirilmesi, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 2010 - kho.edu.tr
- KESKENLER M. ve KESKENLER E. (2017), Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi, *Takvim-i Vekayi*, 5(1), 1-10.
- KUTLU C. ve EKMEKÇİOĞLU M. (2012), Fuzzy Failure Modes and Effects Analysis by Using Fuzzy TOPSIS- Based Fuzzy AHS, *Expert Systems with Applications* 39, 61–67
- NACAR G. (2019), Bireysel Emeklilik Sisteminde Aracı Kurum Tercih Nedenlerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHS) ile Önem Derecelerinin Belirlenmesi, Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi
- REZAIK. (2014), Evaluating Performance of Iranian Cement Firms Using an İntegrated Fuzzy AHS–VIKOR Method, *Applied Mathematical Modelling*, 38(21–22), 5033-5046
- TEKEZ E. ve BARK N. (2016), Mobilya Sektöründe Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi, *SAÜ Fen Bil Der* 20(1), 55-63
- TOPDEMİR S. (2019), AHS-TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi: Doğalgaz Sektöründe Bir Uygulama, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,
- YILDIRIM B. ve ÖNAY O. (2013), Bulut Teknolojisi Firmalarının Bulanık AHS – MOORA Yöntemi Kullanılarak Sıralanması, *İ. Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24(75)
- YACAN İ. (2016), Eğitim Kalitesinin Belirlenmesinde Etkili Olan Faktörlerin Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Programı Yüksek Lisans Tezi
- ZHU G., HU J. ve REN H. (2020), A Fuzzy Rough Number-Based AHS-TOPSIS for Design Concept Evaluation Under Uncertain Environments, *Journal Pre-proof, Applied Soft Computing Journal*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106228>.

STANDART VE TERMAL KAMERA GÖRÜNTÜLERİNDEN DERİN ÖĞRENME KULLANILARAK DRONE TESPİTİ

Oğuzhan YANIK

Düzce Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Müh. Ana Bilim Dalı

oguzhanynk98@gmail.com , ORCID: 0000-0003-4434-0202

Yusuf ALTUN

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Müh.
yusufaltun@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2099-0959

Özet

Son zamanlarda, terör örgütlerinin saldırı faaliyetlerinde drone kullanımında kayda değer bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış kullanım açısından istenmeyen durumlar meydana getirmektedir ve her geçen gün büyüyen bir sorun haline gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, söz konusu saldırılarda kullanılan drone aracının tespiti için derin öğrenme yöntemleri üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Derin öğrenme kullanılarak yapılan Drone tespit sisteminde daha önce çalışılan akustik tespit, IR veya Termal kamera üzerinden tespit ve standart kamera ile tespitte yer alan eksik noktalar belirlenerek, bunların giderilmesine odaklanılmıştır. Bunun için termal kamera ile birlikte yüksek çözünürlüklü standart kameradan alınan görüntüler, YOLOv4, YOLOv5, Faster-RCNN ve SSD ResNet ağları arasında en başarılı yöntem ortaya çıkartılarak iyileştirilmiştir. Başarılı olan yöntem özelinde, termal kamerada arka plan ısısının yakın olduğu durumlarda tespitin yüksek çözünürlüklü standart kamera üzerinden desteklenerek, karmaşık arka planın yer aldığı durumlarda ise standart kamera termal kamera ile desteklenerek tespit başarısının artırılması sağlanmaktadır. Drone tespit işlemi sürecinde problem olan kuş, uçak, helikopter gibi diğer nesnelere ayırımı üzerinde de eğitim yapılarak drone aracının tespiti daha başarılı olarak elde edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Drone Tespiti, Drone Saldırı Tespiti, Kamikaze Drone, İnsansız Hava Aracı, Derin Öğrenme, Yapay Zeka

DRONE DETECTION USING DEEP LEARNING FROM IMAGES OF STANDARD AND THERMAL CAMERA

Abstract

Recently, it has been observed that there has been a significant increase in the use of drones in the attack activities of terrorist organizations. This increase creates undesirable situations in terms of use and is becoming a growing problem day by day. Therefore, in this study, a study was conducted on deep learning methods for the detection of the drone vehicle used in the aforementioned attacks. In the drone detection system using deep learning, the missing points in acoustic detection, detection via IR or Thermal camera and detection with a standard camera were determined and focused on eliminating them. For this, the images taken from the high resolution standard camera together with the thermal camera have been improved by revealing the most successful method among YOLOv4, YOLOv5, Faster-RCNN and SSD ResNet networks. The successful method is to increase the success of the detection by supporting the high resolution standard camera in cases where the background temperature is close in the thermal camera. At the same time, in cases where there is a complex background, the detection success is increased by supporting the standard camera with a thermal camera. The detection of the drone vehicle is achieved more successfully by training on the discrimination of other objects such as birds, airplanes, helicopters, which are a problem in the drone detection process.

Keywords: : Drone Detection, Drone Intrusion Detection, Kamikaze Drone, Unmanned Air Vehicle, Deep Learning, Artificial Intelligence

1. GİRİŞ

İnsansız Hava Araçları (İHA) veya drone olarak isimlendirilen hava araçları günümüzde internet alışverişlerindeki paket ve yiyecek teslimatında dahi kullanılacağı ileri sürülmektedir. Ancak bu kullanımlarla kentsel alanlara yayılacak olan araçların takip edilerek görüntülenme ihtiyacı da beraberinde gelmektedir. Çünkü drone araçlarının paket teslimatı gibi hayatı kolaylaştırıcı faaliyetler için kullanımının yanı sıra toplum güvenliği gibi konularda da büyük bir tehdit unsuru oluşturabileceği konusu önem taşımaktadır. Bu tehdidin ana nedenlerini drone araçlarının artabilecek terör girişimlerinde kullanımı, yasa dışı faaliyetlerin yürütülmesinde kullanımı ile toplum güvenliğini zedeleyecek olması oluşturmaktadır. Bu sebeple de drone araçlarının tespit edilmesi gerekmektedir (Brust ve ark., 2017). Tespit etme, yer belirleme, işlemi için ise literatürde çeşitli yöntemler yer almaktadır. Bu yöntemler başlıca radyo frekansı temelli yaklaşımlar, GPS, akustik sensörlere dayalı tespit, çeşitli radar teknikleri ile tespit, lidar gibi sensörlerle tespittir (Taha ve ark., 2019). Yapılan tespit yöntemlerinin beraberinde makine öğrenmesi ve derin öğrenme alanları da çalışmalara ek olarak geliştirilmiştir (Salman ve ark., 2021), (Al-Emadi ve ark., 2019), (Allahham ve ark., 2020), (Sheikh ve ark., 2019). Ancak yöntemlerin yer aldığı tespit işlemlerinde başarılı bir tespit yapılsa da çeşitli eksiklikler de meydana gelebilmektedir (Gökçe ve ark., 2015).

Verimli bir tespit işlemi için iki işlem yüksek önem arz etmektedir. Bunlar tespitin sağlandığı hava sahasının kapsamı ve tespiti sağlanan drone aracının diğer nesnelere (kuş, helikopter, arka plan nesnelere, vs.) ayırt edilebilmesidir (Unlu ve ark., 2019). Bunun için (Aker ve ark., 2017) çalışmada yüksek çözünürlüklü kamera ve termal kameralarla beraber farklı yöntemlerle verimli tespit yapılmaya çalışılmıştır. Yüksek çözünürlüklü kamera kullanımı ile alınan görüntünün YOLOv2 ağında eğitilerek drone aracının kuş, helikopter, arka plan nesnelere, vs. gibi nesnelere ayırımı sağlanmıştır. (Abbasi ve ark., 2019) ise makine öğrenmesi algoritması ile yapılan sınıflandırma ile drone tespitinde ve özellik çıkarımında yardımcı bir metot ile başarıyı arttırmaya yönelik çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada sadece özellikler üzerinden sınıflandırma sağlanması, verinin sağlanma durumuna göre değişiklik de gösterebilmektedir. (Garcia ve ark., 2020)'da çalışmalarında, R-CNN ve Faster R-CNN ağları ile MATLAB™ ortamında yapılan eğitim özelindeki çalışmada tek sınıf olarak drone tespitinde bir başarı sağlanmıştır. Ancak sağlanan başarı drone olmayan nesnelere eğitimini kapsamamaktadır. (Nalamati ve ark., 2019)'da ResNet-101, Faster R-CNN ve SSD ağlarında 60-65 bin iterasyonda yapılan eğitimler sonucunda uzak mesafedeki veya küçük drone araçlarının açık hava şartlarında testi sağlanmıştır. Bu çalışmada başarılı olan ağı Resnet-101 ile Faster R-CNN ağı olduğu belirlenmiştir. (Chen ve ark., 2020)'de ise drone araçlarında yasa dışı uçuş yapısının incelenmesi için sensör kaynaklı verilerle CNN modellerinden VGG16Net ve ShuffleNetV12 ağlarında derin öğrenme işlemi ile tehlike analizi üzerine çalışmıştır. Yapılan tespit drone nesnesinin tespitinin ardından yakınında bulunan 0, 1 ve 2 farklı nesnenin yakınlık durumuna göre kestirim sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak yapılan çalışmada drone uçuşunun yasa dışı sağlandığı konusunda yüksek başarı değeri elde edilememiştir.

Drone tespitinin yapılması ve sınıflandırılmasını, (Mahdavi ve ark., 2020) çalışmada iki ayrı yapı olarak işlediği yaklaşımda; tespit işleminin CNN ağı üzerinde ve ardından sınıflandırmasını SVM, KNN ile birlikte CNN arasında karşılaştırılması yapılarak sonuçlandırılmıştır. Tespit işleminin tek ağ üzerinde sağlanmasının ardından üç metot üzerinden sınıflandırılması ile hassasiyeti, tahmini ve başarı değeri gözlemlenerek CNN tarafından sınıflandırmada hassasiyetinin %91, tahmininin %96 ve doğruluğunun %93 değerleri ile daha yüksek olduğu paylaşılmıştır. YOLOv4, YOLOv5 ve DETR ağları ile tespitinin çalışıldığı (Kabir ve ark., 2021) çalışmada ağların eğitimi için DETR'de doğrudan eğitim sağlanmış olup diğer YOLO ağlarında %70 eğitim, %20 doğrulama ve %10 test ayırımı ile ağlar eğitilmiştir. Yapılan eğitimler doğrultusunda yüksek bir başarı oranıyla birlikte YOLOv5 mimarisinin en iyi sonuçları verdiği paylaşılmıştır. Başka bir yaklaşım ile (Koksal ve ark., 2020)'da YOLOv3 mimarisinde gelişen tespit işlemleri arasında drone tespiti için mimarinin eksikliklerinin ve sorunlarının araştırması yapılmıştır. Bu yaklaşımda hem farklı çalışmalar hem de bir yarışma olarak düzenlenen (Coluccia ve ark., 2019)'daki termal kamera verilerinden oluşan veri setinden yararlanılarak çalışılmıştır. Bu çalışma aşamasında ise ek kutu, eksik kutu ve kaymış kutu hata durumları ile beraber etkileri gözlenerek YOLOv3'de oluşan durumlar incelenmiştir. Drone tespitindeki (Phung ve ark., 2021)'in yaklaşımları, arka plan yoğunluğu ile drone aracının tespit başarısı değişkenlik göstermektedir. Bu arka plan çeşitliliği içinde SSD MobilNetV2, EfficientDet-D3 ve YOLOv4 ile eğitimleri yaparak karşılaştırılması

gözlemlenmiştir. Yapılan karşılaştırma sonucuna göre YOLOv4 mimarisinin daha verimli ve başarılı olduğu çıkarılarak YOLOv4 mimarisi farklı video örnekleri ile de denenmiştir. 720p görüntü akışında bu denemelerle mimarinin tespit mesafesi ve performansının verimli olduğu çıkarımı elde edilmiştir. (Hamatapa ve ark., 2019)'da ise tespit aşamasında mimarilerin yanı sıra çalışma ortamı ve programlar da etken gösterilmektedir. Bu etkenler arasında Matlab, OpenCv ve EmguCv araçları incelenerek programlama dilleri de göz önünde bulundurulmuştur. Çıkarımlar ardından Linux Ubuntu işletim sisteminde C++ programlama dilinde açık kaynak kütüphaneler ile tespitin başarısı değerlendirilmiştir. Karşılaştırma yapısı kurulurken de 4 farklı drone modeli ve farklı nesnelere eğitime sunularak tespit süreleri ile özelliklerince bu ortamın etkin ve verimli olduğu çıkartılmıştır. Drone tespiti için ortam ve mimarilerin yanı sıra (Zhang ve ark., 2021) çalışmasında aracın hareketi ve yakınlığı gözlenerek artış gösteren drone araçlarının yaşam alanları ve onlara olan uzaklıkları ile kestirim yapılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada kamera merkezi üzerinden yakınlığına göre 3 bölgeye ayrımı sağlanmıştır. Bölgeler en uzak noktadan başlayarak güvenli bölge, alarm bölgesi ve hafifletme bölgesi olarak tanımlanmıştır. Ayrıca drone aracının tespitinde SSD, Faster R-CNN ve RFCN Resnet101 metotlarının başarı indisleri üzerinden RFCN Resnet101 metodu ile tespitin daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. Ardından yapılan tespitte görüntü çerçevesi bölgelere ve alanlara ayrılarak nesnenin uzaklık kestirimine ilişkin çıktı elde edilmiştir. (Svanström ve ark., 2021) da tespit başarısını arttırmak ve drone takibi yapımı üzerine 416x416 boyutunda renkli görüntü girişi, termal kamera girişi ve akustik sensör girişi ile yapılan çalışmada her girdinin sınıflandırması ayrı ayrı yapılarak toplam bir çıktı çalışması yapmıştır. Bu çalışmada görüntü tabanlı girdilerde sadece YOLOv2 mimarisinden tespit işlemi gerçekleştirilerek çıktı elde edilmiştir. Test alanındaki görsel girişinin düşük gürültülü olması sebebiyle termal kamera ile tespit 0,7601 ve renkli kamera ile 0,7849 F1 değeri elde edilmiştir.

Literatür çalışmalarından ve uygulamalardan yola çıkarak tespit işlemindeki başarı değerinin artırılması için toplanan veri seti üzerinde literatürde başarılı olan mimariler arasında performans değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırma sonuçlarında gerçek zamanlı çalışma performansı için FPS değerleri de incelenerek başarılı olan mimarinin seçimi sağlanmıştır. Mimari seçiminin ardından kullanılan girdilerin eksik yanlarının değerlendirilmesi üzerinde bir yaklaşım ele alınmıştır. Bu yaklaşımda; standart kameralarla yapılan çalışmalarda karmaşık arka plan veya drone rengi ile uyum içerisinde olan açılardaki eksiklik termal kamera ile, termal kamera kullanımında ise arka plan ısı yoğunluğunun eşit veya yakın olması durumlarındaki eksiklik standart kamera ile giderilmeye çalışılmış ve başarı sağlanmıştır. Bunun için iki tür kameranın eş zamanlı çalışması ile eksik noktalarının mimarideki ağırlıkları ile tespiti sağlanmıştır. Drone tespit işlemi sürecinde problem olan kuş, uçak, helikopter gibi diğer nesnelere ayrımı üzerinde de eğitim yapılarak drone aracının tespiti daha başarılı olması sağlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Literatürde yer alan yaygın modeller üzerinde eğitim ve test işlemleri yapılarak modeller arası tahmin performanslarının karşılaştırması, çeşitli alanlarda toplanan veri seti ile yapılmıştır. Veri setleri ise Faster-RCNN, SSD Resnet, YOLOv4 ve YOLOv5 metotlarında çalışılmıştır.

2.1. Faster-RCNN

Faster-RCNN, diğer RCNN metotlarına göre daha derin konvolüsyon ağları kullanarak neredeyse gerçek zamanlı bir nesne tespiti ağı oluşturabilmektedir. Ağın yapısı gereği her resim üzerinde yaklaşık olarak 0.2 saniye zaman harcanmasına rağmen çok keskin tespitler yapabilmektedir. Bununla birlikte Faster-RCNN metodunun çalışması için olduğu gibi eğitim içinde yüksek miktarda hesaplama gücüne ihtiyaç duymaktadır. Zamanın ve hesaplama gücünün bol miktarda bulunduğu durumlarda başarılı sonuçlar üretilebilmektedir (Ren ve ark., 2016)

2.2. SSD Resnet

SSD diğer nesne tanıma metotlarına kıyasla daha az karmaşık bir yöntem kullanmaktadır. Bunu başarmasının nedeni ise bölge tahmini ve özellik örnekleme aşamalarını tek bir ağ içerisinde gerçekleştirmesidir. SSD bu özellikleri sayesinde diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında daha hızlı eğitilebilmektedir. Fakat nesne tespiti aşamasında daha düşük doğruluk değerlerine sahiptir. Model

kısıtlı hesaplama gücüne sahip sistemlerde yüksek hızlı tespitler yapımı esnasında başarılıdır (Liu ve ark., 2016).

2.3. YOLOv4

YOLOv4, CSP (Cross-Stage-Partial-connections), SAT (Self-adversarial-training), WRC (Weighted-Residual-Connections) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu kullandığı yöntemlerin avantajları sayesinde diğer metotlara göre daha düşük işlem gücüyle daha iyi performans gösterebilmektedir. Gerçek zamanlı olarak çalıştırılabilen model geçerli seviyede doğruluk oranlarına sahiptir (Bochkovskiy ve ark., 2020).

2.4. YOLOv5

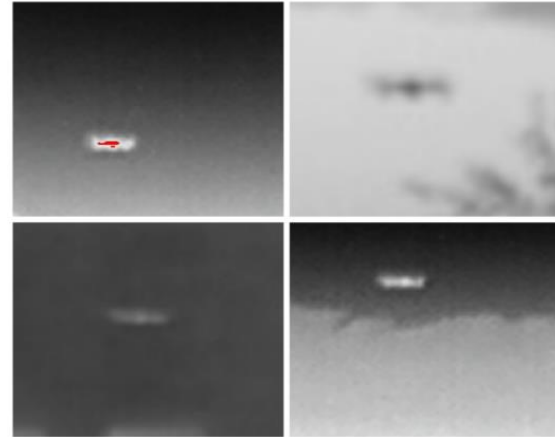
YOLOv5 metodu, YOLOv4 üzerinde uyarlanabilir dolgu çerçeve hesaplaması ve focus dilimleme gibi yöntemler ile geliştirme yapılarak elde edilmiştir. Özellikle eğitim sürecinde oluşan farklılıklar modelin nesnelere daha doğru tespit edebilmesini hedeflemektedir. Bu değişiklikler sonucunda eğitim süresi uzamakta, gerçek zamanlı çalışma performansı ise aynı kalmaktadır. (Jocher ve ark., 2020)

2.5. Veri Seti

Veri seti; çalışma grubunca veriler çeşitlendirilerek toplanmıştır. Hem termal kamera üzerinden hem de standart kamera üzerinden Şekil 1 ve Şekil 2'deki gibi çeşitli arka planların olduğu veriler iki kamera üzerinden eş zamanlı olarak elde edilmiştir. Bu toplanma işleminin ana sebebi eğitim ve değerlendirme yapılırken kamera verisinin belirsiz olduğu durumların daha net ayrımının yapılabilmesidir. Bu sayede yapay sinir ağı modellerinin öğrenme aşamasında daha derin bir öğrenme elde etmesi ve elde edilen modelin daha performanslı çalışması desteklenmiştir.



Şekil 1. Standart kamera ile toplanan veri örnekleri



Şekil 2. Termal kamera ile toplanan veri örnekleri

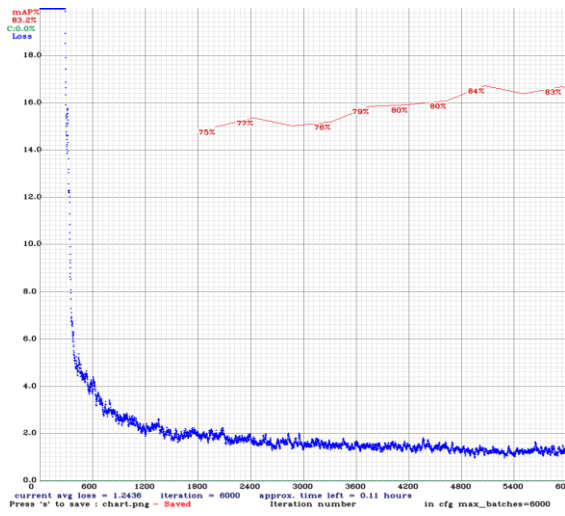
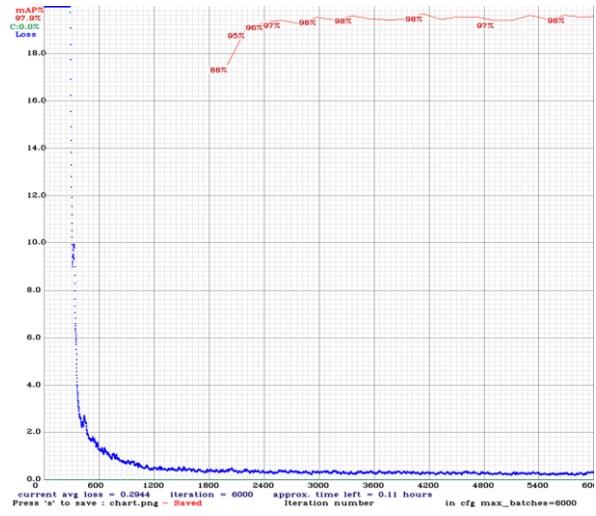
2.6. Model Eğitimi ve Değerlendirme

Modellerin eğitimi esnasında veri seti %70 eğitim, %20 doğrulama ve %10 test olarak ayrılmıştır. Ayrılan veri setinden eğitime sadece eğitim ve doğrulama kısımlarındaki fotoğraflar verilmiştir. Eğitim sürecinde termal ve standart görüntüler üzerinden görüntünün türüne göre farklı iki aşamada eğitim yapılmıştır. Eğitim sonuçları içerisinde doğruluk ve fps değerleri ön plana alınmıştır. Bunun sebebi doğruluk değerinin eğitim sonucunda yapılan tahmin başarısını göstermesi ve fps değerinin model sonucunda yapılan tahminin işlem süresi hakkında bilgi vermesidir. Bu değerler üzerinden modellerin eğitimi sonrasında veri setinde ayrılan ve eğitim sürecine dahil edilmeyen test verileri modellere verilerek sonuçlar çıkarılmıştır. Çıkarılan sonuçlar ise Tablo 1'de verilmiştir. Bu sonuçlarda performansı yüksek olan modelin seçimi sağlanmıştır. Seçim aşamasında Faster-RCNN modelinin doğruluğunun en yüksek değeri almış olmasına karşın fps değerinin düşük olması sebebiyle doğruluk değerinin yüksek ve fps değerinin de aralarında en yüksek olduğu YOLOv4 modeli seçilmiştir.

Tablo 1. Model Değerleri

	Doğruluk	FPS
Faster-RCNN	0,90	7
SSD Resnet	0,75	15
YOLOv4	0,85	25-30
YOLOv5	0,83	23-28

Başarılı model olarak seçilen YOLOv4 modelinin termal ve standart kamera üzerinden toplanarak etiketlenen verilerle yapılan eğitimi sonucundaki mAP ve loss grafikleri çıkarılmıştır. Standart kamera verileri üzerindeki eğitim sonucu Şekil 3'deki gibi başarılı bir şekilde devam etmiştir. Termal kamera verileri üzerindeki eğitim sonucu Şekil 4'te verilmiştir. İki eğitim sonucunda, eğitime verilen görüntü sayısı yakın değerlere sahip olsa da görüntü boyutu, çeşitlilik gibi durumlar sebebiyle termal görüntüler üzerindeki eğitim sürecinde loss değerindeki hızlı azalış ve mAP değerindeki hızlı artış meydana gelmiştir.


Şekil 3. Standart görüntüler ile yapılan eğitimin loss ve mAP değerleri

Şekil 4. Termal görüntüler ile yapılan eğitimin loss ve mAP değerleri

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Standart ve termal kamera üzerinden toplanan görüntüler, literatürde yaygın kullanımı olan yapay sinir ağı modellerinde eğitilmiştir. Yapılan eğitim sonuçlarındaki fps ve doğruluk değerlerine göre karşılaştırma yapılarak iki tür görüntü kaynağı içinde başarılı modelin YOLOv4 olduğu belirlenmiştir. Belirlenen model üzerinde test aşamasındaki tespitleri Şekil 5 ve Şekil 6'da örneklendirilmiştir. Verilen bu görseller üzerinde genel yapı olarak arka plan yoğunluğunun yüksek olmadığı ve termal açıdan yakın nesnelerin daha az olduğu görseller üzerindeki test sonuçları detaylandırılmıştır.


Şekil 5. Standart kamera üzerinde YOLOv4 çıktısı

Şekil 6. Termal kamera üzerinde YOLOv4 çıktısı

Modelin test girdilerindeki başarısının belirlenmesinin ardından standart kamera görüntüsündeki arka plan renginin drone ile yakınlık göstermesi veya karmaşık olması durumunda tespit başarısının sağlanması için termal kamera ile desteklenmiştir. Bu sayede standart kamera girdisinde drone tespit zorluğunun olduğu durumlarda, termal görüntü ile tespit niteliği belirgin olarak elde edilmiş ve modelin termal tarafı başarılı bir tespit gerçekleştirdiği Şekil 7’de görülmektedir. Şekilde arka planın ağaç ile karmaşılaştırıldığı durumdaki çıktıları eş zamanlı olarak paylaşılmıştır. Bu şekilde ağacın renginin drone rengine yakın olması ve karmaşası sebebiyle özellikleri çıkarılamayıp; termal kameranın bu özellikleri başarılı bir şekilde çıkardığı gözlemlenmiştir. Başka bir eksiklik olan termal görüntüdeki arka plan ısı yoğunluğunun yakın olduğu durumlardaki tespit zorluğu Şekil 8’de örneklendirilen standart kamera ile alınan görsel üzerinde başarılı olarak elde edilmiştir. Elde edilen çıktılar genel itibariyle termal yoğunluğun yakın olduğu durumda termal çıkının başarısının azaldığını ve bu durumun standart kamera çıktısı ile tamamlanarak başarılı bir şekilde tespitinin sağlandığı gözlemlenmiştir.



Şekil 7. Yoğun arka planda termal ve standart kamera üzerinde tespit



Şekil 8. Termal yoğunluğun yakın olduğu arka planda termal ve standart kamera üzerinde tespit

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Yapılan bu çalışma ile literatürde bulunan drone tespit çalışmalarındaki bazı eksik noktaların iyileştirilmesi için katkıda bulunulduğu düşünülmektedir. Bu katkılar, standart veya termal temelli tespit işlemlerinde tespit performansının düşük olduğu durumları belirleyerek eş zamanlı iki ağıın kullanımı ile güçlendirilmesidir. Gelecek çalışmalarda ise küçük nesnelerin tespiti konusunda daha düşük güç gereksinimi duyan ve yüksek performanslı modeller kullanılarak çalışma geliştirilebilir. Aynı zamanda bu yaklaşımın gerçek zamanlı iki farklı görüntü kaynağından alınan veriler üzerinde daha yüksek performansta çalışabileceği öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2020.06.01.1082 nolu proje kapsamında olup, Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklendiğinden teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, çalışmalar süresince ekipman desteği sağlayan Düzce İl Emniyet Müdürlüğü İHA Büro Amirliği'ne ve Abdülkadir EROĞLU'na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Allahham, Mhd Saria, Tamer Khattab, and Amr Mohamed. "Deep learning for RF-based drone detection and identification: A multi-channel 1-D convolutional neural networks approach." 2020 IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIoT). IEEE, 2020.
- Aker, Cemal, and Sinan Kalkan. "Using deep networks for drone detection." 2017 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS). IEEE, 2017.
- Abbasi, Kainat, et al. "A vision-based amateur drone detection algorithm for public safety applications." 2019 UK/China Emerging Technologies (UCET). IEEE, 2019.
- Al-Emadi, Sara, et al. "Audio based drone detection and identification using deep learning." 2019 15th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference (IWCMC). IEEE, 2019.
- Brust, Matthias R., et al. "Defending against intrusion of malicious uavs with networked uav defense swarms." 2017 IEEE 42nd conference on local computer networks workshops (LCN workshops). IEEE, 2017.

- Bochkovskiy, Alexey, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao. "Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection." arXiv preprint arXiv:2004.10934 (2020).
- Chen, Huichao, Zheng Wang, and Linyuan Zhang. "Collaborative spectrum sensing for illegal drone detection: A deep learning-based image classification perspective." *China Communications* 17.2 (2020): 81-92.
- Coluccia, Angelo, et al. "Drone-vs-bird detection challenge at iee avss2019." 2019 16th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS). IEEE, 2019.
- Gökçe, Fatih, et al. "Vision-based detection and distance estimation of micro unmanned aerial vehicles." *Sensors* 15.9 (2015): 23805-23846.
- Garcia, Ann Janeth, Jae Min Lee, and Dong Seong Kim. "Anti-Drone System: A Visual-based Drone Detection using Neural Networks." 2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC). IEEE, 2020.
- Hamatapa, Rangpum, and Charoen Vongchumyen. "Image processing for drones detection." 2019 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST). IEEE, 2019.
- Jocher, Glenn, et al. "Yolov5." Code repository <https://github.com/ultralytics/yolov5> (2020).
- Koksal, Aybora, Kutalmis Gokalp Ince, and Aydin Alatan. "Effect of annotation errors on drone detection with YOLOv3." *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. 2020.
- Kabir, Muhammad Salman, Ikechi Kalu Ndukwe, and Engr Zainab Shahid Awan. "Deep Learning Inspired Vision based Frameworks for Drone Detection." 2021 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE). IEEE, 2021.
- Liu, Wei, et al. "Ssd: Single shot multibox detector." *European conference on computer vision*. Springer, Cham, 2016.
- Mahdavi, Fatemeh, and Roozbeh Rajabi. "Drone Detection Using Convolutional Neural Networks." 2020 6th Iranian Conference on Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS). IEEE, 2020.
- Nalamati, Mrunalini, et al. "Drone detection in long-range surveillance videos." 2019 16th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS). IEEE, 2019.
- Phung, Kim-Phuong, et al. "Multi-model Deep Learning Drone Detection and Tracking in Complex Background Conditions." 2021 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC). IEEE, 2021.
- Ren, Shaoqing, et al. "Faster R-CNN: towards real-time object detection with region proposal networks." *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence* 39.6 (2016): 1137-1149.
- Salman, Soha, et al. "Machine Learning Inspired Efficient Audio Drone Detection using Acoustic Features." 2021 International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technologies (IBCAST). IEEE, 2021.
- Sheikh, Muhammad Usman, et al. "Drone detection and classification using cellular network: A machine learning approach." 2019 IEEE 90th Vehicular Technology Conference (VTC2019-Fall). IEEE, 2019.
- Svanström, Fredrik, Cristofer Englund, and Fernando Alonso-Fernandez. "Real-Time Drone Detection and Tracking With Visible, Thermal and Acoustic Sensors." 2020 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR). IEEE, 2021.
- Taha, Bilal, and Abdulhadi Shoufan. "Machine learning-based drone detection and classification: State-of-the-art in research." *IEEE Access* 7 (2019): 138669-138682.
- Unlu, Eren, et al. "Deep learning-based strategies for the detection and tracking of drones using several cameras." *IPSN Transactions on Computer Vision and Applications* 11.1 (2019): 1-13.
- Zhang, Xindi, and Kusri Kusri. "Autonomous long-range drone detection system for critical infrastructure safety." *Multimedia Tools and Applications* (2021): 1-21.

AKILLI TARIM ŞEHİRLERİ TASARIMI YOL HARİTASI: HATAY ÖRNEĞİ

Coşkun YILDIRIM

Tabit Yönetim Danışmanlığı ve Tarımsal Teknoloji Projelendirme Limited Şirketi
coskun.yildirim@tabit.com.tr

Necmi Cemal ÖZDEMİR

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com ORCID: 0000-0003-2914-3577

Tuna DİPÇİN

Tabit Yönetim Danışmanlığı ve Tarımsal Teknoloji Projelendirme Limited Şirketi
tdipcin@gmail.com

Tülin AKIN

Tabit Yönetim Danışmanlığı ve Tarımsal Teknoloji Projelendirme Limited Şirketi
tulin.akin@tabit.com.tr

Özet

Gıda tedarik zincirini, gıda değer zincirine dönüştürmeden insanlığın en önemli sorunlarından biri olan “beslenme” sorununu çözebilmek mümkün değildir. Gıda tedarik zincirinin her halkası kendine özgü bir yapıya sahiptir. Zinciri oluşturan halkaların birbirine uyumundaki başarısını teknoloji desteği ve nitelikli bilgi ile sağlanabilir. Böylece zincirin halkalarındaki tüm taraflarının verimliliklerini, karlılıklarını ve buna bağlı olarak zincirin tüm oyuncularının yaşam kalitelerini yükseltebilmek mümkün olacaktır. Gıdanın yoğun ham maddesinin elde edildiği tarımsal üretimin her aşamasında Akıllı Tarım Teknolojilerinin, toplanan veriler ile beslenen Yapay Zeka Destekli Üretim Karar Sistemlerinin kullanımı, çiftçilerin yenilikçi bilgiyle buluşmasının sağlanması ve üretimi için ihtiyaç duyacağı hammadde ve makine ekipman tedarik sistemlerinde yenilikçi yaklaşımlarında teknoloji destekli altyapılarla takip edilmesi bütünlüklü biçimde “Akıllı Tarım Şehirlerinin” omurgasını oluşturacaktır. Akıllı Tarım Şehirlerinde teknolojinin tarım dikeyinde kullanımının artması, toplanan verilerle oluşturulacak bilgilerle desteklenen tarımsal üretim ve gıda tedarik süreçlerinin yönetiminin kolaylaşması ile Kırsal Kalkınma Çalışmalarında iş başarısının artması doğal sonucunu ortaya çıkaracaktır. Akıllı Tarım Şehirlerinin tasarımında, çalışılacak bölgedeki teyit edilmiş veriler ile ilgili tüm tarafların ihtiyaç ve beklenti analizlerinin doğru tespit edilmesi ile tüm süreçlerin bölgenin özellik ve beklentilerine uygun olarak terzi usulü tasarlanması uygulama başarısını arttıracaktır. Bu bildiri Hatay’da gerçekleştirilen Kırsal Kalkınma çalışmalarının planlanması kapsamında “Akıllı Tarım Şehri Tasarım Çalışması”nın uygulamaya hazır hale getirilmiş yol haritası sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehirler, Akıllı Tarım, Tarım 4.0, Tarımda Yapay Zeka, Kırsal Kalkınma, Tarımsal Kalkınma

SMART AGRICULTURAL CITIES DESIGN ROADMAP: THE CASE OF HATAY

Abstract

It is impossible to solve the "nutrition" problem, one of the most important problems of humanity, without transforming the food supply chain into a food value chain. Each stakeholder of the food supply chain has its own unique structure. The success of the stakeholders forming the chain in harmony with each other can be achieved with technology support and qualified knowledge. Thus, it will be possible to increase the productivity and profitability of all parties in the chain, and accordingly, the quality of life of all players in the chain. The use of Smart Agricultural Technologies and Artificial Intelligence Supported Production Decision Systems fed with collected data at every stage of agricultural production where the intense raw material of food is obtained, ensuring that farmers meet with innovative information and following innovative approaches with technology-supported infrastructures in raw material and machinery equipment supply systems that they will need for their production, will form the backbone of “Smart Agricultural Cities” in an integrated manner. The increase in the use of technology

in the agricultural vertical in Smart Agricultural Cities, the facilitation of the management of agricultural production and food supply processes supported by the information to be created with the collected data, and the increase in business success in Rural Development Studies will reveal as the natural result. In the design of Smart Agricultural Cities, the correct determination of the needs and expectations analyzes of all parties related to the confirmed data in the region to be studied and tailor-made design of all processes in accordance with the characteristics and expectations of the region will increase the success of the application. In this paper, the roadmap of the "Smart Agricultural City Design Study" made ready for implementation within the scope of the planning of the Rural Development studies carried out in Hatay is presented.

Keywords: Smart Cities, Smart Agriculture, Agriculture 4.0, Artificial Intelligence in Agriculture, Rural Development, Agricultural Development

1. GİRİŞ

Hatay “Bereketli Hilal” ya da “Mümbit Hilâl” (İngilizce: Fertile Crescent), Orta Doğu'da, Batı ve Orta Doğu uygarlıklarının doğduğu bölgededir. Bütün dünyadaki tarımın temelinde bulunan, sekiz temel bitkiden altısı bu bölgede tarım yapılabilecek hale getirilmiştir. Hatay, tarımsal üretim bakımından oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. İklim şartları ve toprak yapısı yılda üç ürün alınmasına imkân sağlamaktadır. Hatay, Türkiye'nin tarımsal üretimde en fazla çeşitliliği olan bölgesi olmakla birlikte, Türkiye'nin tarımsal üretimine %5 ve üzerinde etki eden 12 ürün üretilmektedir. 06 Aralık 2012 Resmî Gazete’de yayınlanan ve 30 Mart 2014 itibarıyla yürürlüğe giren 6360 Sayılı Kanun ile Hatay’ın da içinde bulunduğu büyükşehirler, görev alanlarındaki tarım faaliyetleri için, çiftiçiye destekleyici faaliyetlerde bulunma, modern üretim ve yetiştiricilik konularında işbirlikleri ve projeler üretme yetki ve sorumluluğu üstlenmişlerdir. Akıllı şehir kavramını, şehirlerin kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılarak, şehir sakinlerinin yaşam kalitelerini yükseltmek ve hizmet maliyetlerini düşürmek amaçlı teknoloji kullanımı olarak görmek mümkündür. Değişkenlerin tespit edilip, bu değişkenlerden data üretilmesi; hizmetlerin ve çalışmaların bu data vesilesiyle planlanması ve şehirdeki yaşam kalitesini yükseltmeye yönelik çalışmaların, bu verilerin optimize edilmesi sayesinde, daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Uluslararası danışmanlık firması olan Deloitte’un 2015 yılında, akıllı şehirlerin hayatımızı nasıl etkileyeceğine ilişkin yayınladığı raporda şehirlerin akıllı hale gelmesinin amaçlarını üç maddede sıralanmıştır:

- “Ekonomik büyüme,
- Hayat kalitesi, içinde yaşanacak güzel bir şehir ve
- Ekolojik ayak izi ve sürdürülebilirlik.” (van Dijk and Teuben)

Bu şartlar altında, akıllı şehirler değer üretilen noktalarda, değer üretmenin aşamalarında veri üreten cihazlar ve bu veriyi anlamlandıracak sistemler sayesinde ortaya çıkmaktadır.

1.1. Akıllı Tarım Şehirleri

Veri toplamak için farklı türde elektronik nesnelere;

- interneti sensörlerini kullanan ve daha sonra bunları çiftçinin kadim bilgisi ve uzman görüşleri ile harmanlayarak, elde edilen bilgileri tarımsal üretimdeki varlıkları, kaynakları ve hizmetleri verimli bir şekilde yönetmek için bu verilerden elde edilen bilgileri kullanan bir “Tarımsal Üretim Bölgesi”dir.
- Akıllı Tarım Şehirleri konsepti ile, bir bölgede üretim için gereken tüm tarımsal üretim ve gıda tedarik zinciri operasyonları ile bu zincirin verimliliğini optimize etmek ve tedarik zincirini değer zincirine dönüştürmeye yönelik faaliyetlerde bulunacak tüm taraflarla bağlantı kurmak amaçlanmıştır.

1.2. Akıllı Şehirlerin Gıda Tedariği ve Gıda Güvenliğinin Sağlanması

Toplanan somut ve objektif veriler ile mümkün olan bilgi temelli karar alma mekanizmalarının işlemesi sayesinde kent sakinlerinin hayat kalitesinin yükselmesi öngörülmektedir. Öte yandan kent sakinlerinin hayat kalitesini doğrudan etkileyen bir diğer kriter ise beslenmedir. Veriye dayalı akıllı tarım uygulamaları sayesinde, kent sakinlerinin ihtiyaç duyduğu zamanda, ihtiyaç duyduğu miktarda ve

yüksek kalitede gıda ürününe erişmesi mümkün olacaktır. Akıllı tarım bu bağlamda aşağıda belirtilen amaçlar doğrultusunda akıllı şehir sakinlerinin yaşam kalitesini yükseltecektir.

- Daha iyi üretim,
- Daha iyi beslenme,
- Daha iyi çevre ve
- Daha iyi yaşam

Aynı yükümlülük, farklı çerçevelerde küresel ölçekte de bulunmaktadır. Thorpe'a göre "şehirlerin ve ulusal hükümetlerin, vatandaşlarının gıda güvenliğini sağlaması üzere yanıt vermesi gereken üç büyük eğilim vardır.

1. 1980 ile 2011 arasında tarım dışı nüfus ikiye katlanarak 4.4 milyara ulaşmıştır. Aynı şekilde tarım dışı nüfus artış hızı, tarımsal nüfus artış hızının beş katıdır.
2. Tarımsal üretime uygun arazilerin miktarı azalmaktadır ve bu araziler ayrıca küresel iklim değişikliğinden etkilenmektedir.
3. Tarımda bitkisel ve hayvansal üretim, dünyada hala en çok sera gazı üretimine neden olan aktivitelerden biridir." (Thorpe)

Akıllı şehirlerde uygulanması mümkün akıllı tarım uygulamaları üç farklı aşamada verinin üretilmesi ve anlamlandırılması ile karar alma süreçlerinde rol oynaması ve karar alma süreçlerinin ortaya çıkan değeri maksimize edebilmek üzere şekillenmesini sağlaması ile anlam kazanacaktır. Fakat tüm sistemin bütüncül bir şekilde iyileştirilebilmesi için bundan daha fazlasına ihtiyaç vardır. Gıdanın üretim süreçlerinin başlangıcından gıdanın üretimine ve son olarak tüketiciyle buluşturulmasına kadar tüm sürecin kayıt altına alınması, veriye dönüştürülmesi ve bu verinin karar alma süreçlerini kolaylaştıracak şekilde bilgiye dönüştürülmesi önemlidir. Özet olarak, akıllı şehirlerin kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesi ve şehir sakinlerinin maliyetlerinin azaltılması ve yaşam kalitelerinin yükseltilmesi ile yönetim süreçlerinin iyileştirilmesi için ilgili noktalardan verilerin toplanması ve verilerin yönetim süreçlerinde kullanılmasını gerektirdiği gibi, akıllı tarım için de bunu yapmak mümkündür. Kırsal kalkınma da bu bağlamda teknoloji desteğiyle yenilikçi yöntemlerle gerçekleştirilebilir ve şehir sakinlerinin gıdaya daha güvenli ve verimli bir şekilde erişmesi sağlanabilir.

1.3. Kırsal ve Tarımsal Kalkınma

Moseley'e göre kırsal kalkınma, "kırsal bölgelerde yaşayan insanların ekonomik durumlarını ve yaşam kalitelerini iyileştirme çalışmasıdır." (Moseley 5) Kırsal kalkınmaya benzer ve tamamlayıcı olan bir diğer tanım ise tarımsal kalkınmadır. Tarımsal kalkınma, küresel gıda arzıyla da doğrudan ilişkilidir. Dünya Bankası'na göre "tarımsal kalkınma, aşırı fakirliği sonlandırmak, refahın paylaşımını hızlandırmak ve 2050'de 9.7 milyar olması öngörülen dünya nüfusunu beslemek için en önemli araçlardan biridir." (The World Bank). Tarımsal kalkınmanın gerçekleştirilmesi için uluslararası ve ulusal ölçekte çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birisi de Gates Vakfı tarafından gerçekleştirilmektedir. Gates Vakfı, tarımsal kalkınmaya yönelik hedeflerini "Sahra altı Afrika'da ve Güney Asya'da, herkesin satın alınabilir ve besleyici gıdaya erişimini sağlayabilen, ekonomik fırsatlar yaratabilen ve doğal kaynakların sınırlarına saygılı, sürdürülebilir ve kapsayıcı tarımsal dönüşüm arzulan çiftçileri ve hükümetleri desteklemek" olarak açıklamaktadır. (Gates Foundation)

Bu hedef doğrultusunda, yaptıkları çalışmalar üç ana stratejiye göre şekillenmektedir. Bu stratejiler,

- "Sahra altı Afrika ve Güney Asya'daki çiftçilerin spesifik gereksinimlerine yönelik araçlara ve teknolojilere yatırım yapmak,
- Küçük aile çiftliklerine yönelik tasarlanan ürünler ve hizmetlerin daha verimli olması adına kamu ve özel çalışmalara yatırım yapmak
- Küçük ölçekli gıda üreticilerinin zorlu çalışmaları karşısında sürdürülebilir gelir ve düzenli kazanç elde edebilmeleri için yenilikçi destek yapılarının gelişmesi ve ölçeklenmesi üzere yatırım yapmak." (Gates Foundation)

Tülin Akın'a göre, "kırsalda yaşayan aile çiftçilik işletmelerinin verimliliğini ve karlılığını artırarak kırsaldaki yaşam kalitesini yükseltmek üzere tarımsal ve kırsal kalkınma çalışmaları yapmalıyız." (Akın). Bu çalışmaların odağında teknoloji olmakla birlikte, teknoloji kullanımı sadece tarımsal

üretimin verimini artıracak tarım teknolojilerini çiftçiye sunmakla sınırlı değildir. Çalışmaların odağında teknolojinin her türlüünü, çiftçinin her ihtiyacını karşılamak amaçlı kullanmak yer almaktadır. Buna tabii ki çiftçinin üretim girdilerinden maksimum verimliliği alması için teknoloji kullanımı dahil olmakla birlikte, çiftçinin danışmana ulaşması, çiftçinin finansmana ulaşması ve nakit akışını yönetmesi, çiftçinin farklı satış kanallarına ulaşması veya çiftçinin piyasa (hal ve borsa gibi) fiyatlarına ulaşması ve benzeri hizmetler de dahildir. Buna benzer bir şekilde, kırsal ve tarımsal kalkınmayı, veri temelli bir düzlemde, üretim, verimlilik ve karlılık performansını artırmak amaçları doğrultusunda yapılan çalışmalar olarak tanımlanabilir.

1.4. Kırsal Kalkınmanın Yeri

Kırsal kalkınma birden fazla açıdan kritik öneme sahiptir. Bunlardan birisi kırdan kente göçü azaltma isteğiyle, bir başkası da küresel gıda arzına yönelik tehdidi azaltmak ya da ortadan kaldırmaktır. Yönetimler, genellikle kırdan kente göçü azaltmak isterler. Bunun insani nedenleri olduğu gibi, kentteki alt sınıf nüfusun yoğunluğundaki artışın siyasi stabiliteye yönelik getireceği riskler de olabilir. (Rhoda 34). Çeşitli çalışmalar, kırsal kalkınmanın kırdan kente göçü engellemediğini, tam aksine hızlandırdığını öne sürmektedir. Bu çalışmaların ortak yönü, kırsal kalkınma tanımının, tarımın endüstriyelleşmesi, bir diğer deyişle endüstriyel tarımsal üretim işletmelerinin tarımsal üretimdeki payının artmasının bir sonucu olarak kırdan kente göçün arttığını ortaya koymalarıdır. (Rhoda 35) (Brumer 11). Kırsal kalkınma çalışmalarının, kırdan kente göçü nasıl azaltabileceğine ilişkin yapılan bir araştırma ise bazı şartların sağlanması durumunda kırdan kente göçün azalabileceğini öne sürmektedir. Bu şartlar;

- “Güvenlik gibi sosyo-kültürel şartlar,
- Altyapıya yönelik şartlar,
- İletişim ve ulaşımın kolaylaşmasına yönelik şartlar ve
- Daha uygun ekonomik koşullardır.” (Johnson 242)

Buna göre yaklaşımımız, kırdan yaşayan ve tarımsal üretim geliri olan küçük aile işletmelerinin ya da çiftliklerinin sürdürülebilirliğini güçlendirmek olmalıdır. Bir diğer kritik nokta ise gıda arzının ve tedarik zincirinin en önemli halkalarından birisinin tarımsal üretim olması ve tarımsal üretimin güçlendirilmesi gerektiğidir. Deep ve Dani’ye göre, “gıda tedariki zincirinin başlangıcı, tarımsal üretimin girdileri olan makine ve ekipman, tohum, gübre ve ilaçlardır. Fakat tarımsal üretim ve sonrasındaki lojistik süreçler izlenebilirlikten uzaktır.” (Deep and Dani). Fakat gıda tedariki zinciri, Peck’e göre bir krize hazırlıklı değildir. “Çok az firma iş sürekliliği yönetimine (business continuity management - BCM) adapte edilmiş ve neredeyse tüm firmalar bir kriz anında reaktif davranmaktadır. Endüstri standardı olmuş olan verimlilik arzusu ve anlık teslim felsefesi, tüm tedarik zinciri boyunca stok düzeylerini çok düşürmüş ve bir acil durumda zarar göreceği seviyeye getirmiştir.” (Peck 225)

Şüphesiz ki Türkiye’deki tarımsal izlenebilirliğin, tedarik zinciri güvenliğinin ve dolayısıyla üretilen gıdanın tüketiciyle buluşturulma sürecinin risk altında olmadığını öne süremeyiz. Bu şartlar altında, akıllı şehirlerle entegre bir şekilde çalışması gereken tarımsal ve kırsal kalkınma süreçleri, tedarik zincirinin tümüyle izlenebilir olmasına katkı sağlamalıdır. Dünyamızda ayrıca gıdaya erişimde zorluklar vardır. 2020’de eklenen 320 milyon kişi ile, dünyada yaklaşık üç insandan birisi (2,37 milyar kişi) gıdaya erişimde zorluklar yaşamaktadır. (FAO et al.) Bu şartlar altında gıda üretiminin de kırsal kalkınmada hem yerel hem de küresel ölçekte önemli bir rol oynadığını söylemek mümkündür. Özetle, kırdan kente göçün yavaşlaması, gıdadaki tedarik zincirinin güçlenmesi ve tüm insanların sağlıklı gıdaya erişimlerinin sağlanması için kırsal ve tarımsal kalkınmaya ihtiyaç vardır.

1.5. Akıllı Tarım Şehri Uygulamalarının Muhtemel Etkileri

Akıllı Tarım Şehirleri, gıda tedarik zincirinin her halkasında kullanılacak teknolojilerle makro ve mikro düzeyde oluşturulan bilgilerin, tarım yetkililerince hem çiftçilerde hem de gıda tedarik zincirindeki diğer aşamalarda tüm gelişmeleri izlemesine olanak tanır. Tarımsal Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Gıda tedarik zincirinin kalitesini, performansını ve etkileşimini artırmak, maliyetleri ve kaynak tüketimini azaltmak ve tedarik zincirini oluşturan üreticilerle idare arasındaki teması artırmak için kullanılır. Akıllı Tarım Şehir uygulamaları, gıda tedarik zincirindeki süreçleri gerçek zamanlı yönetmek ve ileri tarihli tahmin ve projeksiyonlar oluşturmak için geliştirilmiştir. Kırsal kalkınmanın faydalarını kentte yaşayan ve kırsalda yaşayan insanlara yönelik faydaları olarak ikiye ayırabiliriz. Kentte yaşayan insanları kimi

istisnalar haricinde tüketici, kırsalda yaşayan insanları ise hem üretici hem de tüketici olarak görmemiz mümkündür. Buna göre, kırsal kalkınmanın kent sakinlerine faydaları

- Erişilebilir (fiyatta) gıda sağlanması. Tüketicinin gıdaya erişmesini öngördüğü noktalarda ve alım gücünün yeteceği maliyet düzeyinde gıdaya erişmesidir.
- Öngörülebilir miktarda ve kalitede gıda sağlanması,

Buna ek olarak, “FAO’nun Dört Daha İyi Stratejisi”ne göre

- Daha iyi bir beslenme sağlanması. Açlığı bitirmek, besleyici gıdaları desteklemek ve sağlıklı diyetlere erişimi artırmak. Bunları başarmak için ise gıda kaybını engellemek gerekmektedir.
- Daha iyi bir çevre sağlanması. Karasal ve deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini koruyucu, onarıcı ve destekleyici şekilde tarımsal sistemlerin kullanılması gerekmektedir.
- Daha iyi bir hayat sağlanması. Kırsal ile kentsel, varlıklı ile yoksul ve kadın ile erkek arasındaki eşitsizlikleri azaltmak, kapsayıcı ekonomik büyümeyi desteklemek gerekmektedir.” (FAO)

1.6. Kırsal Kalkınmanın Üreticiye Faydaları

Kırsal kalkınmanın gıda üreticilerine faydaları, tarımsal üretim işletmelerinin verimliliğinin ve karlılığının artması, buna bağlı olarak da üreticilerin yaşam kalitelerinin yükselmesidir. Üretimin ve hasat sonrası lojistik süreçlerin izlenebilirliği ile gıdanın güvenliği desteklenmelidir. Bu izleme, hasat ve hasat sonrası kayıpların da önüne geçecektir. Buna ek olarak, “FAO’nun Dört Daha İyi Stratejisi”ne göre

- Daha iyi bir üretim sağlanması. Verimli ve sürdürülebilir üretim ile tüketim alışkanlıklarını garanti altına almak ile yerel, bölgesel ve küresel ölçekte kapsayıcı gıda ve tarım tedarik zincirini sağlamlaştırmak gereklidir. Dijital tarım, küçük ölçekli üreticilere odaklanmak ve yeşil inovasyon, bu ilerleme sürecinin kilit unsurlardır.” (FAO)

Tüm bu bilgiler, tarımsal üretim ve gıda tedarik zincirinde teknoloji kullanımının yaygınlaştırılmasının, üretim aşamasında ortaya çıkan risklerin teknoloji desteği ile azaltılması ve önlenmesi ile daha verimli ve karlı bir üretim yapmasını sağlayacağı, buna bağlı olarak gıda tedarik zincirinin bir değer zincirine dönüştürülerek gıdaya erişimi kolaylaştıracağı düşünülmüştür. Ekonomik büyüklüğünde tarım ve gıda sektörünün yoğun olduğu kentlerde Akıllı Tarım Şehirleri konseptinin geliştirilmesi ve üretim, pazarlama, lojistik gibi tedarik zincirin tüm aşamalarında birbirine entegre teknolojilerin planlanması ile ilgili bir tasarım çalışması yapılmıştır. Çalışmanın somut faydaya yönelik, hızlı sonuç alınabilecek ve en az hamle ile en çok paydaşın faydalanabileceği şekilde ve Hatay’daki tarıma dayalı üretimin ve ekonomik aktivitenin gelişmiş ülke standartlarına yükseltilmesi için uygulanabilir süreçlerin tasarlanması, süreçler tasarlanırken planla maksimum üç sene içinde somut sonuçlar alınabilecek bir planlama yapılması, Şehrin mevcut tarımsal potansiyelini tam kapasiteye yakın, mümkün olanlar için tam kapasite ile işletilecek biyoekonomik döngüye ulaştırmak ana hedef ve iş başarısı kriterleri olarak belirlenmiştir. Çalışmaya başlamadan yapılan ön araştırmalar sonucunda, Hatay’ın mevcut tarımsal değer zincirinde kayıp ve değerlendirilmeyen önemli miktarda ekonomik kayıplar olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte birçok ürün ve hizmetin üretilmesi ve verimli bir şekilde talebe cevap vermekte yaşanan aksamalar olduğu ön görüşmeler sırasında ortaya çıkan sıkıntılar olarak kayıt altına alınmıştır. Bunun yanında tasarım süreçleri hazırlanırken, ülkede uygulanan yasal mevzuata uygun, bölgenin üretim alışkanlıkları ile çelişmeyen, yüksek bütçeli yatırımlar gerektirmeyen çözümlere odaklanılması kararı alınmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Projede yer alan tüm tarafların ortak dili konuşması ve hareket edebilmesi için aşağıdaki çalışmalar yapıldı. Çalışmanın amacı, yöntemleri ile vizyon ve değerleri açık şekilde belirlendi;

Çalışmanın amacı, Hatay ekonomisinde çok önemli bir yer tutan Tarımsal Üretim Faaliyetlerinde uçtan uca bir planlama yaparak;

- Çiftçilerin verimliliklerini ve karlılıklarını artırmak ve buna bağlı olarak yaşam kalitelerini yükseltmek,
- Bölgedeki tarımsal ürün işleme tesisleri ile gıda üretim tesislerinin verimliliklerini artırmak, kaliteli hammaddeye rekabetçi fiyatlarla ulaşmalarını sağlayacak faaliyetleri planlamak,

- Bölgede eksik olan ve sektörün ihtiyaç duyduğu tarımsal ürünlerin işleme ve gıda işleme tesisleri belirlemek ve bunlarla ilgili çözümler üretecek;

Çalışmanın Vizyonu belirlenerek kayıt altına alındı

- Tarımsal üretimde, değer zincirlerini oluşturarak, ürün kalitesini yükseltmek ile ilgili önerileri, maliyetleri düşüren ve verimliliği arttıran farkındalık çalışmalarını gerçekleştirmek ve paylaşmak.
- Türkiye tarımsal üretiminde öncelikli 10 üründe markalaşmak,
- Tarımsal ürünlerde markalaşan ürünlerle MENA++ Bölgesi'nin Tarım ve Ticaret Merkezi olmak, Türkiye genelinde de uygulanabilecek, ülkemizin diğer illerine de adapte edilebilecek, işbirlikçi ve sürdürülebilir bir kırsal kalkınma projesi hayata geçirip örnek il olmak, ülkemiz için bir vizyon belirlemek.
- Çalışmanın Değerleri belirlendi.
- Açıklık ve Dürüstlük, İşbirlikçi Yaklaşım, Hesap Verebilirlik, Sürdürülebilirlik, Somut ve İzlenebilir Hedefler ve Göstergeleri Esas Almak, Bütünleşik Planlama ile tüm tarafların ihtiyaç analizleri ve çözümlerin planlanmasının belirlenmesi
- Akıllı Tarım Şehri Tasarım çalışmalarında yürütülen faaliyetler
- Çalışma Ekipleri Kuruldu.
- Proje Yönetim Yazılımları Aktif Hale Getirildi. Proje Yönetim Yazılımı, Dijital Arşiv Yazılımı, Zaman Tuneli Yazılımı, Anket Takip Yazılımı, Dijital Harita Yazılımı
- Projede hizmet verecek tüm personelin eğitim ihtiyaç analizleri yapılarak gerekli eğitimler verildi.
- Raporlama formatları oluşturuldu ve dağıtım sistemleri kuruldu.
- Çalışma için yol haritası oluşturuldu ve proje tarafları ile paylaşıldı.
- Projenin iş planı hazırlandı, görev tanımları ve dağılımı yapıldı. Projenin tüm aşamaları bu plan ve yüklü olduğu yazılım üzerinden takip edildi.
- Literatür taraması yapıldı, konu uzmanları, akademisyenler ile görüşmeler yapıldı ve işbirlikleri oluşturuldu.

1. Tarımsal Üretim Sahasından bilgi toplama çalışmaları yapıldı.

a. Hazırlık aşaması :

- i. Köy potansiyellerinin belirlenmesi için otuz sorudan oluşan veri setleri güncellenerek oluşturuldu.
- ii. Bölge çiftçisinin tarımsal üretim, davranış biçimi analizi ile eğitim ihtiyaç analizlerini belirlemek üzere 56 soruluk bir veri seti hazırlandı.

b. Uygulama aşaması :

- i. Tarımsal üretim yapılan 453 köy muhtarı ile yüz yüze görüşmeler yapılarak köy potansiyel anket soruları dolduruldu. Soruların dışında oluşan görüşme notları da dahil olmak üzere anket ve harita yazılımlarına kayıt edildi.
- ii. Tarımsal üretimi aktif olarak yapan her köyden eşit sayıda çiftçiye 56 sorudan oluşan sorular soruldu. 3680 çiftçimizle yüz yüze yapılan görüşmelerde alınan bilgiler yazılımlara kayıt edildi.

2. İlçe Ziyaretleri Gerçekleştirildi

3. Kooperatif ve Birlikler ile Durum Tespiti ve İşbirliğine Yönelik Çalışmalar Yapıldı. Kooperatiflerin Bilgi ve Envanter raporları oluşturuldu.

4. Ziraat Odaları ile Durum Tespiti ve İş Birliğine Yönelik Çalışmalar Yapıldı

5. Gıda Üretim Tesisleri ile Durum Tespitine ve İş Birliği Yönelik Çalışmalar

6. Verilerin Değerlendirilmesi ve Raporlama Süreçleri Doğrudan toplanan birincil veriler ve kamu kurumlarından temin edilen ikincil veriler ile görüşme ve toplantılardan elde edilen bilgilerle birlikte Hatay ilinin potansiyeli ve mevcut durumunu belirleyeceğimiz raporlama aşamasına geçildi.

7. Hammadde Ürün Matrisi Oluşturuldu Bu raporun amacı; ilde ekonomik büyüklükte üretilen tarımsal ürünlerin; doğrudan hammadde olarak işlenmesi, yarı mamul olarak değerlendirilmesi, işleme sırasında çıkan birincil ve ikincil atıklarının değerlendirilmesi, fiyatı düşen ürünlerin işlenerek depolanması ve/veya gıda ürünü haline getirmeye yönelik planlamaların

gerçekleşmesi, ikinci kalite ve üçüncü kalite ürünlerin değerlendirilmesi çalışmalarını gerçekleştirebilmek ve kolaylaştırmak, buna bağlı olarak hızlı karar almayı sağlamaktır.

8. Olası Risk Dönemi Raporları Oluşturuldu
9. Yapay Zekâ Destekli Finansal Modelleme Hazırlandı Olası risk dönemine ait veriler, yıllık periyotlarda hangi dönemde hangi üründen ne kadar miktarda üretildiği ve olası pazar daralması durumunda ihtiyaç olan finans miktarının tespit edilmesine yönelik kullanıcının hızlı karar almasını sağlayan yazılımın finansal süreçleri en basit şekli ile tasarlanmıştır. Böylelikle özellikle risk dönemlerinde ihtiyaç duyulacak finansman miktarlarının öngörülmesi mümkün olabilecektir.
10. Acil Durum Eylem Planı / Fırsat Planı Hazırlandı
11. Ürün / Tesis Eşleştirme Yazılım Tasarımı Hazırlandı
12. Ürün Değer Zinciri Süreç ve Eylem Planları Hazırlandı
13. Markalaşma Sürecinde Satın Alınacak Hizmetler ve Dikkat Edilecek Hususların Raporu Hazırlandı
14. İlçelerin Mevcut Tarımsal Durumu ve Tarımda Yapısal Dönüşüme Uygunluk Raporu Hazırlandı
15. Kooperatifler Durum Analiz Raporu Hazırlandı
16. Ziraat Odaları Durum Raporu Hazırlandı Çalışmaların sonuç odaklı ve etkili olabilmesi için hazır veriler yerine sahada yapılan anketler, yüz yüze görüşmeler, alınan sonuçların ikincil verilerle karşılaştırmaları, tarımsal sanayi ve gıda üretim tesisleriyle tarımsal üretim alanlarına yapılan ziyaretler, yedi ay 40 kişilik bir ekip ortalama 3642 adam/gün saha çalışması 1245 adam/gün ofis içi çalışması ile analiz edilmiştir. Ziyaretlerde toplanan bilgiler ışığında yaşanan sorunlar analiz edilmiş,

3. SONUÇ

Sorun Analizi Çalışmasına Göre Hatay'daki Çiftçinin Durumu

Çiftçilerin sorunları analizi amacıyla yapılan çalışmada, üretim öncesinden başlayarak ürünün tüketiciye ulaşmasına kadar geçen tüm süreçte, üretim ve üretim dışı faktörlerin de yer aldığı sorun analizi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada öncelikle sorunlar kategorize edilmiştir. Saha çalışmalarında ortaya çıkan 165 sorun, 12 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler

- a. Altyapı (14),
- b. Bilgi ve Eğitim (42),
- c. Davranış Alışkanlıkları ve Sosyal Doku (41),
- d. Gelir (37),
- e. İklim ve Çevre (11),
- f. İşgücü (10),
- g. Kalite (21),
- h. Maliyet (56),
- i. Örgütlülük (16),
- j. Pazarlama (29),
- k. Üretim (74) ve
- l. Yenilikçilik (16)

Olarak ortaya çıkmıştır.

Bunu takip edecek şekilde, “**Maliyet ile Üretim**” kategorilerinin kesişimi bize 17 sorunu, “**Üretim ile Bilgi ve Eğitim**” kategorilerinin kesişimi bize 16 sorunu, “**Üretim ve Gelir**” ile “**Üretim ve Davranış**” kategorilerinin kesişimi bize 15 sorunu ve “**Üretim ile Pazarlama**” kategorilerinin kesişimi bize 12 sorunu işaret etmektedir. Tüm bu sorunların, kök sorunları ve sorunların yol açtığı türev sorunlar ve çözüm önerilerini doğru şekilde analiz edebilmek ve önceliklendirmek amacıyla **Sorun Analiz Yazılımı** hazırlanmıştır. Yazılımın verdiği sonuçlar neticesinde, sorunların çözümü için gerekli olan yapısal birimler ve kurulduğunda çözebileceği sorun adedi oluşturulmuş ve yapısal kaynak kullanımı bu çalışmalar ışığında raporlanmıştır.

Sorunların çözümü aşamasında gerekli yapısal birimler; Parantez içinde bulunan rakamlar oluşturulacak yapısal birimin çözümüne destek olacağı sorun adedini göstermektedir. Bir sorunun

çözümü için birden fazla yapısal birime ihtiyaç olduğu düşünülürse, Akıllı Tarım Şehirlerinin Tasarımında kaynak yönetim planlamasının ve önceliklendirmelerin kolayca yapılacağı görülebilir. Hatay'da yapılan çalışmada kurulması önerilen yapısal birimlerle ilgili ilişkilendirme sonuçları aşağıdadır.

- Tarımsal Üretim Danışmanlık Merkezi - Teknoloji destekli, uzaktan ve yerinde tarımsal üretim danışmanlık hizmetleri (120),
- Tarımsal Eğitim Yönetim Merkezi - Planlanacak tarımsal eğitimlerin uzaktan ve yüzyüze verildiği eğitim merkezi (100),
- Büyüme Hedefli Tarımsal Üretim Planlama Merkezi - Üretimde piyasa koşullarına uygun rekabetçi üretim planlamasının yapıldığı merkez (46),
- Makine ve Ekipman Kiralama Birimi - Tarım makinalarının kiralama yöntemi ile paylaşım ekonomisine uygun olarak kullanılmasını sağlayacak teknoloji destekli uygulama (32),
- Pazarlama Hizmetleri - Üretim artışı ve/veya pazar daralmalarında ortaya çıkacak pazarlama ihtiyacını karşılayacak ve markalaşma çalışmalarını yapacak birim (64),
- Kooperatif Danışmanlık Merkezi - Kooperatiflerin yönetim ve üretim aşamalarında destek sağlayacak birim (79),
- Atıl Kapasite Kullanımı - İl genelinde ve yakın bölgelerdeki gıda işleme tesislerinin atıl kapasitelerinin kullanımı ile fiyatı düşen ürünlerin gıdaya dönüştürülmesi çalışmalarının yapılması (4),
- Tarımsal Girdi Satış Birimi - Tarımsal girdilerin ölçek ekonomisine uygun olarak daha düşük maliyetli ve daha uygun koşullarda tedarik edilmesini sağlayacak birim (24),
- Açık İnovasyon Merkezi - Tarımsal üretim ekosisteminin daha iyi işlemesi için tüm paydaşlardan gelen inovatif fikirlerin derlendiği, projelendirildiği ve aynı zamanda kadim bilginin yaşaması için kayıt altına alındığı birim (15),
- Test ve Laboratuvar Hizmet Birimi - Tarımsal üretimin hassasiyetinin artması için gereken toprak ve su analizi başta olmak üzere gereken analiz hizmetlerinin verildiği birim (16) ve
- Nitelikli İşgücü Hizmet Birimi - Tarımsal üretimin hasattan makine operatörlüğüne, kooperatif yönetiminden gıda işlemeye kadar tüm aşamalarında, eğitilen iş gücünün gereken çalışma alanına iletilmesini sağlayan ve süreçleri planlayan birim. (14)

Buna göre en yüksek sayıdaki sorunu çözmekle sorumlu olacak birimler, **Üretim Danışmanlık Merkezi** ve **Eğitim Yönetim Merkezi**'dir. Aynı şekilde, bölgedeki çiftçilerin ve tarımsal üretim ekonomisinin sorunlarının çözülmesi üzere bu iki birim başta olmak üzere, belirtilen birimlerin önceliklerini de ortaya koymaktadır. Çözüm getirmesi öngörülen birim, merkez ve faaliyetlerin ortaklaşa çalışması ön görülmele birlikte kimi birimler birbiriyle daha yakın çalışacakken, kimi birimlerin yakın çalışmasını gerektirecek bir durum mevcut değildir. Buna göre, **Eğitim Yönetim Merkezi** ile **Üretim Danışmanlık Merkezi**'nin en yoğun şekilde koordineli çalışması gerektiği öngörülmektedir. Bunu **Üretim Danışmanlık Merkezi** ile **Kooperatif Danışmanlık Merkezi** ve **Pazarlama Hizmetleri**'nin koordineli çalışması gerekliliği takip etmektedir. Yapısal Birimlerin Hangi Kategorideki Sorunlara Yönelik Çözüm Üreteceği Tespit Edilmiştir. Birimler ile sorunların kategorilerinin karşılaştırılması durumunda ise, birimlerin öncelikle hangi kategorideki sorunlara çözüm getirmesinin öngörüldüğü tablo aşağıdaki gibidir. Buna göre, **Eğitim Yönetim Merkezi**'nin çalışmalarının **Maliyet, Üretim, Bilgi ve Davranış** kategorilerindeki sorunları çözmesi öngörülmektedir. Aynı şekilde, **Üretim Danışmanlık Merkezi**'nin de çalışmalarının **Maliyet, Üretim, Bilgi, Davranış** ve **Gelir** kategorilerindeki sorunları çözmesi öngörülmektedir. Bunu **Makine ve Ekipman Kiralama Birimi**'nin **Maliyet** ve **Üretim** kategorilerindeki sorunlar hakkında üreticilerin işlerini ve üretimlerini destekleyecektir.

4. TARTIŞMA

Çalışmada, kırsal kalkınmanın başarılabilmesi için, Hatay örneği için hazırlanan tarımsal durum analizi ve çiftçilerin sorun analizi detaylandırılmıştır. Buna göre, ülkemizin neredeyse tüm tarımsal üreticilerinin ortak sorunlarının benzerleri olan Hatay'daki üreticilerin yaşadıkları 165 sorun belirlenmiş, kategorilendirilmiş, her bir sorunun nedeni olan kök sorun ve sonucu olan türev sorun birbiriyle eşleştirilmiş, sorunun çözümü belirtilmiştir. Hazırlanmış olduğumuz yapay zeka destekli yazılım, bu sorunlara ilişkin belirtilen çözümleri gruplandırmış ve en düşük kaynak kullanımı ile en yüksek faydaya ulaşılabilmesi için kurulması gereken birimler belirlemiştir. Tarımsal üretim ve gıda

tedarik zincirinde oluşan sorunların, Hatay’da olduğu gibi kaynağında ve en doğru şekilde tespit edilerek disiplinler arası uygulanabilir çözüm yöntemleri ve teknoloji desteği ile çözülmesi, tedarik zincirinin ilgili bölümlerini bir değer zincirine dönüştürülmesi, böylece gıdaya erişiminin kolaylaşabilmesi ve tüm bunlar için yüksek fayda sağlayacak çözüm önerileri ile bunlara bağlı süreç tasarımları hazırlanarak karar vericilerin kullanımına sunulmuştur. Böylece, akıllı tarım destekli kırsal kalkınma projesi, bölgesel ihtiyaca yönelik olarak Akıllı Tarım Şehri olarak tasarlanmış hayata geçirilebilmesi için gerekli olan çalışmalar öğrenilmiş ve açıklanmıştır.

KAYNAKLAR

- Akın, Tülin. “BAŞKANDAN.” *Tabider.org*, 2015, <https://tabider.org/Sayfa/29/Baskandan.aspx>. Erişim Tarihi: 2.12.2021.
- Brumer, Anita. “Gender Relations in Family-Farm Agriculture and Rural-Urban Migration in Brazil.” *Latin American Perspectives*, vol. 35, no. 6, 2008, pp. 11-28. *SAGE Journals*, <https://doi.org/10.1177%2F0094582X08326012>. Erişim Tarihi: 15.11.2021.
- Deep, Aman, and Samir Dani. *Managing Global Food Supply Chain Risks: A Scenario Planning Perspective*. May 2009. *University of Huddersfield*, Orlando, University of Huddersfield Repository, <http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/20043/>. Erişim Tarihi: 15.11.2021. : 20th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS2009).
- FAO. “Transforming agri-food systems is powerful lever for achieving global goals.” *fao.org*, 25 February 2021, <https://www.fao.org/news/story/en/item/1377484/icode/>. Erişim Tarihi: 15.11.2021.
- FAO, et al. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets*. 2020. *who.int*, Rome, FAO, <https://doi.org/10.4060/ca9692en>. Erişim Tarihi: 17.11.2021.
- Gates Foundation. “Agricultural Development.” *gatesfoundation.org*, March 2021, <https://www.gatesfoundation.org/our-work/programs/global-growth-and-opportunity/agricultural-development>. Erişim Tarihi: 13.11.2021.
- Johnson, Kanu Ejikeme. “Rural development as a panacea for rural–urban migration in Nigeria.” *Rural development as a panacea for rural–urban migration in Nigeria*, vol. 2, no. 5, 2018, pp. 241-244. *MedCrave*, <https://doi.org/10.15406/ahoaj.2018.02.00065>. Erişim Tarihi: 16.11.2021.
- Moseley, Malcolm J. *Rural Development: Principles and Practice*. 1 ed., London, SAGE Publications, 2003.
- Peck, Helen. “Drivers of supply chain vulnerability: an integrated framework.” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 34, no. 4, 2005, pp. 210-232.
- Rhoda, Richard. “Rural Development and Urban Migration: Can We Keep Them down on the Farm?” *The International Migration Review*, vol. 17, no. 1, 1983, pp. 34-64. *JSTOR*, <https://www.jstor.org/stable/2545923>. Erişim Tarihi: 15.11.2021.
- Thorpe, David. *How Cities Will Feed Their Citizens in the Future*. 2014, The United Kingdom. *smartcitiesdive.com*, <https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/how-cities-will-feed-their-citizens-future/439071/>. Erişim Tarihi: 17.11.2021.
- van Dijk, Andries, and Hans Teuben. *Smart Cities*. 1.0, November 2015. *Akıllı Şehirler*, <https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/public-sector/articles/smart-cities.html>. Erişim Tarihi: 17.11.2021.
- The World Bank. “Agriculture and Food.” *worldbank.org*, 4 October 2021, <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview#1>. Erişim Tarihi: 13.11.2021.

ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE DÖNER FIRINLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ATIKLARDAN TÜRETİLMİŞ YAKIT KULLANIMI

Sıla KOÇ

Kocaeli Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
silakoc1726@gmail.com

Muharrem EYİDOĞAN

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
muharrem_eyidogan@hotmail.com

Fatma ÇANKA KILIÇ

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
fatmacanka@hotmail.com

Özet

Çimento üretim tesisleri oranının ülkemizde yüksek olması ve çimento tesislerinde enerji tüketim paylarının yüksek olması nedeniyle çimento üretim tesislerinde enerji verimliliği çalışmasının yapılması gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Çimento üretim tesislerinin çalışma prensibi, çimento üretim tesislerinde yaklaşık %93 oranında enerji tüketimine sahip döner fırınlardaki spesifik enerji tüketimleri, döner fırında atıklardan türetilmiş yakıt kullanımının enerji verimliliğine etkisi ve atıklardan türetilmiş yakıt kullanımının üretim tesisindeki olumsuz etkileri tespit edilmiştir. Döner fırın A'da yakıt olarak kömür, döner fırın B'de ise yakıt olarak kömür ve ATY (atıklardan türetilmiş yakıt) kullanılmaktadır. Aynı çalışma sistemine sahip, farklı yakıt kullanımı olan döner fırınlardaki enerji verimliliği incelenmiştir. Aynı sisteme sahip döner fırın A'nın spesifik enerji tüketimi 869,79 kCal/kg klinker, döner fırın B'de ise 887,39 kCal/kg klinker olarak tespit edilmiştir. Döner fırında ATY kullanımı ile spesifik enerji tüketiminin arttığı fakat bununla birlikte kömür tüketiminin azalmasına bağlı olarak hem kömür enerjisinden tasarruf olduğu hem de CO₂ salınımında azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte ATY kullanımı nedeniyle fırın çıkış hattında ve siklonlarda ATY'nin cidarlara yapışmasına bağlı olarak çıkış hattı cidarlarında kalınlaşma olduğu ve bu nedenle ısı transferini azalttığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Döner fırın, enerji verimliliği, atıklardan türetilmiş yakıt.

ENERGY EFFICIENCY IN ROTARY KILNS IN THE CEMENT INDUSTRY AND USE OF REFUSE DERIVED FUEL

Abstract

Due to the high amount of cement production facilities in our country and the high share of energy consumption in cement facilities, it is becoming more important to conduct energy efficiency studies in cement production facilities day by day. The working principle of the cement production facilities, the specific energy consumption in the rotary kilns with an energy consumption of approximately 93% in the cement production facilities, the effect of the use of refuse derived fuel in the rotary kiln on the energy efficiency and the negative effects of the use of refuse derived fuel in the production facility have been determined. Coal is used as fuel in rotary kiln A, coal and RDF (refuse derived fuels) are used as fuel in rotary kiln B. The energy efficiency of rotary kilns with the same operating system but different fuel usage has been investigated. The specific energy consumption of rotary kiln A with the same system was determined as 869.79 kCal/kg clinker, and 887.39 kCal/kg clinker in rotary kiln B. It was concluded that the specific energy consumption increased with the use of RDF in the rotary kiln, but there was a reduction in both coal energy savings and CO₂ emissions due to the decrease in coal consumption. However, due to the use of RDF, it was concluded that there was a thickening of the walls of the outlet line due to the adhesion of RDF to the walls in the furnace outlet line and in the cyclones, and therefore reduced heat transfer.

Keywords: Rotary klin, energy efficiency, refuse derived fuels.

1. GİRİŞ

Dünyadaki nüfusun her geçen gün artması nedeniyle sanayileşme, teknoloji, ekonomik ve sosyal kalkınma artmakta, bunun sonucunda enerji ihtiyacı sürekli olarak artmaktadır. Enerji ihtiyacının gün geçtikçe artmasına bağlı olarak fosil enerji kaynakları azalmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının azalması enerji kaynaklarının çeşitlendirmesine yol açarken mevcut kaynaklarında verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Enerji verimliliği, enerji kayıplarının önüne geçilmesi, enerji kayıplarının geri kazanılması ve kaliteden ödün vermeden daha az enerji tüketimi ile aynı miktarda üretim yapılmasıdır. Enerji verimliliği çalışmaları ile işletmelerde kaliteden ödün vermeden daha az maliyetle ve daha az enerji tüketimi ile üretim sağlanabilir. Bununla birlikte enerji tasarrufu miktarına eş CO₂ salımının önüne geçilebilir. Çimento sektöründe enerji tüketen ekipmanlar sırasıyla kömür değirmenleri, konkasörler, farin değirmenleri, döner fırınlar ve çimento değirmenleridir. Bu çalışmada termodinamiğin 1. kanunu olan Enerjinin Korunumu Kanunu göz önünde bulundurularak döner fırınlarda atıklardan türetilmiş yakıt kullanımı ile enerji tasarrufu, kömür tüketimi ile atıklardan türetilmiş yakıt kullanımı sonucu spesifik enerji tüketimleri araştırılmıştır. Döner fırının çalışma kapsamı fırın girişinde bulunan siklonlar ile fırın çıkışında bulunan klinker soğutulması alanını kapsamaktadır. Bu alan kapsamında sisteme giren enerji ile sistemden çıkan enerji miktarları tespit edilmiştir. Sisteme giren enerji ile sistemden çıkan enerji arasındaki fark göz önünde bulundurulduğunda ön ısıtma siklonlarından kaybedilen enerji miktarı tespit edilmiştir. Döner fırın yüzeyleri termal kamera ile incelenmiş ve döner fırın yüzeylerinden olan ısı kayıpları tespit edilmiştir. Bununla birlikte döner fırın prosesinde sisteme giren enerjilerden ne kadarının faydalı işe dönüştürülüp klinker üretiminde kullanıldığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda döner fırın ısı enerjisinin kömürden sağlandığı görülmektedir. Bu çalışmada ısı enerjisinin kömür ve atıklardan türetilmiş yakıt ile sağlanması, atıklardan türetilmiş yakıt kullanımı ile kömürden ne kadar tasarruf edildiği ve sisteme giren enerjinin ne kadarının faydalı işe dönüştüğü tespit edilmiştir.

Hammadde ilk olarak kırılmak üzere konkasörlere gönderilmektedir. Konkasörlerde kırılma işlemine tabi tutulan malzemeler, 50x50 mm'ye kadar küçültülür ve küçültme işlemi sonrası hammadde stoklanmaktadır. Hammadde belirli oranlarda farin değirmenlerinde öğütülerek un halinde bulunan farin elde edilmektedir. Farin ön ısıtıcılardan geçirilmekte ve yaklaşık olarak 800 – 850 °C'lere kadar ön ısıtma işlemine tabii tutulmaktadır. Ön ısıtıcıdan gelen farin döner fırın içerisinde fırının dönmesine ve eğimine bağlı dönme hareketiyle ilerlemekte, bu esnada pişme işlemine tabi tutulmaktadır. Fırın çıkışında 1.150-1.350°C'lerde ceviz büyüklüğünde yarı mamul olan klinker elde edilmektedir. Klinker olarak çıkan yarı mamul fırın çıkışında soğutma bölümünde bulunan soğutma fanlarının transfer ettiği hava ile soğutma işlemine tabii tutulmaktadır. Klinker yaklaşık olarak 100°C'lere kadar soğutulmaktadır. Soğutma işlemine tabi tutulan klinker, klinker silolarına gönderilmekte olup, alçıtaşı ve üretim sınıfına göre diğer katkı maddelerinin eklenmesi ile karıştırılır ve öğütülmek üzere çimento değirmenine gönderilerek öğütülmektedir. Belirli bir inceliğe öğütülen çimento, çimento silolarına gönderilmekte ve paketleme sonrası satışa hazır duruma getirilmektedir. Döner fırınlarda spesifik enerji tüketim miktarları 750-830 kCal/kg klinker'dir.

2. MATERYAL VE METOD

Döner fırın sistemi enerji balansı hesaplamaları döner fırın girişinde bulunan siklonlar ile fırın çıkışında bulunan klinker soğutma bölümü arasını kapsamaktadır. Döner fırınlarda enerji balansının yapılabilmesi için kömüre ait sıcaklık değerinin, debisinin, özgül ısısının ve alt ısı değerinin, atıklardan türetilmiş yakıtta ait alt ısı değerinin, özgül ısısının, sıcaklığının, fırın yakma havasına ait yakma havası debisi ve sıcaklığının, farine ait farin debisinin, özgül ısısının, sıcaklığının, soğutma fanlarına ait hava debisinin, hava sıcaklığının, özgül ısısının, baca gazına ait baca gazı debisinin, baca gazı sıcaklığının, baca gazı özgül ısısının, klinkere ait klinker sıcaklığının, debisinin, özgül ısısının ve fırına ait yüzey sıcaklıklarının bilinmesi gerekmektedir. Kömür tüketim miktarları, kömür giriş sıcaklığı, kömür özgül ısısı ve alt ısı değeri işletmeden temin edilmiştir. Kömüre ait bilgiler Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 14. Kömüre ait bilgiler

Kömür Alt Isıl Değeri	Kömürün Özgül Isısı	Kömür Giriş Sıcaklığı	Fırın - A Kömürden Alınan Bilgiler		Fırın - B Kömürden Alınan Bilgiler	
			Ürün Giriş Tarafı Kömür Miktarı	Kafa Tarafı Kömür Miktarı	Ürün Giriş Tarafı Kömür Miktarı	Kafa Tarafı Kömür Miktarı
kCal/kg	kJ/kg K	°C	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h
5.800,00	1,26	22,00	4.000,00	7.400,00	4.850,00	7.782,00

Atıklardan türetilmiş yakıt tüketim miktarı, atıklardan türetilmiş yakıt sıcaklığı, ATY özgül ısısı atıklardan türetilmiş yakıtta ait alt ısıl değeri işletmeden temin edilmiştir. ATY'ye ait bilgiler Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 15. ATY'ye ait bilgiler

ATY Miktarı	ATY Alt Isıl Değeri	ATY Özgül Isısı	ATY Sıcaklığı
kCal/kg	kCal/kg	kJ/kg K	°C
2.290,00	1.600,00	1,20	22,00

Soğutma havası ve yakma havasına ait debinin tespiti için gerekli olan yakma havasına ait çizgisel hız, pervane hız probu ile ölçülmüştür. Aynı zamanda daldırma batırma sıcaklık probu ile fan içerisindeki akışkanın sıcaklıkları ölçülmüş ve hat ebatları alınmıştır.

Döner Fırın A yakma havasına ait bilgiler Tablo 3'te, Döner Fırın B'ye ait yakma havasına ait bilgiler Tablo 4'te, döner fırın A'ya ait soğutma havasına ait bilgiler Tablo 5'te ve döner fırın B'ye ait soğutma havasına ait bilgiler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 16. Döner Fırın A yakma havasına ait bilgiler

Fırın – A Yakma Havası Çizgisel Hızı	Fırın – A Yakma Havası Fanı Alanı	Fırın – A Yakma Havası Debisi	Yakma Havası Sıcaklığı
m/s	m ²	Nm ³ /h	°C
4,60	0,40	6.015	22,00

Tablo 17. Döner Fırın B yakma havasına ait bilgiler

Fırın – B Yakma Havası Çizgisel Hızı	Fırın – B Yakma Havası Fanı Alanı	Fırın – B Yakma Havası Debisi	Yakma Havası Sıcaklığı
m/s	m ²	Nm ³ /h	°C
3,49	0,40	4.650,00	22,00

Tablo 18. Döner Fırın A'ya ait soğutma havasına ait ölçüm ve bilgiler

Fırın – A Soğutma Havası Çizgisel Hızı	Fırın – A Soğutma Havası Fanı Alanı	Soğutma Fanı Sayısı	Fırın – A Soğutma Havası Debisi	Soğutma Havası Sıcaklığı
m/s	m ²	Adet	Nm ³ /h	°C
29,50	0,25	7	168.410,46	22,00

Tablo 19. Döner B'ye ait soğutma havasına ait ölçüm ve bilgiler

Fırın – B Soğutma Havası Çizgisel Hızı	Fırın – B Soğutma Havası Fanı Alanı	Soğutma Fanı Sayısı	Fırın – B Soğutma Havası Debisi	Soğutma Havası Sıcaklığı
m/s	m ²	Adet	Nm ³ /h	°C
20,40	0,31	6	123.778,00	22,00

Farin debisi ve sıcaklık değerleri işletmeden temin edilmiştir. Farine ait bilgiler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Farine ait bilgiler

Fırın – A Farin Debisi	Fırın A Farin Giriş Sıcaklığı	Fırın – B Farin Debisi	Fırın B Farin Giriş Sıcaklığı	Farin Özgül Isısı
kg/h	°C	kg/h	°C	kCal/kg
126.000,00	53,50	150.000,00	57,00	0,359

Baca gazı debisinin tespit edilebilmesi için çizgisel hızın, akışın gerçekleştiği kesit alanının bilinmesi gerekmektedir. Hattın içindeki akışkan debisini belirlemek amacıyla pitot tüpü ile dinamik basınç ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çizgisel hız, dinamik basınç ve sıcaklık değerleri referans alınarak teorik olarak belirlenmiştir. Döner fırın A'ya ait baca gazı ölçüm ve bilgileri Tablo 8'de, döner fırın B'ye ait baca gazı ölçüm ve bilgileri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Döner Fırın A baca gazına ait ölçüm ve bilgiler

Döner Fırın A	Baca Gazı Sıcaklığı		Dinamik Basınç	Baca Alanı	Hız	Baca Gazı Debisi	
	°C	°F	hpa	m ²	m/s	m ³ /h	Nm ³ /h
	362,00	683,60	0,82	8,19	17,18	506.535,12	217.838,41

Tablo 9. Döner Fırın B baca gazına ait ölçüm ve bilgiler

Döner Fırın B	Sıcaklık		Dinamik Basınç	Baca Alanı	Hız	Baca Gazı Debisi	
	°C	°F	hpa	m ²	m/s	m ³ /h	Nm ³ /h
	373,00	703,40	0,95	8,49	18,65	570.018,60	240.966,62

Klinker debisi, sıcaklığı ve özgül ısı değerleri işletmeden temin edilmiştir. Klinkere ait bilgiler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Klinkere ait bilgiler

Fırın A Klinker Debisi	Fırın A Klinker Çıkış Sıcaklığı	Fırın A Klinker Özgül Isısı	Fırın B Klinker Debisi	Fırın B Klinker Çıkış Sıcaklığı	Fırın B Klinker Özgül Isısı
kg/h	°C	kJ/kg K	kg/h	°C	kJ/kg K
80.532	1.075,00	0,2453	91.300,00	1.040,00	0,2423

Döner fırınların yüzey sıcaklıkları termal kamera ile incelenmiştir. Fırın alan bilgileri işletmeden temin edilmiştir. Döner fırınlara ait sıcaklık ölçümleri ve alınan bilgiler Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Döner fırınlara ait ölçüm ve bilgiler

Döner Fırın Alanı	Döner Fırın A Yüzey Sıcaklığı	Döner Fırın B Yüzey Sıcaklığı	Döner Fırın Ortam Sıcaklığı
m ²	°C	°C	°C
804,88	408,00	401,00	273,00

Döner fırın A ve B sistemlerine giren enerjiler hesaplanmıştır. Döner fırın A sistemine giren enerji hesabı Tablo 12’de, döner fırın B sistemine giren enerji hesabı Tablo 13’te, döner fırın A sisteminden çıkan enerji hesabı Tablo 14’te, döner fırın A sisteminden çıkan enerji hesabı Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 12. Döner fırın A sistemine giren enerji miktarları

	Sisteme Giren Enerji		
	Bölüm	Enerji	Oran
		kCal/h	%
Fırın – A	Kömür alt ısııl değeri ile giren enerji	23.200.000,00	33,12
	Kömürün Sıcaklığı ile fırına giren enerji	110.880,00	0,16
	Kömür alt ısııl değeri ile giren enerji	42.920.000,00	61,27
	Kömürün Sıcaklığı nedeniyle fırına giren enerji	205.128,00	0,29
	Yakma havası ile sisteme giren enerji	41.039,24	0,06
	Soğutma havası fanları ile sisteme giren enerji	1.149.033,58	1,64
	Farin ile sisteme giren enerji	2.420.019,00	3,45
	Toplam Enerji	70.046.099,82	100,00

Tablo 13. Döner fırın B sistemine giren enerji miktarları

	Sisteme Giren Enerji		
	Bölüm	Enerji	Oran
		kCal/h	%
Fırın – B	Kömür alt ısııl değeri ile giren enerji	28.130.000,00	34,72
	Kömürün sıcaklığı ile fırına giren enerji	32.132,41	0,04
	ATY’nin alt ısııl değeri ile sisteme giren enerji	3.664.000,00	4,52
	ATY’nin sıcaklığı ile sisteme giren enerji	60.456,00	0,07
	Kömür alt ısııl değeri ile giren enerji	45.135.600,00	55,71
	Kömürün Sıcaklığı nedeniyle fırına giren enerji	51.557,61	0,06
	Yakma havası ile sisteme giren enerji	31.726,09	0,04
	Soğutma havası fanları ile sisteme giren enerji	844.514,52	1,04
	Farin ile sisteme giren enerji	3.069.450,00	3,79
	Toplam Enerji	81.019.436,63	100,00

Tablo 14. Döner fırın A sisteminden çıkan enerji miktarları

	Bölüm	Enerji	Oran
		kCal/h	%
Fırın – A	Baca gazı ile ön ısıtıcıdan çıkan ısı	25.081.167,48	35,81
	Klinker ile sistemden çıkan enerji	21.236.087,07	30,32
	Tozuma ile sistemden çıkan enerji	5.912.194,95	8,44
	Yüzey kayıpları	4.049.960,41	5,78
	Ön ısıtma siklonlarında aktarılan enerji	13.766.689,91	19,65
	Toplam	70.046.099,82	100,00

Tablo 15. Döner fırın A sisteminden çıkan enerji miktarları

	Bölüm	Enerji	Oran
		kCal/h	%
Fırın – B	Baca gazı ile ön ısıtıcıdan çıkan ısı	28.571.336,86	35,27
	Klinker ile sistemden çıkan enerji	23.006.869,60	28,40
	Tozuma ile sistemden çıkan enerji	7.860.340,90	9,70
	Yüzey kayıpları	4.347.112,94	5,37
	Ön ısıtma siklonlarında aktarılan enerji	17.233.776,33	21,27
	Toplam	81.019.436,63	100,00

Döner fırınlarda spesifik enerji tüketimi 1 kg klinker üretebilmek için harcanan enerji miktarını göstermektedir (kCal/kg klinker). Bu nedenle, döner fırın A ve döner fırın B'ye ait spesifik enerji tüketim miktarları tespit edilmiştir. Döner fırın A ve B'nin spesifik enerji tüketimi Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Döner fırın A ve B'nin spesifik enerji tüketimi

Döner Fırın	Klinker Üretim Miktarı	Klinkere Aktarılan Enerji	Toplam Sisteme Giren Enerji	Spesifik Enerji Tüketimi
	kg/h	kCal/h	kCal/h	kCal/kg Klinker
Fırın A	80.532,00	21.236.087,07	70.046.099,82	869,79
Fırın B	91.300,00	23.006.869,60	81.019.436,63	887,39

ATY kullanımı olmasaydı sistemde aynı miktarda klinker üretimi için gerekli olan ısı enerjisi yakıt olarak kömür kullanılarak sağlanacaktı. Döner Fırın B'de yakıt olarak ATY kullanımı bulunduğu için ATY tüketimine karşılık gelen kömür tüketim miktarı tespit edilmiştir. ATY tüketimi ile kömür tüketiminden tasarruf sağlanmaktadır. ATY kullanımı ile kömür tasarrufu miktarı Tablo 17'de, tasarrufun mali değeri Tablo 18'de verilmiştir. Döner Fırın B'de ATY kullanımı ile elde edilen mali tasarruf hesaplamasında işletmenin 7.200 h/yıl çalıştığı kabul edilmiş ve kömür birim maliyeti ise 848 TL/ton olarak kabul edilmiştir.

Tablo 17. ATY kullanımı ile kömür tasarrufu miktarı

Tüketilen ATY Miktarı	ATY Alt Isıl Değeri	ATY Isıl Enerji Değeri	Kömür Alt Isıl Değeri	Öngörülen Kömür Tüketim Miktarı
kg/h	kCal/kg	kCal/h	kCal/kg	kg/h
2.290,00	1.600,00	3.664.000,00	5.800,00	631,72

Tablo 18. Kömür tasarrufunun mali değeri

Öngörülen Kömür Tüketim Miktarı	Yıllık Kömür Tasarrufu Miktarı	Tasarrufun Mali Değeri
kg/h	ton/yıl	TL/yıl
631,72	4.548,38	3.857.026,24

Döner Fırın B'de yakıt olarak kömür yerine ATY kullanımı nedeniyle CO₂ salınımının azalması beklenmektedir. Ülkemizde atıkların bertaraf edilmesi zorunludur. Bu nedenle, atıkların bertarafı esnasında ortaya çıkan CO₂ salınımları, ATY kullanımı nedeniyle kömür tüketiminden tasarruf sağlanması ve bu sayede CO₂ salınımlarının azaltılması hesabına dahil edilmemiştir. Kömür yerine ATY kullanımı ile elde edilen CO₂ salınımı azalmasına etkisi Tablo 19'da verilmiştir. CO₂ salınımı hesaplamalarında CO₂ salınım katsayısı kömür için 96,89 t/TJ değeri referans alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 19. Kömür yerine ATY kullanımının CO₂ salınımı azalmasına etkisi

ATY ile Sisteme Giren Enerji			Kömür CO ₂ Salımı
kCal/h	kW	kWh/yıl	ton/yıl
3.664.000,00	4.260,47	35.787.948,00	12.482,98

3. SONUÇ

Döner fırın – A’da ön ısıtıcı dahil şekilde enerji balansı hesaplandığında fırına giren toplam 70.046.099,82 kCal/h’lik enerjinin 21.236.087,07 kCal/h’lik kısmının klinkere transfer edildiği tespit edilmiştir. Spesifik enerji tüketiminin 869,79 kCal/kg klinker olduğu tespit edilmiştir. Döner fırın – B’de ön ısıtıcı dahil şekilde enerji balansı hesaplandığında fırına giren toplam 81.019.436,63 kCal/h’lik enerjinin 23.006.869,60 kCal/h’lik kısmının klinkere transfer edildiği tespit edilmiştir. Spesifik enerji tüketiminin 887,39 kCal/kg klinker olduğu tespit edilmiştir. Döner fırın A ile döner fırın B’ye ait spesifik enerji tüketim miktarları kendi aralarında kıyaslandığında döner fırın B’nin spesifik enerji tüketiminin döner fırın A’nın spesifik enerji tüketiminden bir miktar yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak sisteme giren yakıt türlerinin farklı olması döner fırın B’nin yakıtının kömür + ATY ile karışık olması, döner fırın A’nın ise yakıtının kömür olması olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte ön ısıtma siklonlarında aktarılan ısı enerji miktarı döner fırın B’de daha fazla döner fırın A’da ise daha düşüktür.

Ön ısıtma siklonlarında aktarılan ısı enerjisi miktarı oranının yüksek olmasının nedeni ATY yakıt kullanımında siklon hattında siklon hattı duvarlarına ATY atıklarının yapışması, alanın daralması ve ısı transferinin zorlaşmasıdır. Siklon hattında duvarlarının kalınlaşması ile siklon hattında farine aktarılan ısı miktarı azalmaktadır. Sistemde ATY kullanımı ısı transferini arttırmakta, sistemde kullanılan kömür tüketimini ise azaltmaktadır. Döner fırın B’de ATY kullanımı ile 4.548,38 ton/yıl kömürden tasarruf sağlandığı tespit edilmiştir. Kömür tasarrufunun mali değeri 3.857.026,24 TL/yıl’dır. Yakıt olarak kömür yerine ATY kullanımı ile 12.482,98 ton/yıl CO₂ salımı azaldığı tespit edilmiştir. ATY kullanımı ile yaklaşık 22.576 adet ağacın nötrleyebileceği kadar CO₂ emisyonunun önüne geçildiği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Aslan Çimento, 2019 Entegre Raporu, 08.12.2021 Tarihinde:

http://www.oyakcimento.com/i/assets/documents/aslan_cimento_entegre_raporu_2019.pdf adresinden alındı.

E. Mastorakos, A. Massias, C.D. Tsakiroglou, D.A. Goussis, V.N. Burganos, A.C. Payatakes, CFD Predictions For Cement Kilns Including Flame Modelling, Heat Transfer And Clinker Chemistry.

Göлтаş Çimento A.Ş., 08.12.2021 Tarihinde: <https://www.goltas.com.tr/tr/kurumsal/faaliyetlerimiz/> adresinden alındı.

Hilal B, (2018) Türkiye’de Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretiminde Enerji Verimliliği, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

The Engineering Toolbox, 04.03.2020 Tarihinde https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-solids-d_154.html adresinden alındı.

TUİK, Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2019, National Inventory Report For Submission Under The United Nations Framework Convention on Climate Change, April 2021.

DENİZALTI LARDAKİ YAKIT PİLLİ HAVADAN BAĞIMSIZ TAHRİK SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

Dinçer UĞUZTEMUR

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
dinc3r@msn.com

Selman ÇAĞMAN

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
selmancagman@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9214-7306

Özet

Geleneksel denizaltılarda itici güç olarak dizel jeneratörlerden elde edilen elektrik enerjisi kullanılır. Geleneksel dizel-elektrik tahrikli denizaltılar su altında seyir halindeyken bu bataryalara depolanan elektrik enerjisini kullanırlar. Bataryaları tam dolu bir denizaltı yaklaşık 5-7 gün arası su altında kalabilir. Denizaltılar bataryalarını şarj edebilmek için periyodik olarak su yüzeyine çıkıp dizel jeneratörlerini çalıştırmak zorundadır. Denizaltının su yüzeyine her çıkışı, hem yerinin tespit edilme ihtimali hem de savunmasız kalmaları nedeniyle çok tehlikelidir. Denizaltıların bu savunmasız durumda daha az kalması için birçok çalışma yapılmış, bunun sonucu havadan bağımsız tahrik sistemleri ortaya çıkmıştır. Havadan bağımsız tahrik sistemleri su altında geçirilen süreyi artırmış ve denizaltıların su yüzeyine çıkış sayısını azaltmıştır. Bu çalışmada konveksiyonel, havadan bağımsız tahrik sistemleri içerisinde en çok tercih edilen ve diğer sistemlere göre çok yeni bir sistem olan, yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sistemi incelenmiştir. Günümüzde yakıt piliyle alakalı birçok çalışma devam etmektedir, yakıt pilli sistem gelecek adına en çok umut vadeden sistemdir. Yakıt pili; gelişme potansiyeli bakımından diğer teknolojilerden daha üstün olmasının yanı sıra denizaltıların birinci amacı olan gizlilik ilkesine çok uygundur.

Anahtar kelimeler: Havadan Bağımsız Tahrik Sistemleri, Yakıt Pili, Denizaltılar

FUEL CELL AIR INDEPENDENT PROPULSION OF SUBMARINES

Abstract

Conventional diesel-electric propulsion submarines feed off stored electrical energy for batteries underwater. Limited by the stored energy in the submarine's floating batteries. A fully charged submarine can be underwater for about 5-7 days. Plumbing will be produced to prepare their submarines for voltage. The internal water outlets of submarines are very dangerous because of their choice of location and the fact that they remain thick. A lot of work has been done to ensure that submarines do not remain in this state any less. About these studies, the airborne expression systems that are emphasized in this study are mentioned. Not suitable for aerial adaptation systems. Thanks to this system, the need for submarines starts by producing electrical energy underwater without irrigation. There are two important air propulsion system options as closed-frame submarines. good luck powered submarines, thought is convectional - airborne submarines. energy nuclear is not preferred due to its high costs and risks. Education systems are systems that consist of systems that consist of systems. Ultimate performance improvements can be increased over convection air-independent propulsion systems. In this study, air-independent propulsion systems were examined, and positive effects were emphasized due to the effect of training battery-powered air. On top of that, technology is more advanced in terms of the potential of developments in the field of technology.

Keywords: Air Independent Propulsion, Fuel cell, Submarines

GİRİŞ

Denizaltılar aktif olarak kullanılmaya başlandığından beri savaşların seyrini önemli ölçüde değiştirmiştir. İkinci Dünya savaşından sonra denizaltıların önemli bir güç olduğu herkes tarafından kabul edilmiştir. Bu durum denizaltıların gelişimini hızlandırmıştır. Denizaltıların en önemli özelliği uzun süre su altında kalmasıdır ancak su altında kaldıkları süre boyunca aldıkları görevleri icra edebilmektedir. Denizaltıların daha fazla su altında kalması için çeşitli çalışma ve denemeler yapılmaktadır. Geleneksel dizel-elektrik tahrikli denizaltılar, yeniden şarj edilme ihtiyacı duyduğunda su yüzeyine çıkarak şarj işlemini gerçekleştirirler. Denizaltıların su yüzeyinde gerçekleştirdikleri bu işleme şnorkel yapma denir. Her şnorkel işlemi denizaltı için yerinin tespiti için göze alınmış bir risktir ve bu istenmeyen bir durumdur. Uzun yıllardan beri mevcut enerji depolama yöntemlerinin yanında su altında kalma süresini uzatacak farklı teknolojiler denenmiştir. Mevcut geleneksel denizaltıların su altında kalma süresi yaklaşık olarak 5-7 gün olarak bilinmektedir. Havadan bağımsız tahrik sistemli bir denizaltıda bu süre yaklaşık olarak 17-20 gündür. Bu durum çok hayati bir farktır ve deniz savaşları esnasında büyük üstünlük sağlamaktadır. Bütün gelişmiş ülkeler mevcut dizel-elektrik tahrikli geleneksel denizaltılarını havadan bağımsız tahrik sistemli denizaltılarla değiştirmek için çalışma yürütmektedir.

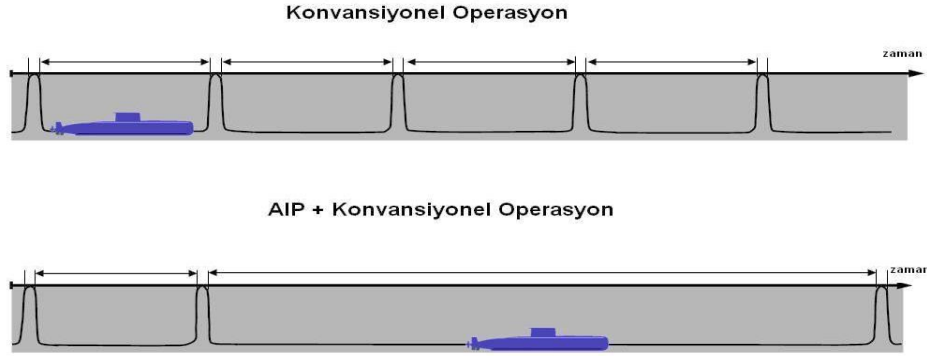
Çalışmanın amacı; yakıt pilli havadan bağımsız sevk sistemlerinin, yakıt pilinde ortaya çıkan gelişmeler ışığında, gelecekteki tercih sebeplerini, kazanacağı önemi ve yakıt pilli havadan bağımsız sevk sisteminin gelecekte denizaltılara en uygun donanım olduğu ortaya koymaktır. Neredeyse hiç hareketli parçası bulunmayan ve atık olarak yalnızca sıcak su ortaya çıkaran sistemin gizliliğe çok uyduğu açık ve sarıdır. Üzerinde çalışılan milli deniz araçlarında bu teknolojinin göz önünde bulundurulması gerekliliği vurgulanmıştır. Yakın zamanda yakıt pilli sisteme kıyasla yüksek maliyetli olan nükleer tahrikli sistemlerin yerini alacağı düşünülmektedir. Yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sistemi; genellikle ekipman ve kontrol elektroniklerinin çoğunun denizaltının içinde bulunduğu, yalnızca doğası gereği tehlikeli olan hidrojenin denizaltının dışında depolandığı bir konsept kullanır. Bu makalede; genel sistem verimliliği düşünüldüğünde, denizaltılardaki ana tahrik sistemlerinin seçimi, verimliliği ve maliyeti ortaya konacaktır. Mevcut havadan bağımsız tahrik teknolojileri; gizlilik, verimlilik ve sistemsel önem açısından avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurularak ortaya konulacaktır.

Denizaltılarda kullanılan havadan bağımsız tahrik sistemleri; havaya ihtiyaç duyulmaksızın yani denizaltının yüzeye çıkmadan su altında seyir yapabilmesi için gereken tahrik gücünü üreten sistemler olarak adlandırılmaktadır. Denizaltılarda deniz yüzeyine bağımlılığı azaltıp olabildiği kadar uzun süreler su altında kalabilmek en büyük hedef olmuştur. Havadan bağımsız tahrik sistemlerine göre denizaltılar, konvansiyonel ve nükleer olarak ikiye ayrılır. Nükleer denizaltılarda, tahrik gücü ve elektriksel ihtiyaçlar nükleer reaktörler ile sağlanmaktadır. Nükleer enerji ve nükleer reaktörler konusu tezin kapsamında olmadığı için sadece tanımının verilmesiyle yetinilmiştir. Havadan bağımsız tahrikli konvansiyonel denizaltıların izahı ise detaylı bir şekilde yapılmıştır. Literatüre baktığımızda havadan bağımsız tahrik sistemleri; Walter türbini, kapalı devre dizel, stirling motoru, MESMA ve yakıt pili olarak sıralanmaktadır. Bunların yanı sıra, günümüzde araştırılması yapılan ve üzerinde çalışılan başka havadan bağımsız tahrik sistemleri de bulunmaktadır. Yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sistemi diğer rakiplerine nispeten, mevcut kapsam, uygulamalar ve geliştirme potansiyeli bakımından daha fazla gelecek vadetmektedir. Yakıt pili hem askeri hem de sivil alanda giderek daha çok tercih edilmeye başladı. Hidrojenin tedariki konusundaki gelişmeler ışığında daha çok tercih edileceği düşünülmektedir.

DENİZALTILARDA KULLANILAN havadan bağımsız TAHRİK SİSTEMLERİ

Havadan bağımsız tahrik teknolojisi veya havadan bağımsız güç sistemi, nükleer olmayan bir denizaltının su yüzeyine çıkıp atmosferdeki oksijene erişmeye ihtiyaç duymadan su altında çalışmasına izin veren bir tahrik teknolojisidir. Denizaltılarında kullanılan havadan bağımsız tahrik sistemleri; havaya ihtiyaç duyulmaksızın su altında çeşitli gazları kullanarak denizaltının ihtiyaç duyduğu enerjiyi üretip su altında seyir yapmasına olanak sağlar. Şekil 1. Görüldüğü gibi havadan bağımsız tahrik sistemli bir denizaltı konvansiyonel denizaltılardan fazla su altı seyir süresiyle, denizaltıların asli işi olan gizlilik ve istihbarat görevlerini layıkıyla yapmaktadır. Konvansiyonel denizaltılar genellikle nükleer muadillerinden daha gizli olarak kabul edilir. Bununla birlikte, tek

eksiklik, pilleri yeniden şarj etmek için şnorkele bağımlı olmalarıdır. Bir nükleer denizaltı, tahrik için fazla güç kullanılabilirliği, geminin hacminden ve geçiş hızından ödün vermemesi nedeniyle geleneksel denizaltıdan üstündür. Günümüz havadan bağımsız tahrik sistemleri havadan bağımsız tahrik normalde atmosfere bağlı tahrikin yerini alacak dayanıklılık veya gücü sağlamaz, ancak geleneksel yöntemlerle tahrik edilen bir denizaltıdan daha uzun süre su altında kalmaya izin verir. Tipik bir konvansiyonel dizel- elektrik tahrikli denizaltı maksimum 3 megawat enerji sağlayabilir. Bunun yaklaşık %10'u bir havadan bağımsız tahrik kaynağı sağlar. Bir nükleer tahrikli denizaltı genellikle 20 megavattan fazla enerji sağlayabilir. Havadan bağımsız tahrik sistemleri, boşlukları kapatmak için kusursuz bir çözüm olarak görülse de daha nükleer bir denizaltıyla kıyaslanacak düzeyde değildir.



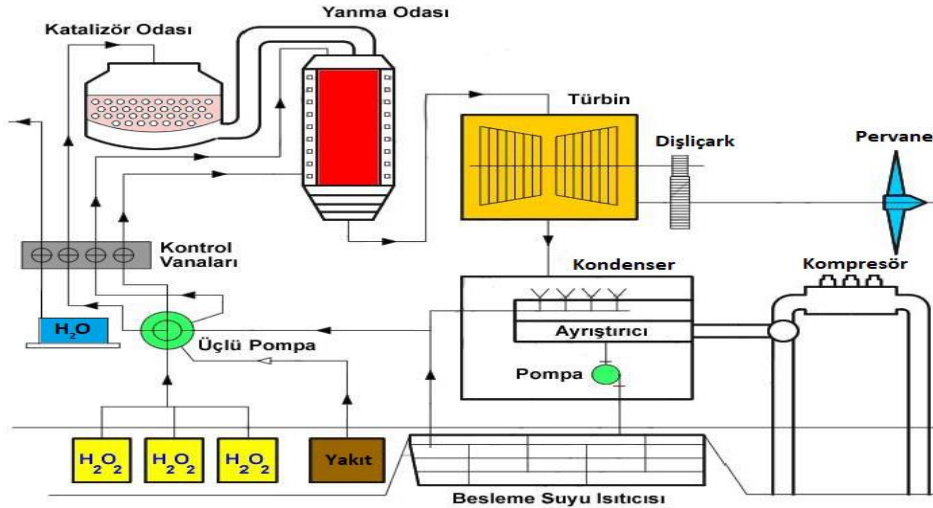
Şekil 1. Havadan bağımsız tahrik sistemi.

Şu anda, havadan bağımsız tahrik sistemi teknolojisi gelişme aşamasındadır ve genellikle yerleşik birincil tahrik kaynağına ek olarak yalnızca ek güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde devam eden çalışmalarda ek kaynak olmak yerine tek başına denizaltının ihtiyaç duyduğu bütün enerjeyi sağlaması fikri ortaya atılmıştır. Özellikle yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sistemlerinin hızla gelişmesi ve hidrojenin daha kolay depolanabilir hale gelmesiyle bu fikir gerçeğe dönüşmeye yakındır. Denizaltılar su yüzeyinde oldukça savunmasız olmalarından dolayı su yüzeyinde oldukça az zaman geçirmeleri gerekmektedir. Havadan bağımsız tahrik sistemleri denizaltının en büyük silahı olan gizlilik seviyesini artırmış olur. Günümüze kadar denizaltılarda denenmiş ve kullanılmış olan beş önemli havadan bağımsız tahrik sisteminin çalışma prensipleri ve özellikleri detaylı olarak verilmiştir. Bu sistemleri geliştirme çalışmalarının yanında yeni havadan bağımsız tahrik teknolojileri arayışları da bulunmaktadır. Çünkü denizaltıların su yüzeyine çıkmadan, radarlara yakalamadan akustik ve bıraktığı iz noktasında en düşük sistemleri bulma arayışı büyük önem kazanmıştır.

Walter türbini tahrik sistemi

1933 senesinde Alman bilim insanı Helmut Walter, hidrojen peroksiti katalizör olarak kullanarak yeni bir havadan bağımsız tahrik sistem tasarımı ortaya koymuştur. Helmut Walter'in kimyevi türbin motoru yüksek saflıkta hidrojen peroksitin H₂O₂ sulu çözeltisi perhidrol ve potasyum permanganat temelli bir katalizör üzerinden, yüksek sıcaklık ve tazyikle beraber 2000°C sıcaklığında hızla su buharı ve oksijen karışımına ayrışması temeline dayanmaktadır. Bu noktadan sonra yüksek sıcaklıkta bulunan serbest oksijenin yanma odasına gönderilip yakıtla birlikte yanma oluşturularak basınç ve sıcaklığı artırması sağlanır. Yanma ile oluşan yüksek sıcaklıkları istenilen seviyede tutmak için motora verilen ilave su ile aynı zamanda üretilen buhar miktarı artmaktadır. Bu nedenle Walter türbini hem buhar hem de gaz türbini özelliği gösteren birleşik bir türbin teknolojisidir. Buhar ve gaz karışımı yanma odasından türbine iletilir ve elde edilen ısı enerjisi mekanik enerjiye çevrilip dişli çarklar tarafından ayarlanarak pervaneyi hareket ettirir. Walter türbininden çıkan bileşenler yoğunlaştırıcuda su ve karbondioksit olarak ayrıştırılmış olur [1],[6].

Helmut Walter'in yaptığı bu çalışma herhangi bir savaş gemisinde veya denizaltıda kullanılsa da birçok deney yapmış ve başarılı sonuçlar elde etmiştir. Bu havadan bağımsız tahrik sisteminin en büyük dezavantajı kullanılan hidrojen peroksit'in o dönem piyasada zor bulunmasıydı. Walter türbini modern havadan bağımsız tahrik sistemlerinden en büyük farkı su altında daha fazla kalmayı hedeflemek yerine, su altında yüksek hızlara çıkmayı hedeflemiştir [1].

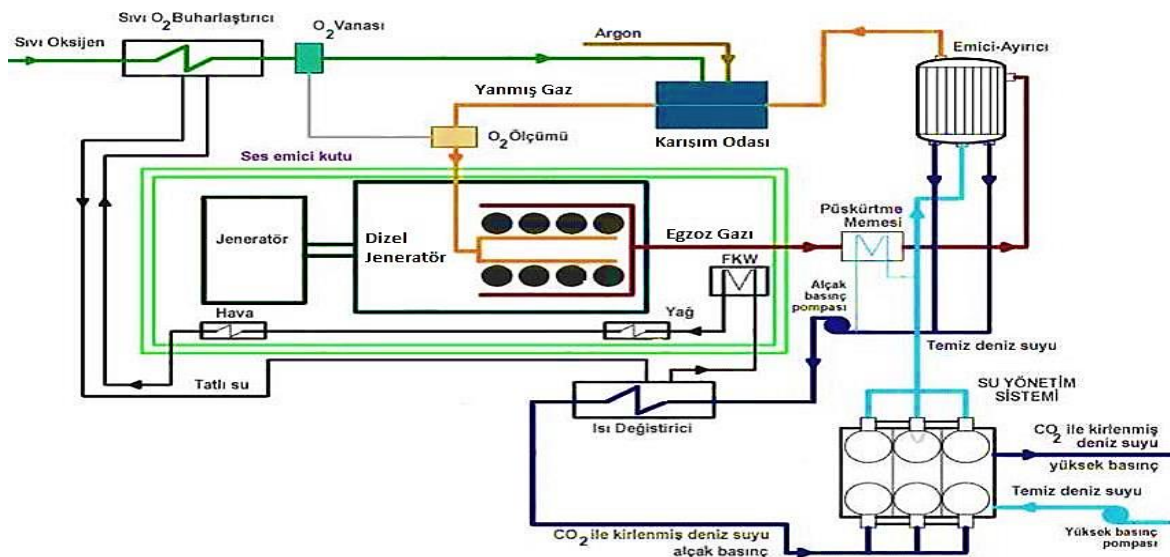


Şekil 2. Walter türbini genel çalışma mantığı[3].

Almanların savaşı kaybetmesinden sonra Helmut Walter çalışmalarına ara vermiştir. Bu havadan bağımsız tahrik sistemine sahip ilk tekne V-80, 26-27 knot sürata ulaşabiliyordu. O gün ki teknoloji ile denizaltıların ulaşabildikleri su altı sürati 8-9 knottır[1]. Walter türbininin genel çalışma prensibi Şekil 2.'de gösterilmektedir

Kapalı devre dizel motoru tahrik sistemi

Kapalı devre dizel motoru sistemi denizaltı su yüzeyindeyken klasik bir dizel motor gibi atmosferden aldığı havayı kullanarak çalışır. Denizaltı su altına daldığında bu motor önceden depolanmış oksijen ve argon (bazen helyum) gazını kullanarak çalışmaya devam eder. Bu teknoloji, yüzeyde geleneksel olarak çalıştırılabilen, ancak su altında genellikle sıvı oksijen olarak depolanan oksijen kullanarak çalışır. Kapalı devre dizel motorda bulunan pistonların yüzeyi saf oksijenle yanacağı için genellikle egzoz gazıyla seyreltilmiş olarak kullanılır. Bu işlem de egzozdan çıkan gaz tekrar dönüştürülerek kullanılır. Makinadan çıkan egzoz soğutulduktan sonra içinde bulundurduğu karbondioksit kimyasal olarak ayrıştırılır. Egzozdaki argon tekrar kullanılmak üzere geri dönüştürülür. Egzoz karıştırma haznesinde oksijen ile zenginleştirilerek dizel makinanın emme manifoldu kısmına gönderilir, böylece kapalı bir devre elde edilmiş olur. Geri kalan egzoz gazı deniz suyu ile karıştırılarak denizaltının dışına gönderilir [4],[5].



Şekil 3. Kapalı Devre Dizel Motor çalışma mantığı. [3]

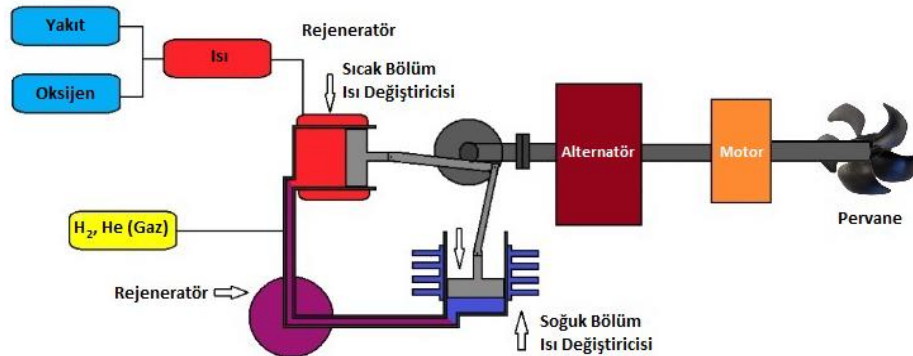
Kapalı devre dizel motorun birçok avantajı olmakla birlikte dezavantajları da bulunmaktadır. Avantaj olarak kendini kanıtlamış eski bir teknolojinin yeni bir uygulamasıdır. Diğer havadan bağımsız tahrik sistemleriyle karşılaştırıldığında kullanıcı personel tarafından bilinen bir sistemdir. Maliyet olarak en uygun havadan bağımsız tahrik sistemidir denebilir. Yıllardır kullanılan bir sisteme birkaç eklentiyle havadan bağımsız tahrik sistemine dönüştürülebilir [5]. Şekil 3. gösterildiği üzere basit bir kapalı devre dizel motorunun çalışma mantığı gösterilmiştir. Kapalı devre dizel sistemin dezavantajlarına baktığımız zaman verim açık bir sisteme göre daha düşüktür. Sıvı oksijenin yakıt olarak kullanılmasından dolayı güvenli depolama sıkıntıları çıkmaktadır. Dizel motor gürültüsü denizaltının bıraktığı akustik izin fazla olmasına sebep olur [5]. Bu durum denizaltının radarlara yakalanmasına sebep olur. Kapalı devre dizel motor havadan bağımsız tahrik sistemi Tablo 1.'de görüldüğü gibi çeşitli denizaltı sınıfında kullanılmıştır.

Tablo 1. Kapalı çevrim dizel motor teknolojisinin kurulu olduğu öngörülen platformlar [6].

Denizaltı/Platform	Ülke
U-1 /Tip 205	Almanya
Moray Sınıfı	Hollanda

Stirling motoru tahrik sistemi

Stirling motoru, Robert Stirling tarafından tasarlanıp icat edilmiştir. 1816 yılında patenti alınan Stirling motorları diğer motor teknolojilerinden çok farklıdır. Çünkü Stirling motorları; sıcak haldeki çalışma gazlarını, güç çevriminde sürekli olarak tekrar edecek şekilde kullanan kapalı devre bir motor sistemidir. Motordan herhangi bir gaz çıkışı yoktur aynı gaz tekrar tekrar kullanılır. Stirling motorları, sıvı oksijenin dizel yakıtla yakılmasıyla güç üretir. Sistem, Şekil 4. gösterildiği gibi stirling döngüsüne dayanmaktadır. Buradan üretilen enerji ya bataryaları yeniden şarj etmek için ya da denizaltının doğrudan itici yükü için kullanılır. Sıvı oksijenin yakılması sonucu ortaya çıkan egzoz gazları geminin dışına atılır. Sistemin sunduğu en büyük avantaj, ana yakıt kaynağı olarak dizelin kullanılmasıdır, dolayısıyla yakıt ikmal işlemi sırasında karmaşa yaşanmaz. Stirling motorlu havadan bağımsız tahrik sistemlerinin en büyük dezavantajı ise bir yakıt pilli sisteme göre kapladığı hacim fazladır. Bir diğer dezavantajı ise rakipleriyle karşılaştırıldığında su altında yaptığı ses ve gürültü miktarı fazladır [7].



Şekil 4. Stirling motoru genel çalışma mantığı [3].

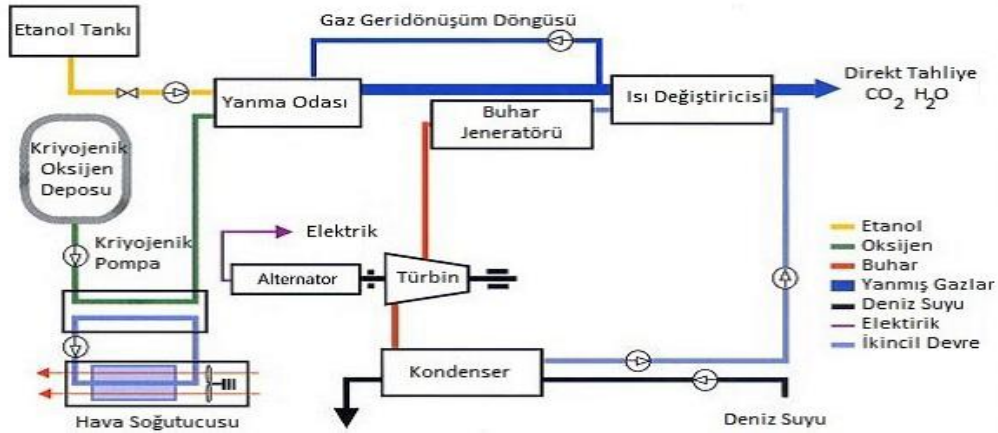
Günümüzde İsveç, Çin ve Japonya denizaltılarında Stirling havadan bağımsız tahrik sistemlerini kullanmaktadır. Tablo 2.'de Stirling motoru teknolojisinin kurulu olduğu öngörülen platformlar göstermektedir.

Tablo 2. Stirling motoru teknolojisinin kurulu olduğu öngörülen platformlar [6].

Denizaltı/Platform	Ülke
Nacken Sınıfı	İsveç
Gotland Sınıfı	İsveç
Soryu Sınıfı	Japonya
Type-039A Sınıfı	Çin
Type- 032 (Qing)	Çin

Kapalı çevrim buhar türbini (Module d'Énergie Sous-Marin Autonome- MESMA)

Kapalı çevrim buhar türbini teknolojisi, elektrik enerjisi elde etmek için bir alternatörle birleştirilmiş türbinin mekanik enerjisinden yararlanır. Sistem, Şekil 5.'de gösterildiği gibi Rankine döngüsünün enerji üretim mantığına dayanmaktadır.



Şekil 5. MESMA teknolojisinin genel çalışma mantığı[3].

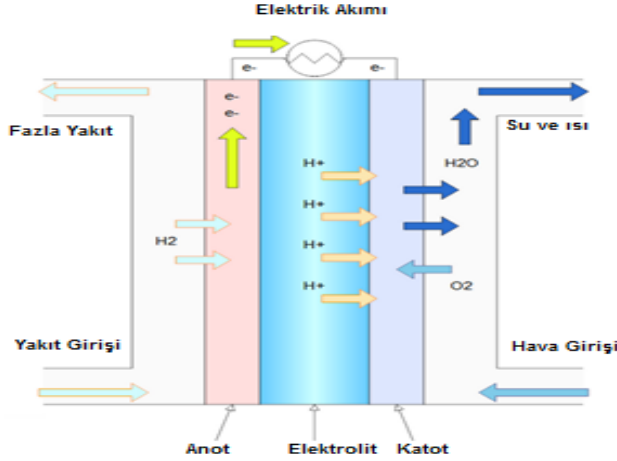
MESMA sistemi Fransız DCN (Direction des Construction Navales) firması tarafından öncelikle ihracat amaçlı kullanım için geliştirilmiş bir havadan bağımsız tahrik sistemidir. Sistem, 600 °C'yi aşan bir sıcaklıkta sistemde ana yakıt olarak kullanılan Etanol ile birlikte sıvı oksijeni (LOX) yakar. Üretilen ısı, sırayla türbini çalıştıran buhar devresine aktarılır. Türbine bağlanan alternatör, tahrik makineleri ve yardımcı devreler için gerekli olan elektrik enerjisini üretir. MESMA, kapalı devre dizel motoru pistonlu sistemine kıyasla bir döner makinenin (türbinin) kullanılmasıyla kapalı devre dizel motoru pistonlu sistemini çok geride bırakmıştır. MESMA teknolojisinin dünyadaki dört yaygın havadan bağımsız tahrik sistemi teknolojisi arasında en düşük verimliliğe ($\leq \%25$) sahiptir. Fransa bu sistemi üretebilen tek ülkedir. Tablo 3.'de görüldüğü gibi kapalı çevrim buhar türbini teknolojisine sahibi tek ülkedir [8].

Tablo 3. MESMA teknolojisinin kurulu olduğu öngörülen platformlar [6].

Denizaltı/Platform	Ülke
Agosta-90B	Pakistan/Fransa
Scorpene (Envisaged)	Hindistan/Fransa

Yakıt pili (fuel cell) havadan bağımsız tahrik sistemi

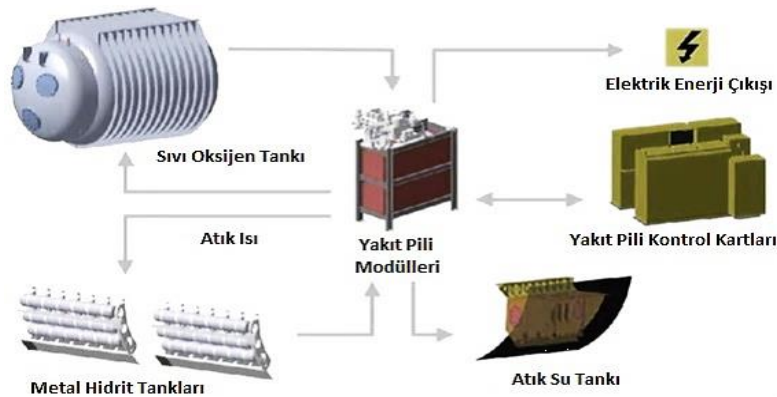
Yakıt pilleri bir yakıtın (genellikle hidrojen) ve bir oksitleyici maddenin (genellikle oksijen) kimyasal enerjisini bir çift redoks reaksiyonu yoluyla doğrudan DC akıma çeviren enerji dönüştürücüleridir [2]. Yakıt pilleri temiz, çevreyi kirletmeyen, teknolojik aletlerdir. Enerji üretirken genellikle sıfır karbon emisyonuyla çalışmaktadır. Yakıt pilleri yüksek verime sahiptir. Bir yakıt pilinin enerji verimliliği genellikle %50-70 arasındadır; ancak atık ısı bir kojenerasyon planında tutulursa, % 80'e varan verimlilikler elde edilebilir [6]. Yakıt pillerinden nasıl enerji üretildiğini kavramak için basit şekilde suyun elektroliz deneyinden yola çıkabiliriz. Bu deneyde suya doğru akım verilerek, su hidrojen ve oksijen olarak ayrıştırılır. Yakıt pillerinde ise bu işlemin tam tersini düşünebiliriz. Hidrojen ve oksijeni reaksiyona sokarak elektrik enerjisi elde ederiz. Yani kısaca deneyde suya elektrik akımı verilip suyun elementlerine ayrışması sağlanıyor, yakıt pilinde ise hidrojen ve oksijenin reaksiyona girmesi sonucunda da elektrik enerjisi, ısı enerjisi ve su elde edilir. Yakıt pilleriyle enerji üretimi genellikle yakıtın yakılması sonucu kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sonucu olmaktadır. Yakıt pili teknolojisi Şekil 5.'de gösterildiği gibi bu prosesi oldukça kısaltmıştır. Yakıt pilinin yapısı basitçe ortada bir elektrolit ve onunla temas halinde olan gözenekli anot ve katottan oluşmaktadır. Yakıt pilline, yakıt ve oksitleyici verildiği sürece enerji üretimi oldukça sessiz ve verimli devam etmektedir [9].



Şekil 5. Yakıt pilinin elektrik üretim prosesi

Yakıt pilleri çok teknolojik görümlerine rağmen yaklaşık 170 seneden beri bilinen üzerinde birçok çalışma yürütülmüş ve hala çalışılmakta olan bir alandır. Yakıt pillerinin bilim dünyasındaki serüveni 1801 yılında başlamıştır. Yakıt pilleri gelişim hızının artması açısından en önemli tarihlerin başında ikinci dünya savaşı sonrası gelir. Bu tarih sonrasında yakıt pilinin NASA programında kullanılması yeni bir kapı açmış ve ticari bir kimlik kazanmıştır. Denizaltılarda yakıt hücrelerinin kullanımı, 80'li yılların başlarında başladı. Gelişime açık ve saha alanındaki yenilikçilik, büyüme esnekliği sayesinde hızlı bir tempoda ilerlemeye devam ediyor[10]. Dizel - elektrik denizaltı teknolojisi, gizlilik ilkesiyle çelişki arz eden bir durumdur çünkü denizaltının bataryalarını şarj üzere sık satha gelme ihtiyacı havdan bağımsız tahrik sistemiyle bir nebze olsun giderilmiştir. Yakıt pilli havdan bağımsız tahrik sistemi günümüzde en gelişmiş ve tercih edile tahrik teknolojisidir. Bunun nedeni, gizlilik ve elektrik üretiminde sundukları büyük avantajlardır.

Almanya firması Siemens'in ürettiği yakıt pili kullanılarak Tip 212A denizaltısını üretmiştir. Bu denizaltı yakıt pilli havdan bağımsız tahrik sistemine sahip ilk denizaltıdır[11]. Yakıt pillerinde neredeyse hiç hareketli parça bulunmadığından denizaltının gizliliğine katkı sağlar. Bu durum denizaltının akustik imzasını önemli ölçüde azaltır. Yakıt pilli havdan bağımsız tahrik sistemi %50-70'lik bir verimlilikle en ön plana çıkan tahrik sistemidir. Bundan dolayı diğer havdan bağımsız tahrik sistemlerine kıyasla esnek oluşu, kullanım kolaylığını ve gizliliğe katkısıyla gelecekte en çok tercih edilen sistem olacağı düşünülmektedir [6], [9], [10]. Şekil 6.'da yakıt pilli havdan bağımsız tahrik sisteminin birleşenleri ve çalışma yönü gösterilmiştir.



Şekil 6. Yakıt pilli havdan bağımsız tahrik sistemi [10].

Yakıt pillerinin avantajları

Birçok uzmanın emin olduğu tek konu yakıt pillerinin gelecekte kullanılan günlük elektriği üretebilecek kapasitede sahip olduğudur. Yakıt pillerinin yüksek verimle çalışmaları dışında, hareketli herhangi bir parçalarının olmayışı, sessiz, modüler, kompakt yapıları ve birçok yakıt ile çalışabilmeleri (doğal gaz,

LPG, Metanol, Etanol), düşük emisyon, yüksek güvenilirlik, kolay kurulum, hızlı enerji dönüşümü gibi özelliklere sahip olmaları onları avantajlı kılar [2], [10]. Yakıt pilleri, taşınabilir olan hemen hemen tüm cihazlara ve pil kullanan tüm makinelere güç sağlayabilir. Nihayetinde ölen tipik pillerin aksine, yakıt ve oksidanlar sağlandığı sürece bir yakıt hücresi aktiftir. Gelecekte, yakıt hücrelerinin kullanılacağı nihaiyi muhtemel cihazlar cep telefonları, diz üstü bilgisayarlar, video kayıt cihazları vb. olacaktır [10].

Yakıt pillerinin dezavantajları

Yüksek maliyet, büyük hacimli ve ağır yakıt depolarına ihtiyaç duymaları, direkt hidrojen kullanımı halinde yüksek yakıt fiyatı, kullanım ömürlerinin tam olarak bilinmemesi dezavantajları olarak özetlenebilir. Her ne kadar teknolojinin hızla gelişmesi yakıt pillerinin fiyatlarını düşürse de bu pillerde kobalt kullanımı maliyetleri yüksek seviyede tutmaya devam etmektedir. Pek çok önemli dezavantajı olsa bile tüm yakıt pillerinin teknolojisi hala bir geliştirme sürecinde olduğu unutulmamalı. Kullanımda olan diğer teknolojilere göre daha gelişim süreçlerinin başında oldukları için birçok çözüme ulaşmamış sorunları bulunmaktadır [2]. Evrende hidrojenin bol miktarda bulunmasına rağmen, aynı şeyi depolama ve dağıtım için söylemek çok zordur. Hala benzin gibi Yerel yakıt istasyonlarından hidrojen doldurulması mümkün değil. Ve yakın bir gelecekte bu sistemin uygulanacağı şüpheli bir durumdur. Yakıt pilleri teknolojisinin bir noktada hızlı bir ivme ile yükselişe geçmemesi durumunda benzinin yerelde buluna bilirlğine yaklaşamayacağı düşünülmektedir.

Tablo 4. Yakıt pilli teknolojinin kurulu olduğu öngörülen platformlar [6].

Denizaltı/Platform	Ülke
Dolphin Sınıfı	İsrail / Almanya
Tip 212	Almanya
Tip 214	Almanya
S-80 Sınıfı	İspanya
Kalvari Class	Hindistan
Project 1650 (Amur sınıfı)	Rusya

Yakıt pili türleri

Günümüzde dünyada kullanım alanına, ihtiyaca ve çalışmama parametrelerine göre farklı tiplerde birçok yakıt pili kullanılmaktadır. Yakıt pilleri öncelikle kullandıkları elektrolit türüne göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, hücrede meydana gelen elektrokimyasal reaksiyonların türünü, gerekli katalizörlerin tipini, hücrenin çalıştığı sıcaklık aralığını, kullanılan yakıt ve diğer faktörleri belirler. Bu özellikler, hücrelerin kullanılacakları alanları ve uygulamalarını belirler. Halen geliştirilmekte olan, kendi avantajları, kısıtlamaları ve potansiyel uygulamaları olan çeşitli yakıt hücreleri türleri bulunmaktadır. Aslında piyasada birçok yakıt hücresi teknolojisi vardır. Bunların her biri aşağıdaki gibi sıralanır: çalışma sıcaklığının aralığı, kullanılan yakıt türü, kullanılan katalizör türü hücre ve enerji dönüşümünün verimlilik oranına göre sınıflandırılabilir. Piyasada bulunan ana teknolojiler şunlardır[9].

1. Alkali yakıt pilleri (AYP)
2. Erimiş karbonat yakıt pilleri (EKYP)
3. Fosforik asit yakıt pili (FAYP)
4. Katı oksit yakıt pili (KOYP)
5. Direkt metanol yakıt pili (DMYP)
6. Polimer elektrolit membranlı yakıt pili (PEMYP)

Yakıt olarak hidrojen

Hidrojen, Yunanca su yapan anlamına gelen “İdrogono” kelimesinden türemiştir. Sembölü H olan bir ametaldir. Hidrojen genel olarak bir proton ve bir elektrondan oluşan ve periyodik tablonun en basında yer alan hidrojen, en hafif elementtir. Hidrojen en büyük avantajı evrendeki en bol bulunan elementlerden biri olmasıdır. Dünyadaki görünür maddelerin %90'ından fazlası hidrojenden oluşmuştur. Güneş ise nerdeyse tamamı hidrojenden oluşmaktadır. Dünyamızın güneşten aldığı enerji, hidrojenin füzyon tepkimesi sonucunda helyuma dönüşmesiyle ortaya çıkan enerjidir. Renksiz kokusuz,

tatsız ve zehirsiz özelliklere sahip hidrojen, içten yanmalı motorda yakıldığında neredeyse hiç zararlı emisyon açığa çıkarmaz ve tek yan ürün sudur. Hidrojen saf haliyle ve oda sıcaklığında iki atomlu bir gaz oluşturmaktadır. Bu gaz, havanın 14'te biri yoğunluğa sahip olduğundan, havada hızla dağılmaktadır. Hidrojenin sıvı hale getirilmesi, enerji yoğun bir süreçtir ve hidrojenin -253 dereceye kadar soğutulmasını gerektirmektedir. Metal hidritler olarak depolanırsa hem ısıtarak kolayca enerji geri kazanılabilir hem de büyük hacimler depolanabilir. Bu şekilde yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sistemlerinde enerji deposu olarak kullanılabilir. Tek sorun kullanılacak metalin ağırlığı ve maliyetidir. Ayrıca yakıt pilleri ile havadan hidrojen ve oksijen elde edilebilmektedir. Hidrojenin depolanması ve denizaltılarda kullanımını yukarıda bahsedildiği gibi çift cidarlı basınçlı kaplar kullanılarak sıvı halde depolanır.[12].

Hidrojen, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar dâhil olmak üzere çeşitli yerli kaynaklar kullanılarak üretilebilir. Karbon, nükleer, biokütle, rüzgâr, güneş gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları, jeotermal ve hidroelektrik ile çeşitli şekillerde üretilmektedir. Hidrojen üretiminin önündeki genel zorluk, maliyetin düşürülmesidir. Maliyetin düşürülmesi için yapılacak ilk iş nakliye fiyatlarını düşürmektir. Enerji bağımsızlığının itici gücü olan hidrojen, geleneksel yakıtlar ve teknolojilerle tek başına karşılaştırılabilir duruma geldiğinde, hidrojenin ticari pazarda başarılı olması ve onunla bağlantılı olarak yakıt pillerinin gelmesi buna bağlıdır. Yani Hidrojenin piyasada başarılı olabilmesi için, mevcut geleneksel yakıtlardan maliyet açısından rekabetçi olması gerekir. Hidrojen dünyada direkt olarak kullanılabilir halde bulunmaz, ancak başka kaynaklar kullanılarak üretilebilir. Şu anda, hidrojenin önemli bir kısmı metandan buhar metan reformu (SMR) işlemi yoluyla üretilmektedir. Hidrojen üretiminin diğer yöntemlerinden biri su elektrolizidir. Hidrojen üretildikten sonra, son kullanıcıya veya dağıtım tesisine taşınması gerekir ve son olarak hidrojenin daha sonra kullanılmak üzere depolanması gerekir. Bu üç aşama - hidrojenin üretimi, taşınması ve depolanması - hep birlikte hidrojen ekonomisi olarak adlandırılır[10]. Bu depolama yöntemlerinde atılacak her adım yakıt pillerinin geleceğini belirleyecek adımlardır. Bununla doğru orantılı olarak yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sisteminin gelişmesi ve yaygın kullanımı da bunlara bağlıdır.

Sonuç Ve Öneriler

Denizaltılarda kullanılan mevcut bataryalar, halen 1970'li yılların teknolojisiyle üretilmektedir. Bahse konu bataryalar kısa sürede deşarj olmakta ve şarj edilebilmeleri için sık periyotlarla su yüzeyine çıkma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu durum denizaltıların gizlilik vasfını olumsuz etkilediğinden, havadan bağımsız tahrik sistemleri teknolojisi ile denizaltıların dalış sürelerinin artırılması ve su altında seyir için gerekli enerjinin üretilmesi hedeflenmektedir. Denizaltının batarya bağımlılığını azaltıp yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sisteminin enerji ihtiyacını daha fazla oranda karşılaması yakıt olarak kullandığı hidrojenin dağıtım ve depolanmasına bağlıdır. Yapılan bu analizlerden de anlaşılacağı üzere, yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sisteminin denizaltılarda kullanımının pek çok olumlu yönü vardır. Bunlar:

- Yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sisteminin günümüzde en gelişmiş ve tercih edilen havadan bağımsız tahrik teknolojisi olması,
- Yakıt pillerinde neredeyse hiç hareketli parça bulunmadığından denizaltının akustik imzasını önemli ölçüde azaltarak gizliliğine katkı sağlaması,
- Yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sisteminin %50-70'lik bir oranda verimlilik sağlaması,
- Atık olarak ortaya çıkan yüksek ısıdaki suyun bir kojenerasyon ünitesinde kullanılarak verimin daha da artırılabilceğidir.
- Yakıt pillerindeki son gelişmeler bu teknolojinin daha büyük bir hızla gelişmesini sağlayacaktır. Denizaltıların eski bir teknoloji olan kurşun-asit batarya bağımlılığından kurtulup daha efektif savunma ve savaş aracına dönüşmesi ancak böyle sağlanabilir.
- Ülkemizin de üzerinde çalıştığı milli platformlarda, yakıt pilli havadan bağımsız tahrik sisteminin kullanılması stratejik öneme sahip bir coğrafyada bulunmamızdan dolayı gelişmiş savunma stratejimize büyük katkı sağlayacaktır.
- Hidrojen üretimi ve depolanması konusunda gün geçtikçe daha kapsamlı çalışmalar yapılmakta ve kısa sürede büyük yol alınacağı düşünülmektedir. Hidrojenin depolama ve üretimi konusundaki sınırlılıklar, yakıt pilli teknolojisinin çağır açmasının önündeki en büyük engeldir. Bu konu üzerine daha çok çalışılması gerektiği önem arz etmektedir.

Tüm bu nedenlerden dolayı diğer havadan bağımsız tahrik sistemlerine kıyasla yakıt pilinin esnekliği, kullanım kolaylığı ve gizliliğe katkısıyla gelecekte en çok tercih edilen havadan bağımsız tahrik sistem olacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

1. Rossler, E. THE U·BOAT *The evolution and technical history of German Submarines*. Casell, 2001, pp. 384.
2. Barbir, F., *PEM fuel cells: theory and practice*. 2012: Academic press.
3. Ozsari, Ibrahim, Yasin Ust, and Hasan Kayhan Kayadelen. "Comparative Energy and Emission Analysis of Oxy-Combustion and Conventional Air Combustion." *Arabian Journal for Science and Engineering* 46.3 (2021): 2477-2492.
4. Lus, M.E. Tomasz. Submarine hybrid propulsion systems. *Journal Kones*, 2001, 8(1-2), 265-270.
5. Norman, Polmar & Kenneth, J. Moore. Cold War Submarines. Potomac Books Inc, Wasington D.C. 2004. 432p.
6. Menon, R. Raajiv, Rajagopalan Vijayakumar, and Jitendra K. Pandey. "Selection of Optimal Air Independent Propulsion System using Forced Decision Matrix." *Defence Science Journal* 70.1 (2020).
7. Congress, U. S. "Office of Technology Assessment, Marine Applications for Fuel Cell Technology–A Technical Memorandum." *Techn. Ber. OTA-TM-O-37. US Congress: Office of Technology Assessment*. 1986, pp 1-39.
8. Bitzinger, Richard, and Haris Vlavianos. *Emerging critical technologies and security in the Asia-Pacific*. Springer, 2016, pp. 169.
9. Saikia, K., et al., *Current Advances and Applications of Fuel Cell Technologies*, in *Recent Advancements in Biofuels and Bioenergy Utilization*. 2018, Springer. p. 303-337.
10. Krummrich S., *Fuel Cell Methanol Reformer System for Submarines*, *18th World Hydrogen Energy Conference*, 2010, 3, 213 - 218.”, 2010, c. 3, ss. 213-218
11. Jeon, Byeongdoo, and Mojdeh Khorsand. "Energy Management System in Naval Submarines." *2020 IEEE Transportation Electrification Conference & Expo (ITEC)*. IEEE, 2020.
12. Aslan, Ö., *Hidrojen ekonomisine doğru*. 2007.

RUHSATSIZ VE RUHSATA AYKIRI YAPILARIN NESNE TESPİT VE FOTOGRAMETRİ TEKNİKLERİYLE BELİRLENMESİ

Ömer YENTÜR

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
omeryentur49@gmail.com

İlyas Hüseyin GÜVENÇ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
ilyashguvenc@gmail.com

Mutlu KINCI

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
mtlkncl@gmail.com

Hasan YILDIZ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
hasanylz989@gmail.com

Ahmed ÖZKILIÇ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
ahmetozkiloc72@gmail.com

Muhammed Taha KÖYDEN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
koydentaha1@gmail.com

H. Metin ERTUNÇ

Kocaeli Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü
hmertunc@kocaeli.edu.tr

Özet

Günümüzde ülkemizin ve dünyanın büyük bölümünün önemli problemlerinden biri mevzuata aykırı “Ruhsatsız veya Ruhsata Aykırı Yapılaşma”dır. Bilindiği gibi ülkemizde yerel yönetimlerin mevzuatlarına göre yapıların imar edilmesi gerekmektedir. İzin alınmadan yapılan yapılar nedeniyle şehir düzeninin bozulması, doğal afetlerde yapıların yıkılma riskinin artması ve hava kirliliği gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu sorunların çözümü için “Nesne Tespiti” ve “Fotogrametri” teknikleri kullanılarak bir sistem tasarımı yapılmıştır. Havadan görüntü alan bir araç ile belli yükseklik ve açılarda fotoğraflar çekilmekte ve mevzuata aykırı yapılar tespit edilmektedir. Bu yapıların GPS bilgileri bazı piksel-koordinat işlemleri ile hesaplanarak yapıların coğrafi konumları bulunmakta ve ilgili yerel yönetimin yapı kayıt sistemlerinde veriler ile karşılaştırılarak teyit edilmektedir. Yapılan işlemlerde öncelikle büyük bir veri setinin oluşturulup yapay zekâ modelinin eğitilmesi gerekir. Model eğitimi için Faster R-CNN, You Only Look Once (YOLO)V5, Single Shot Multibox Detector (SSD) gibi algoritmalar kullanılabilir. Fakat bu çalışmada YOLACT algoritması kullanılmıştır. Çalışmanın gerekli test ve simülasyon yazılımları Unity ve Visual Studio ile yapılırken yapay zekâ yazılımı ise Python ile gerçekleştirilmiştir. Üretilen bu çözümün uygulamada birçok alt dalı olmakla birlikte uzun test süresine ihtiyacı vardır. Yapılan çalışma Teknofest 2021’de İYT-Sosyal İnovasyon Üniversite Üzeri Seviyesi kategorisinde birincilik ödülüne layık görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Nesne Tespiti, Fotogrametri, Ruhsatsız ve Ruhsata Aykırı Yapı.

Giriş

Dünya genelinde ruhsatsız ve ruhsata aykırı yapılaşmalar başta can güvenliği olmak üzere birçok yönden sorun teşkil etmektedir. Özellikle Türkiye gibi deprem riskinin yüksek olduğu ülkelerde ruhsatsız ve ruhsata aykırı yapılaşmalar doğal afetler sonucu ortaya çıkan tabloda en büyük payı almaktadır. Aynı zamanda bu durumun yaygınlaşması toplum ve çevre düzenini bozmakta, yerel yönetimlerin denetleme

sistemlerini yetersiz kılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte bu tür sorunların denetlenmesi veya çözüm üretilmesi oldukça kolay hale getirilebilmektedir. Özellikle son yıllarda gelişen yapay zeka teknolojisi birçok insan yönetimindeki sistemlere daha hızlı ve daha doğru sonuçlar üretebilmektedir.

Sistemde hava aracı ile yer istasyonundaki kontrol panelinden seçilen bölgeyi taramak ve gerekli fotoğrafları almaktır. Sonra alınan fotoğrafları, kamera açısını, GPS verisini, irtifasını vb. parametreleri data paketleri şeklinde yer istasyonuna yollamaktır. Yer istasyonunun görevi alınan fotoğrafları parametreler ile etiketlemektir. Etiketlenen fotoğraflar yer istasyonundaki sunucu yardımıyla önceden toplanan verilerle eğitilmiş yapay zekâ modelimizle yapı tespitini gerçekleştirir. Ardından tespit edilen bu yapılar görüntü işleme ile taralı hale getirilir. Ardından sistem taranan yapıların koordinatlarını hesaplar. Daha sonra bu hesaplanan değerler karşılaştırılabilecek uygun verilere dönüştürülerek belediyeden alınan veriler ile karşılaştırılır ve projenin sonuç kısmına ulaşılır. Bu sayede bir yapının ruhsata aykırı olup olmadığı bir diğer söylemle yapının kaçak olup olmadığı anlaşılır.

Materyal ve Metot

Veri Seti

Bu çalışmada veri seti simülasyon üzerinden rasgele uçuşlar ile toplanan görsellerden oluşmaktadır. Simülasyon üzerinden rasgele aralıklarla uçuşlar yapıp görseller toplanmıştır. Alınan görseller veri temizleme işleminden geçmiştir. Temizlenen görselleri segmentasyon ve etiketlenme işleminden geçmiştir. Segmentasyon ve etkileme işlemi Labelme program aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Veri seti artırma işlemini kural bazlı sentetik veri oluşturma ile veri sayımızı artırmış olduk. Verimizi %60 eğitim %20 doğrulama %20 test şeklinde bölünmekte.

Tablo 20. İşlenen Veri Miktarları

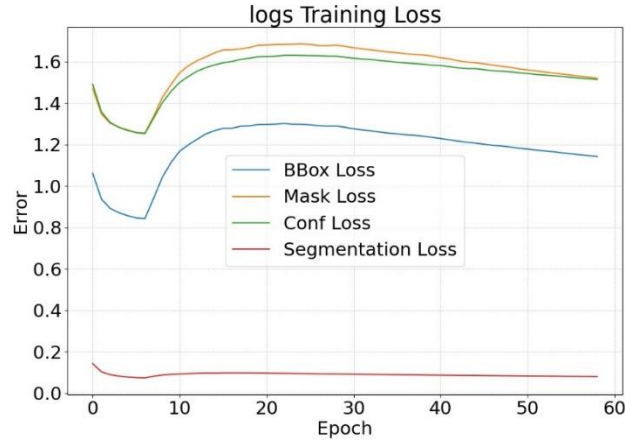
Toplam	3526
Eğitim	2115
Doğrulama	705
Test	706

Model Eğitimi

Yapıların ruhsatlı mı ruhsatsız mı olduğunu tespit etmek için ilk olarak görüntü üzerinden yapıları tespit etmek gerekmektedir. Nesne tespitinde bir çok algoritma mevcuttur. Burada tespitin yanı sıra nesnenin görüntü üzerindeki kapladığı alanda önemlidir. Bu nedenle Nesne tespiti ile segmentasyon içeren bir algoritmalar daha uygundur. Bu algoritmalara örnek olarak Mask R-CNN, SOLO (Segmenting Objects by Locations), YOLACT verilebilmektedir. Bu çalışmada hem segmentasyon hem de nesne tespiti yapabilmek için YOLACT algoritması kullanılmaktadır. Eğitimde öğrenme aktarımı (transfer learning) uygulanmıştır. Oluşan eğitim kayıplar şekilde gösterilmektedir.

Görüntülerden Konum Tayini

Yapıların ruhsat bilgileri hakkında çıktı alınabilmesi için öncelikle yapay zeka tarafından tespit edilen bölgelerin koordinatlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu koordinatların bulunabilmesi için çalışmamızda fotogrametrik yöntemler kullanılmıştır. Görüntü alındıktan sonra elde edilmiş veriler: Görüntü, görüntünün çekildiği koordinat ve görüntüleme aracının yüksekliğidir. Görüntünün alındığı koordinat ve görüntüleme aracının yüksekliği kullanılarak görüntü belirli parametrelerle ölçeklendirilmektedir. Tespit edilmiş bölgelerin piksel bilgileri , ölçeklendirilmiş görüntüye ait parametrelere yerleştirilerek her bölgenin koordinat bilgisi elde edilmektedir.



Şekil 17.Loss Fonksiyonu



Şekil 18.Koordinat hesabı için gösterim

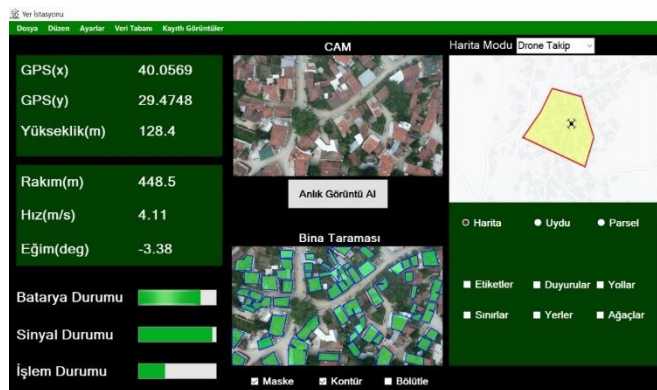
1920x1080px görüntü için:

$$Yatay\ uzunluk = 1920px = (x_1 - x_2) \quad Yatay\ piksel\ başı\ GPS\ oranı = \frac{(x_1 - x_2)}{1920}$$

$$Dikey\ uzunluk = 1080px = (y_1 - y_2) \quad Dikey\ piksel\ başı\ GPS\ oranı = \frac{(y_1 - y_2)}{1080}$$

Test için, görüntüdeki sarı bölgenin GPS bilgisini bulmak istiyor olalım. Sarı bölgenin piksel olarak koordinatı (610,450)px olarak programımız tarafından geliyor.

$$Yatay\ GPS = 610 * \frac{(x_1 - x_2)}{1920} \quad Dikey\ GPS = 450 * \frac{(y_1 - y_2)}{1080}$$



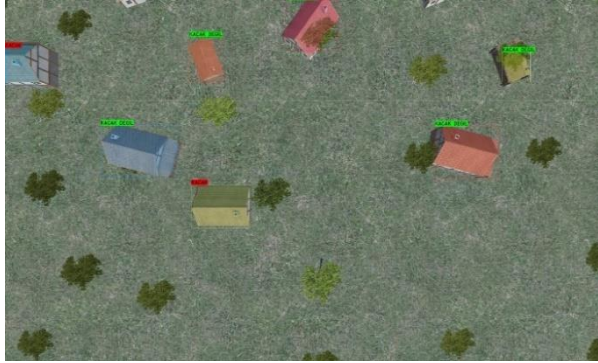
Şekil 19.Yer İstasyonu Kontrol Arayüzü



Şekil 20. Simülasyon Tarama Alanı Seçimi

Simülasyon ve Test

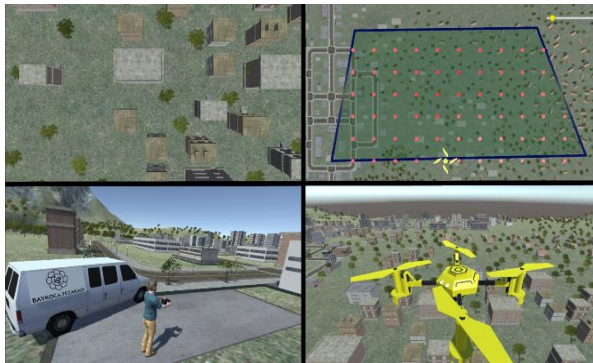
Simülasyon UNITY üzerinde yapılmış olup arka planda VS C# kodları dönmektedir. Buradaki amaç bir şehir düzeninde önce veri alıp bu verilerle bir eğitim yapmak sonrasında ise bu modeli test etmektir. Drone'un uçuş kodları dronekit kütüphanesinde faydalanarak oluşturulmuştur. Drone'un belli noktalarda fotoğraf almaşı ve bu fotoğrafları ne sıklıkla alacağı kullanılan kameranın özelliklerine göre belirlenmektedir. Alınan fotoğraflar Python ile yazılan model ile haberleşerek anlık olarak sisteme veri gönderir ve tespit işlemi bu şekilde yapılmaktadır. Yapılan tespit işlemi sonrası yapıların kayıtlı olduğu konumlara göre karşılaştırma yapılarak yapıların ruhsat durumları tespit edilmektedir.



Şekil 22. Simülasyon Genel



Şekil 21. Simülasyon Tespit Sonucu



Şekil 24. Simülasyon Tespit Sonucu-2

KACAK yapı : (2082,0,1414)
KACAK yapı : (1594,0,786)
KACAK yapı : (1459,0,965)
KACAK yapı : (1247,0,317)
KACAK yapı : (1224,0,753)
Normal yapı : (1561,1,715)
Normal yapı : (1509,1,715)
Normal yapı : (1660,8,774)
Normal yapı : (1398,1,715)
Normal yapı : (1561,1,715)
Normal yapı : (1468,1,715)
Normal yapı : (1509,1,715)
Normal yapı : (1947,1,1386)
Normal yapı : (2028,1,1428)
Normal yapı : (1883,1,1361)
Normal yapı : (1855,1,1391)
Normal yapı : (1868,1,1436)
Normal yapı : (1855,1,1362)

Şekil 23. Yapı Kayıt Verileri Üzerinden Karşılaştırma Sonucu

Sonuç

Bu çalışmada ruhsatsız yapıların çevreye ve canlılara verdiği zararların önlemesi adına gözlem araçlarının kullanabileceği bir sistem tasarlanması amaçlanmıştır. Yapay zekâ kullanılarak yapıların tespiti ve coğrafi konumları elde edilmiştir. Elde edilen verilerle yapıların ruhsat durumları incelenmiştir. UNITY programı ile tasarlanan bir gerçek hayat simülasyonu ile test edilmiş ve yazılımın az bir veri kümesi ile çalıştığı görülmüştür. Buradan elde edilen çıkarımlarla günümüzde büyük bir sorun olarak karşımıza çıkan düzensiz yapılaşma ve bu yapılaşmadan kaynaklı doğal afetlerin önlenmesine katkı sağlamıştır.

Kaynakça

1. Bolya, D., Zhou, C., Xiao, F., Lee, Y.J.: YOLACT: Real-time instance segmentation. In: Proc. IEEE Int. Conf. Comp. Vis. (2019)
2. Chen, K., Pang, J., Wang, J., Xiong, Y., Li, X., Sun, S., Feng, W., Liu, Z., Shi, J., Ouyang, W., et al.: Hybrid task cascade for instance segmentation. In: Proc. IEEE Conf. Comp. Vis. Patt. Recogn. (2019)
3. Chen, L.C., Hermans, A., Papandreou, G., Schroff, F., Wang, P., Adam, H.: Masklab: Instance segmentation by refining object detection with semantic and direction features. In: Proc. IEEE Conf. Comp. Vis. Patt. Recogn. (2018)
4. K. H. R. G. a. J. S. S. Ren, «Faster R-CNN: Towards Real-Time Object,» arXiv preprint arXiv:1506.01497, 2015.
5. S. D. G. A. F. Joseph Redmon, «You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection,» arXiv:1506.02640v5 , 9 Mayıs 2016.
6. D. A. D. E. C. S. S. R. C. F. a. A. C. B. W. Liu, «SSD: Single Shot MultiBox Detector,» arXiv preprint arXiv:1512.02325, 2016
7. K. H. G. G. P. D. R. Girshick, «Mask R-CNN,» arXiv:1703.06870v3 , 24 Ocak 2016.

REVIEW: A COMPARISON OF TECHNIQUES FOR ANALYZING AND STUDYING KIDNEY STONES AND THEIR ACCURACY IN DETERMINING THE MOST LIKELY PHASES OF COMMON STONES AMONG PATIENTS.

Ahmed Hasan Hashim AL-JALAWEE

Erzincan Binali Yıldırım University, Arts and Science Faculty, Department of Physics, Erzincan
ahmederada8@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8633-943X

Sevil Durdağ

Erzincan Binali Yıldırım University, Arts and Science Faculty, Department of Physics, Erzincan
sporikli@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4699-2207

Abstract

Kidney stones are among the chronic diseases that remain prevalent throughout the world, with cases increasing annually. Crystals indicate the formation of these urinary stones, therefore they are one of the most significant factors in the creation of the final form of kidney stones. Despite the considerable number of studies that shed light on this disease, now that many concepts related to this illness remain unclear and incomprehensible, such as the relationship of phases to the sort of stone, or the correlation of the quality of trace elements to the type or form of the final stone. The analysis of kidney stones is the most important step that can be done after extracting the stones from the kidneys or the body. Since the chemical methods used in analyzing these components have been considered unhelpful, due to their inaccuracy, high error rate, the inability to determine the crystalline contents within these stones, so It has become crucial to use and highlight more reliable, more accurate techniques when analyzing these stones in order to fully understand the connection between the formation and phases of stones, as well the sort of the initial phase and the role of elements in the nucleation of these stones. The aim of this review is to compare the common methods used in previous studies and to report which techniques are highly reliable

Keywords: Kidney stones. Spectroscopy. Phase. Trace elements.

INTRODUCTION

Kidney stones are solid components consisting of organic and mineral growths inside the kidneys. Crystal components constitute about 95% of the proportion of stones in general, and the other percentages are other organic components (Gernot Schubert, 2006). Kidney stone disease is a serious common health problem that affects the health of patients, and it has been diagnosed as a common disease with an increasing risk in recent years (Knoll, 2007). Urinary tract stone disease has a statistical risk of infection of 1-20% for the lifespan population (López & Hoppe, 2010). While his reappearance and occurrence increases with each day (Chou et al., 2007). The mechanism of formation of these stones is not fully understood (Miller et al., 2007), therefore the analysis of these stones and the comprehension of the initial phases is very substantial for a proper medical diagnosis first, and then in order to eliminate them. Therefore, the goal of this review is to summarize the techniques that have been used recently in analyzing all aspects related to kidney stones, as well as comparing these techniques with each other, in terms of the features on which they agree and those on which they disagree or present an error rate that differs from each other.

Classification of kidney stones based on their chemical composition

Calcium oxalate group (CaOx)

Calcium Oxalate Monohydrate COM (Whewellite) ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Calcium Oxalate Dehydrate COD (weddelite) ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), and calcium oxalate trihydrate ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) are represent the polymorphism of the hydrates of calcium oxalate (Deganello, 1981).

Calcium phosphate group (CaP)

There are three forms of CaP, apatite (basic calcium phosphate) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_6(\text{OH}, \text{CO}_3)$ is the most common either alone or mixed with crystals of CaOx stones, brushite (calcium hydrogen phosphate dihydrate) ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), and whitlockite (tri-calcium phosphate) (OCP) (Khan & Hackett, 1986).

Uric acid group (U.A)

Supreme uric acid stones ($C_5H_4N_4O_3$), are compact, appearing like a central core of loosely aggregated anhydrous U.A crystals surrounding by radiating columnar anhydrous U.A crystals ordered in concentric laminations (Grases et al., 2000). Some stones display a compact outer layer surrounding a porous friable interior containing of anhydrous U.A, uric acid dihydrate and COM crystals mixed with organic material.

Struvite

Struvite stones, magnesium ammonium phosphate hexahydrate ($MgNH_4 PO_4 \cdot 6H_2O$), they are huge masses of orthorhombic 'coffin-lid'-formed struvite crystals surrounded by spherulitic carbonate apatite crystals and mixed with cellular debris, which frequently contain bacteria (Grases et al., 2000).

Cystine

Cystine stones ($CH_{12}N_2O_4S_2$), are dense, amber-colored, somewhat opaque, and with homogenous centers. Upper magnification of the stone and urinary deposits exposes a single and unique hexagonal building of the this stone's crystals (Khan & Hackett, 1986).

Techniques used for the analysis of kidney stones

Chemicals' analysis

It is true that most scientific laboratories now do not use this technology and the reason is due to poor analysis and a high error rate. It is a very common method before the discovery of modern techniques in which the error rate is lower, unlike modern methods, this technique cannot differentiate between chemical compounds (Kasidas et al., 2004).

Scanning electron microscopy

This technique produces high-resolution images of the surfaces of the examined material, where surface morphology and crystal structures can be identified. Its working principle is to use high-resolution power for point scanning by employing electron beams focused on raster lines (Vivek K Singh & Rai, 2014). SEM furnish details about the kind of the crystalline composition, crystals form, inner structure, components position, crystalline conversions, crystallite dimensions distribution, and specific data on the near joining between crystals and the organic components as well on the association between various crystalline kinds (Charafi et al., 2010). Daudon and colleagues studied the mesoscopic range of renal stone structures, specifically whewellite, by this technique (Daudon et al., 2009), and so it was used by Daudon as a diagnostic tool for primary hyperoxaluria.

Energy dispersive x-ray analysis (EDX) coupled with SEM

Or elemental distribution analysis (EDAX), X-rays are used in this technique, the percentages of the constituent elements of the samples examined through this device are obtained, and here lies the advantage that makes this device coupled with the SEM device, as the normal SEM device cannot obtain the percentages of ionic concentrations that make up the sample and thus knowing the crystals, their nature, and components. As a result of this coupling, a single system is produced through which a high imaging capacity can be obtained for the samples to be studied and analyzed (Marickar et al., 2009). The spectrum of EDX microanalysis contains both semi-qualitative and semi-quantitative information (Scimeca et al., 2018). Marickar and his colleagues studied the percentages of the concentrations of the elements by examining the stones with this technique, and thus knowing the morphological features of the crystals that make up all the stones (Marickar et al., 2009). While in another work, the stones were examined by EDXRF, and the percentage of trace elements was determined in order to understand the role of these elements and their relationship to the patients' diet (Srivastava et al., 2014). Whereas to examining the shape and spatial distribution of the phases that were identified in kidney stones, Ali and others used this technique to obtain results identical with other techniques that were applied, and the results were promising (Uvarov et al., 2011).

Particle-induced emission (PIXE)

The beam of heavy energetic particles such as protons with an energy greater than 1 MeV (sometimes up to 4 MeV) is used to induce the emission of X-rays of the element. What distinguishes this technique

is its detection limits (usually at a concentration level of $0.1\text{--}10\text{ mg kg}^{-1}$), especially for materials with a low atomic number. One of the most important reasons that enables this technique in laboratory use is the possibility of combining the feature of providing spatial maps of the elements with high accuracy at the micrometer scale, in addition to the high sensitivity (Verma, 2007).

Pineda and his colleagues, used micro-PIXE technology to understand and clarify the concentrations of trace elements inside the stones, and thus study the statistical analysis of these elements for two groups of stones, one from Sudan, and the other from South Africa, respectively (Pineda-Vargas et al., 2009). While it was used in another study to obtain preliminary maps of the distribution of calcium oxalate within the kidney stones, and thus trace the patterns of trace elements inside the stones. Micro-PIXE technology gives important information by which to reveal the mechanisms through which the growth and stimulation of the renal caculi is carried out (Pineda et al., 1995).

Polarization microscopy (PM)

The principle of its work is the interaction of the crystals inside the kidney stones with its polarized light, and therefore the amount of refraction, or reflection, or double reflection of light, are all functions and parameters that determine the stone components include minerals (Gernot Schubert, 2006). It requires grinding the stones, and it must be mixed with a liquid with an appropriate refractive index in order for the analysis condition to be achieved correctly.

Synchrotron radiation X-ray with computed microtomography μ CT

In the synchrotron accelerator, an electron is released within a circular path with a diameter ranging from 10 meters to 100 meters (and some are more than that), the magnetic field controls the path of the electron, and thus produces an electromagnetic spectrum with a wide field that includes X-rays, infrared and ultraviolet rays, etc. The reason for using this type of radiation is that the resulting radiation is more intense than that produced by conventional X-ray devices, thus obtaining a monochromatic beam with high concentration and very low spacing, in addition to the synthesis and high brightness, the characteristics of this technique make it a very important tool in the study of distribution maps of trace elements within renal calculi (Manzoor et al., 2019).

Stevens and colleagues used μ CT to study the mechanism of stone formation within the Randall plaque and the role of apatite in the growth process within the Randall plaque (Stevens et al., 2015). While Kaiser et al. used μ CT to investigate the micro-structure of minerals localized in nephrolithiasis (Kaiser et al., 2011). Manzoor et al. worked on the study of the texture and pattern of trace metal deposition in addition to the work of 3D analysis of the porosity and spatial variance of kidney stones by SR- μ CT (Manzoor et al., 2017).

X-ray absorption spectroscopy (XAS), and X-ray absorption near-edge spectroscopy (XANES)

Synchrotron radiation sources have effectively helped to understand materials of very little order, including trace elements, due to the high brightness of these rays (Chassot et al., 2001). Forming a perception about the nature of the relationship between the structure of the mineral elements that make up the stones and their locations inside the stones or even within the mineral proteins, and therefore this technique allows us to analyze the elemental without the interference of absorption (Poswal et al., 2012). As for (XANES), it is an easy method that employs synchrotron light to determine the valence of the excited atoms, as well as the ability to determine the electrical capabilities of the atoms surrounding the excited atom. Thus, it is a good way to know the chemical bond by using the XANES spectra X-ray absorption spectroscopy is particularly valuable for describing biological calcium phosphates for several valued explanations. In the beginning, calcified deposits are frequently low crystalline and therefore hard to characterize through conventional techniques. In addition, probe's size is very adequate to create a mapping of a biological sample without any particular preparation. In consequence, unique force point of X-ray absorption spectroscopy (XAS) is that the chemical state of the pathological calcification is conserved (Daudon & Bazin, 2012). Russell et al. studied stones with X-ray absorption near-edge spectroscopy (XANES) and obtained unknown compounds around the K edges of sulfur, phosphorous, and calcium.

Thermogravimetric (TGA)

The principle of work of this method is to record the changes of each: the temperatures, as well the weight loss of the samples continuously until it reaches 1000 degrees. And because each material is characterized by its own thermal absorption, by knowing the initial and final temperature and the amount of weight change in comparison, the proportion of the constituent elements of the samples is known (Kasidas et al., 2004).

This method was used by many researchers and was reported in their literature, Rose and others recommended this method for the analysis of kidney stones because of its speed (ROSE & Woodfine, 1976), while D'Ascenzo and others in their work, they reported the results of differential thermal analysis (DTA) by TGA, thus coming up with the DTA-TG technique (D'Ascenzo et al., 1983), Which has great accuracy in addition to the speed of the examination, while Materazzi et al., reported that coupling with FTIR gives the results of identifying and recording the fine decomposed material at each specified temperature (Materazzi et al., 1995).

Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS)

A microplasma with a nano-life (very short) is generated, while the samples to be examined are bombarded with a high-energy laser. During this procedure, the molecules are separated in the atomic and ionic form to generate the emission spectrum. This emitted spectrum from the plasma is a distinct case for the excited state of atoms, and thus obtaining the properties of the constituent elements of the sample by means of emission (Parigger et al., 2003). This optical technique is an effective method for sensitive and rapid analysis of kidney stones (Vivek Kumar Singh & Rai, 2011). While the samples were examined in another work in order to obtain the spatial distribution of the trace elements within the renal stones, so that this technique is described as a very suitable technique in order to obtain integrated information about these elements (Vivek K Singh et al., 2009).

Infrared spectroscopy IR- FTIR

In short, in this spectroscopy, the samples to be examined are irradiated with infrared laser pulses, and the reason is to create vibrations within the atoms of the samples, and depending on the absorption spectrum of the examined samples, these spectra are recorded and finally analyzed to find out the initial components of the samples (Kasidas et al., 2004). Sample preparation for this method is effortless, as it does not demand mixing the specimen with an infrared inactive material, for instance, potassium bromide, prior to investigation. Even in problematic cases in which a single water molecule divides the two compounds (weddelite and whewellite), calcium oxalate identification is extraordinarily easy by infrared spectroscopy (Daudon & Bazin, 2012).

Channa and his colleagues used this technique to come to the conclusion that calcium oxalate and uric acid stones were the most prevalent stones in patients in Hyderabad and neighboring areas (Channa et al., 2007). Sandra Tamosaityte, emphasizes the importance of this technique by studying a number of kidney stones and examining their chemical composition using this technique, as it enables the effectiveness of this technique in terms of being sensitive to organic and inorganic components as well. In addition to their conclusion that the analysis by FTIR spectroscopy showed that the similarity between the stones, or even the difference between some of their properties, does not mean the possibility of saying that they are of the same types, and vice versa (Tamosaityte et al., 2013).

Powder X-ray diffraction (XRD)

The principle of X-ray radiography devices is to rely on recording the intensity of the rays passing through the examined samples by detectors, and thus the internal structures of the sample become visible due to the different absorption of the inner layers inside the sample (Spieř et al., 2009). The obtained diffraction patterns include additive contributions of various microstructural and macrostructural characteristics of a specimen. By the position of the peak, most of the contributions can be investigated, such as lattice parameters, space group, chemical composition, macro stresses, or qualitative phase analysis. Rely on the intensity of the peak, detailed knowledge on the atomic positions, temperature factor, or occupancy, as well as texture and quantitative phase analyses, easy to be acquired (Dinnebier & Billinge, 2008).

Kidney stones have also been described using X-ray diffraction (XRD) techniques by many researchers , (Ancharov et al., 2007) (Daudon et al., 2009) (Orlando et al., 2008) (Uvarov et al., 2011), the goal is to determine the final stages of kidney stones and thus identify the mechanism of formation of these stones and help doctors give or describe the treatment.

X-ray fluorescence

X-ray fluorescence spectroscopy is mostly utilized to know the qualitative and quantitative chemical analysis, specifically, in electron microscopes. XRF spectrometry is dependent on the wavelength-dispersive standard, which is that single atoms emit a relative abundance of X-ray photons of energy or wavelength characteristics which will be evaluated (Oyedotun, 2018). The beam coming from the source ejects the atom's electron from its internal orbitals, as a result of this process an excited atom is produced, and thus this atom emits a high-energy beam to get rid of the excited state. The emission of these rays is distinct, and therefore the intensity values of these rays can be combined to find out the varying levels of intensity, which in turn will be transformed into information about the concentrations (Weltje & Tjallingii, 2008). Singh and others, studied the multiple components of kidney stones by WD-XRF, and qualitative and quantitative determination of all major and trace elements was performed (Vivek K Singh et al., 2017). While Oztoprak and his colleagues, used this technique for comparative analysis, studying the ratio of hydrogen to carbon inside the samples, and thus important news about organic compounds such as uric acid and its relationship to the primary formations of gravel.

Table 1. Comparison of the different methods used recently in the analysis of kidney stones

Technique	Advantages	Limitations
WCA	<ul style="list-style-type: none"> • low cost • Easy to apply 	<ul style="list-style-type: none"> • low accuracy-destructive • No capability to crystals recognition • Only the chemical components can deferment
ESEM	<ul style="list-style-type: none"> • Non-conductive, no coating needing • Pressure controllability for good spatial accuracy • ESEM images permit a good observation at the mesoscopic scale of the whewellite which forms the urolithiasis stone (Daudon et al., 2009) 	<ul style="list-style-type: none"> • Does not provide a clear definition of the sample composition • Expensive, time consuming • Cannot distinguish between crystalline and non-crystalline materials (Amidon et al., 2009)
TGA	<ul style="list-style-type: none"> • Fast and accurate quantitative results (ROSE & Woodfine, 1976). • Determine the age of the stones (ROSE & Woodfine, 1976) • Quantitative determination of each hydrate of the calcium oxalate when present together with uric acid or magnesium ammonium phosphate (Kaloustian et al., 2003) • suitable combination with XRD (Basiri et al., 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulty in identifying the components of the stone due to the disintegration of compounds at high temperatures (Kasidas et al., 2004) • Destructive the samples
PM	<ul style="list-style-type: none"> • Low cost, very fast analysis • Requires a small amount of sample • Very effective with stones such as weddellite and whewellite 	<ul style="list-style-type: none"> • Require a high subjective experience • The components of uric acid, purine groups and calcium phosphate cannot be identified (Gernot Schubert, 2006)
FT-IR	<ul style="list-style-type: none"> • Determine the spatial distribution of mineral components (Daudon & Bazin, 2012) • Identification of non-crystalline materials (Lehmann et al., 1988) 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulty in qualitative analysis in stones containing uric acid and calcium phosphate (Gernot Schubert, 2006) • Time consuming in the case of potassium bromide (Gernot Schubert, 2006)

	<ul style="list-style-type: none"> Require small amount of samples to analyze suitable combination with TGA or SEM(Basiri et al., 2012) 	Difficulty identifying some small components such as urate, uric acid dihydrate, whewellite, and weddellite or reverse, etc (G Schubert, 2006)
LIBS	<ul style="list-style-type: none"> Simple, inexpensive, compact, portable, Liquids, solids, gases, no preparation, Simultaneous all-channel spectral acquisition (Hahn & Omenetto, 2012). Capability to reveal high and low atomic number elements 	<ul style="list-style-type: none"> Destructive (Hahn & Omenetto, 2012) The overall detection efficiency is relatively low (Hahn & Omenetto, 2012) Damage caused by high-energy laser pulses
EDX-SEM	<ul style="list-style-type: none"> High spatial resolution and the ability to analyze small sample areas (Linke et al., 2004) non-destructive (Linke et al., 2004) 	<ul style="list-style-type: none"> Limited in the sample size. The detection limits of SEM/EDX are approximately 0.1 wt% (Linke et al., 2004) Low sensitivity to trace elements and to elements with atomic number less than 11 (Linke et al., 2004) Expensive
μ CT	<ul style="list-style-type: none"> Higher resolution details in 3-D (Yin et al., 2013) Three-dimensional quantitative analysis of porosity and spatial variation of intact renal calculi stones (Manzoor et al., 2019) Provides high spatial resolution and chemical specificity as well as with minimal sample manipulation (Zhu et al., 2014) 	<ul style="list-style-type: none"> No nm scale investigation Low accuracy Require a subjective experience Does not support analysis for chemical composition
XANES	<ul style="list-style-type: none"> smaller amount of each sample Provide information on chemical bonds in the coordination shell, specifically the second coordination(Siritapetawee & Pattanasiriwisawa, 2008) Accurate description of the average electronic state (Daudon & Bazin, 2012) Geometric information about first neighbors (Daudon & Bazin, 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> Difficulty distinguishing between scattered atoms that have close atomic numbers Difficulty knowing the number of backscatterers
PIXE	<ul style="list-style-type: none"> Non-destructive High sensitivity and quick results (Carmona et al., 2010) generate elemental maps (Pineda & Peisach, 1994) low background radiation (Miranda, 1996) lower secondary excitation in thick targets(Miranda, 1996) 	<ul style="list-style-type: none"> high uncertainties in fundamental constants (Miranda, 1996) effect of energy and lateral straggling (Miranda, 1996)
XRD	<ul style="list-style-type: none"> Non-conductive, reliable Accuracy Easy preparation Differentiation of whole crystalline ingredients 	<ul style="list-style-type: none"> Detection limit Expensive No nanocrystalline detection Struggle to recognize compounds in situation of overlapping

XRF	<ul style="list-style-type: none"> • Accurately in the qualitative and quantitative chemical analysis (Dinnebier & Billinge, 2008) • Non-destructive • Simple sample preparation • Absorption depends on the atomic number, as in the case of excitation (Oyedotun, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> • high expensive • Most of the commercial devices available are not able to give promising results in cases of materials containing less than 11 elements (Taggart et al., 1770) • Nearly all initial differences are measured as numbers rather than concentrations (Taggart et al., 1770) • Low sensitivity to isotopes of the elements (Oyedotun, 2018)
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. RESULTS

We found that the XRD and IR (FT-IR) spectroscopic measurements for the analysis of chemical monotonies are the most widely used in the researchers' literature because they are relatively fast and accurate in addition to being non-destructive to the samples. Most researchers consider thermometry (TG) to be the best method for the detection and characterization of calcium oxalate hydrate. Most researchers in the most common phase classification processes among CaOx and CaP stones rely on the scattered XRD technique. We found that most researchers rely on EDX-SEM technology to document test results from other devices with EDX-SEM results to know and compare the results and know the extent of their validity, which gives a general idea that the EDX-SEM device was approved by most researchers because they used it to detect crystals and the type of phases in Gallstones. Also, we note from the published literature based on the techniques referred to in the literature of this review, that only seven major components have an appearance equal to or more than 1%. The most common constituents are calcium oxalates, which are whewellite (monohydrate), and weddellite (dihydrate), with a recurrence rate of 68% and 43% respectively. The frequency of occurrence of apatite is 33%, while the percentage of bruchet does not exceed 2%, for stones of infection (struvite) is 6%, for uric acid is 10%, for uric acid dihydrate is 6% (uric acid monohydrate is not appearing), for cystine is 0.3%, xanthine and dihydroxyadenine, are very occasional.

4. DISCUSSION

This section should explore the significance of the results of the work, not repeat them. The comparison established in this review proved that most of the devices used cannot be the dividing line between the reality of the phases of kidney stones and the results that these devices provide us with, and the fact that the completion between the devices to detect the chemical content of phases and surface morphology can only be done by using assemblage devices.

5. CONCLUSION

There is no specific method or combination of devices that provides all the information required to determine the main components and characteristics of kidney stones. But the agreement between SEM-EDAX and XRD, makes it the most common way to understand the chemical components and morphology of these stones.

ACKNOWLEDGEMENTS

Many thanks to my supervisor, Professor Dr. Sevil Durdağı, for her constant advice and support while writing this review.

REFERENCES

- Amidon, G. E., Secreast, P. J., & Mudie, D. (2009). Particle, powder, and compact characterization. In *Developing solid oral dosage forms* (pp. 163–186). Elsevier.
- Ancharov, A. I., Potapov, S. S., Moiseenko, T. N., Feofilov, I. V., & Nizovskii, A. I. (2007). Model experiment of in vivo synchrotron X-ray diffraction of human kidney stones. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 575(1–2), 221–224.
- Basiri, A., Taheri, M., & Taheri, F. (2012). What is the state of the stone analysis techniques in urolithiasis? *Urology Journal*, 9(2), 445–454.

- Carmona, N., Ortega-Feliu, I., Gomez-Tubio, B., & Villegas, M. A. (2010). Advantages and disadvantages of PIXE/PIGE, XRF and EDX spectrometries applied to archaeometric characterisation of glasses. *Materials Characterization*, 61(2), 257–267.
- Channa, N. A., Ghangro, A. B., Soomro, A. M., & Noorani, L. (2007). Analysis of kidney stones by FTIR spectroscopy. *Jlums*, 2, 66–73.
- Charafi, S., Mbarki, M., COSTA, B. A., Prieto, R. M., Oussama, A., & Grases, F. (2010). *A comparative study of two renal stone analysis methods*.
- Chassot, E., Oudadesse, H., Irigaray, J., Curis, E., Bénazeth, S., & Nicolis, I. (2001). Differentiation of biological hydroxyapatite compounds by infrared spectroscopy, x-ray diffraction and extended x-ray absorption fine structure. *Journal of Applied Physics*, 90(12), 6440–6446.
- Chou, Y.-H., Li, W.-M., Li, C.-C., Huang, S.-P., Liu, C.-C., Wu, W.-J., Hsiao, H.-L., Chang, T.-H., Juan, Y.-S., & Su, C.-Y. (2007). Clinical study of uric acid urolithiasis. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 23(6), 298–301.
- D'Ascenzo, G., Curini, R., de Angelis, G., Cardarelli, E., Magri, A., & Miano, L. (1983). Renal calculi analysis. Application of thermal analytical techniques. *Thermochimica Acta*, 62(2–3), 149–169.
- Daudon, M., Bazin, D., André, G., Jungers, P., Cousson, A., Chevallier, P., Véron, E., & Matzen, G. (2009). Examination of whewellite kidney stones by scanning electron microscopy and powder neutron diffraction techniques. *Journal of Applied Crystallography*, 42(1), 109–115.
- Daudon, M., & Bazin, D. C. (2012). Application of physical methods to kidney stones and Randall's plaque characterization. In *Urolithiasis* (pp. 683–707). Springer.
- Deganello, bS. (1981). The structure of whewellite, CaC₂O₄. H₂O at 328 K. *Acta Crystallographica Section B: Structural Crystallography and Crystal Chemistry*, 37(4), 826–829.
- Dinnebier, R. E., & Billinge, S. J. L. (2008). Principles of powder diffraction. *Powder Diffraction: Theory and Practice*, 1–19.
- Grases, F., Villacampa, A. I., Costa-Bauza, A., & Söhnle, O. (2000). Uric acid calculi: types, etiology and mechanisms of formation. *Clinica Chimica Acta*, 302(1–2), 89–104.
- Hahn, D. W., & Omenetto, N. (2012). Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS), part II: review of instrumental and methodological approaches to material analysis and applications to different fields. *Applied Spectroscopy*, 66(4), 347–419.
- Kaiser, J., Holá, M., Galiová, M., Novotný, K., Kanický, V., Martinec, P., Ščučka, J., Brun, F., Sodini, N., & Tromba, G. (2011). Investigation of the microstructure and mineralogical composition of urinary calculi fragments by synchrotron radiation X-ray microtomography: a feasibility study. *Urological Research*, 39(4), 259–267.
- Kaloustian, J., El-Moselhy, T. F., & Portugal, H. (2003). Determination of calcium oxalate (mono-and dihydrate) in mixtures with magnesium ammonium phosphate or uric acid: the use of simultaneous thermal analysis in urinary calculi. *Clinica Chimica Acta*, 334(1–2), 117–129.
- Kasidas, G. P., Samuelli, C. T., & Weir, T. B. (2004). Renal stone analysis: why and how? *Annals of Clinical Biochemistry*, 41(2), 91–97.
- Khan, S. R., & Hackett, R. L. (1986). Identification of urinary stone and sediment crystals by scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. *The Journal of Urology*, 135(4), 818–825.
- Knoll, T. (2007). Stone disease. *European Urology Supplements*, 6(12), 717–722.
- Lehmann, C. A., McClure, G. L., & Smolens, I. (1988). Identification of renal calculi by computerized infrared spectroscopy. *Clinica Chimica Acta*, 173(2), 107–116.
- Linke, R., Schreiner, M., & Demortier, G. (2004). The application of photon, electron and proton induced X-ray analysis for the identification and characterisation of medieval silver coins. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 226(1–2), 172–178.
- López, M., & Hoppe, B. (2010). History, epidemiology and regional diversities of urolithiasis. *Pediatric Nephrology*, 25(1), 49–59.
- Manzoor, M. A. P., Agrawal, A. K., Singh, B., Mujeeburahiman, M., & Rekha, P.-D. (2019). Morphological characteristics and microstructure of kidney stones using synchrotron radiation μ CT reveal the mechanism of crystal growth and aggregation in mixed stones. *PLoS One*, 14(3), e0214003.
- Manzoor, M. A. P., Mujeeburahiman, M., & Rekha, P. D. (2017). Association of serum biochemical panel with mineralogical composition of kidney stone in India. *Acta Medica International*, 4(2), 26.
- Marickar, Y. M. F., Lekshmi, P. R., Varma, L., & Koshy, P. (2009). Elemental distribution analysis of urinary crystals. *Urological Research*, 37(5), 277–282.
- Materazzi, S., Curini, R., D'Ascenzo, G., & Magri, A. D. (1995). TG-FTIR coupled analysis applied to the studies in urolithiasis: characterization of human renal calculi. *Thermochimica Acta*, 264, 75–93.
- Miller, N. L., Evan, A. P., & Lingeman, J. E. (2007). Pathogenesis of renal calculi. *Urologic Clinics of North America*, 34(3), 295–313.
- Miranda, J. (1996). Low energy PIXE: advantages, drawbacks, and applications. *Nuclear Instruments and*

- Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 118(1–4), 346–351.
- Orlando, M. T. D., Kuplich, L., De Souza, D. O., Belich, H., Depianti, J. B., Orlando, C. G. P., Medeiros, E. F., Da Cruz, P. C. M., Martinez, L. G., & Corrêa, H. P. S. (2008). Study of calcium oxalate monohydrate of kidney stones by X-ray diffraction. *Powder Diffraction*, 23(S1), S59–S64.
- Oyedotun, T. D. T. (2018). X-ray fluorescence (XRF) in the investigation of the composition of earth materials: a review and an overview. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2(2), 148–154.
- Parigger, C. G., Guan, G., & Hornkohl, J. O. (2003). Measurement and analysis of OH emission spectra following laser-induced optical breakdown in air. *Applied Optics*, 42(30), 5986–5991.
- Pineda-Vargas, C. A., Eisa, M. E. M., & Rodgers, A. L. (2009). Characterization of human kidney stones using micro-PIXE and RBS: A comparative study between two different populations. *Applied Radiation and Isotopes*, 67(3), 464–469.
- Pineda, C. A., & Peisach, M. (1994). Micro-analysis of kidney stones sequentially excreted from a single patient. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 85(1–4), 896–900.
- Pineda, C. A., Rodgers, A. L., Prozesky, V. M., & Przybylowicz, W. J. (1995). Elemental mapping analysis of recurrent calcium oxalate human kidney stones. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 104(1–4), 351–355.
- Poswal, A. K., Bhattacharyya, D., Jha, S. N., & Sabharwal, S. C. (2012). EXAFS investigations on PbMoO₄ single crystals grown under different conditions. *Bulletin of Materials Science*, 35(1), 103–106.
- ROSE, G. A., & Woodfine, C. (1976). The thermogravimetric analysis of renal stones (in clinical practice). *British Journal of Urology*, 48(6), 403–412.
- Schubert, G. (2006). Epidemiology of stone disease. *Urol Res*, 34, 146–150.
- Schubert, Gernot. (2006). Stone analysis. *Urological Research*, 34(2), 146–150.
- Scimeca, M., Bischetti, S., Lamsira, H. K., Bonfiglio, R., & Bonanno, E. (2018). Energy Dispersive X-ray (EDX) microanalysis: A powerful tool in biomedical research and diagnosis. *European Journal of Histochemistry: EJH*, 62(1).
- Singh, Vivek K, Jaswal, B. B. S., Sharma, J., & Rai, P. K. (2017). Spectroscopic investigations on kidney stones using Fourier transform infrared and X-ray fluorescence spectrometry. *X-Ray Spectrometry*, 46(4), 283–291.
- Singh, Vivek K, Rai, A. K., Rai, P. K., & Jindal, P. K. (2009). Cross-sectional study of kidney stones by laser-induced breakdown spectroscopy. *Lasers in Medical Science*, 24(5), 749–759.
- Singh, Vivek K, & Rai, P. K. (2014). Kidney stone analysis techniques and the role of major and trace elements on their pathogenesis: a review. *Biophysical Reviews*, 6(3–4), 291–310.
- Singh, Vivek Kumar, & Rai, A. K. (2011). Prospects for laser-induced breakdown spectroscopy for biomedical applications: a review. *Lasers in Medical Science*, 26(5), 673–687.
- Siritapetawee, J., & Pattanasiriwisawa, W. (2008). An attempt at kidney stone analysis with the application of synchrotron radiation. *Journal of Synchrotron Radiation*, 15(2), 158–161.
- Spieß, L., Teichert, G., Schwarzer, R., Behnken, H., & Genzel, C. (2009). Moderne Röntgenbeugung: Röntgendiagnostik für Materialwissenschaftler, Physiker und Chemiker. *Vieweg+ Teubner Verlag/GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden*.
- Srivastava, A., Swain, K. K., Vashisht, B., Aggarwal, P., Mete, U., Acharya, R., Wagh, D. N., & Reddy, A. V. R. (2014). Studies of kidney stones using INAA, EDXRF and XRD techniques. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 300(1), 191–194.
- Stevens, D. J., McKenzie, K., Cui, H. W., Noble, J. G., & Turney, B. W. (2015). Smartphone apps for urolithiasis. *Urolithiasis*, 43(1), 13–19.
- Taggart, J. E., Lindsey Jr, J. R., Vivit, D. V, Bartel, A. J., & Stewart, K. C. (1770). Analysis of geologic materials by wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry. *Methods for Geochemical Analysis: US Geological Survey Bulletin*.
- Tamosaityte, S., Hendrixson, V., Zelvyys, A., Tyla, R., Kucinskiene, Z. A., Jankevicius, F., Pucetaite, M., Jablonskiene, V., & Sablinskas, V. (2013). Combined studies of chemical composition of urine sediments and kidney stones by means of infrared microspectroscopy. *Journal of Biomedical Optics*, 18(2), 27011.
- Uvarov, V., Popov, I., Shapur, N., Abdin, T., Gofrit, O. N., Pode, D., & Duvdevani, M. (2011). X-ray diffraction and SEM study of kidney stones in Israel: quantitative analysis, crystallite size determination, and statistical characterization. *Environmental Geochemistry and Health*, 33(6), 613–622.
- Verma, H. R. (2007). X-ray fluorescence (XRF) and particle-induced X-ray emission (PIXE). *Atomic and Nuclear Analytical Methods: XRF, Mössbauer, XPS, NAA and B63Ion-Beam Spectroscopic Techniques*, 1–90.
- Weltje, G. J., & Tjallingii, R. (2008). Calibration of XRF core scanners for quantitative geochemical logging of sediment cores: Theory and application. *Earth and Planetary Science Letters*, 274(3–4), 423–438.
- Yin, X., Li, H., Guo, Z., Wu, L., Chen, F., de Matas, M., Shao, Q., Xiao, T., York, P., & He, Y. (2013). Quantification of swelling and erosion in the controlled release of a poorly water-soluble drug using

synchrotron X-ray computed microtomography. *The AAPS Journal*, 15(4), 1025–1034.

Zhu, Y., Cai, X., Li, J., Zhong, Z., Huang, Q., & Fan, C. (2014). Synchrotron-based X-ray microscopic studies for bioeffects of nanomaterials. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 10(3), 515–524.

A NUMERICAL STEP LENGTH COMPUTATION ALGORITHM FOR UNCONSTRAINED OPTIMIZATION

Kadir KIRAN^{1,2}

¹Suleyman Demirel University, School of Civil Aviation, Department of Airframe and Power Plant Maintenance, Isparta, Turkey

²Suleyman Demirel University, Innovative Technologies Application and Research Center, Design and Manufacturing Technologies Research Laboratory, Isparta, Turkey
kadirkiran@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6109-435X

Abstract

Search direction and step length are the fundamental parameters for unconstrained optimization. There are various methods for the search direction computation such as steepest descent, conjugate gradient, Newton, Quasi-Newton etc. The computation of the step length, on the other hand, is a one-dimensional minimization problem. To find one of the exact local minimizers of this problem, in this paper, a numerical algorithm is proposed. In this algorithm, first a step length satisfying sufficient decrease condition is found and it is checked if the slope of objective function is negative or not with this step length. In case of negative, it is then set as the lowest limit of step length. Otherwise, it is reduced until the slope will be negative. For the highest limit, the lowest limit of step length is increased until the slope of objective function is positive. Finally, the Golden section method is applied between the lowest and highest limits of the step length to find exact local minimizer. The proposed algorithm is verified in the minimization of two-dimensional functions with two search directions. The results have shown that it is successfully able to find one of exact local minimizers. Furthermore, it can be used for multi-dimensional functions and other applications such as curve fitting with optimization methods.

Keywords: Step length, Line search, Optimization

1. INTRODUCTION

The step length computation in the unconstrained optimization has a great interest due to its considerable effect on the performance and success rate of the optimization algorithm. Its computation can be considered as a one-dimensional minimization problem. To reduce the computation cost for finding one of exact local minimizers of this problem, some approximations techniques or line search conditions such as Backtracking, Armijo-Backtracking, Goldstein, Wolfe etc. are available in the literature (Nocedal and Wright, 2006; Griva et al., 2009). As alternative to them, researchers developed several techniques to compute the step length. Barzilai and Borwein (1988), for instance, developed two-point step length computation algorithms for the steepest descent (SD) method. The modified versions of these algorithms were presented by Dai et al. (2002) and they stated that some improvements with them were obtained. Dai et al. (2006) also presented cyclic Barzilai-Borwein method. The modified Armijo line search condition was revealed by Shi and Shen (2005). Basically, their method aims to find greater step length than the one computed via traditional Armijo line search condition at each iteration. On the other hand, some step length computation methods were analyzed by Di Serafino et al. (2018) in terms of their practical behaviors. They reported results on the computational performances of step length computation methods for quadratic and general unconstrained optimization problems. From different perspective, Moir (2021) treated the unconstrained optimization with the SD method as a control system. For reducing the error occurring in the system, the author used an adaptive step length strategy. Another different attempt was completed by Kalousek (2017). In the study, randomly generated step lengths were used for the SD method. In the studies summarized so far, it is concentrated on finding inexact step lengths to reduce the computational cost. However, for some problems, use of exact step lengths at each iteration might be only choice. Therefore, in this paper, a numerical step length computation algorithm is proposed. The algorithm basically tries to solve a one-dimensional minimization problem to compute the exact step length at each iteration. To do that, first the step lengths in which the function gradient in question starts being negative and positive. Later, the exact step length between them is computed using the Golden section method. Henceforth, the paper is structured as follows: Section 2 provides basic background of the unconstrained optimization. Section 3 covers the proposed step length computation

algorithm. In section 4, the verification results for the proposed algorithm in the minimization of two-dimensional functions are shown. Finally, section 5 summaries and concludes the paper.

2. UNCONSTRAINED OPTIMIZATION

The most of unconstrained optimization methods require a search direction and a step length to find the optimal solution. With these parameters, an iterative line search is performed as follows (Cauchy, 1847):

$$x_{q+1} = x_q + \chi d_q \quad (1)$$

where x_q and x_{q+1} are the current and the next points, respectively, $\chi > 0$ is the step length and d_q is the search direction. For the search direction, there are many methods in literature. From them, in this study, the steepest descent (SD) and Hestenes-Stiefel conjugate gradient (HSCG) methods are used. The mathematical description of the SD method is:

$$d_q = -\nabla f(x_q) \quad (2)$$

where $\nabla f(x_q)$ is the function gradient. It is obvious that the search direction for the SD method is opposite direction of the function gradient. The same is also valid for the HSCG method at first iteration to be:

$$d_0 = -\nabla f(x_0) \quad (3)$$

However, the successive search directions (Hestenes and Stiefel, 1952) are:

$$d_{q+1} = -\nabla f(x_{q+1}) + \beta_{q+1} d_q \quad (4)$$

In this equation, β is the HSCG coefficient and it is computed as follows:

$$\beta_{q+1} = \frac{\nabla f(x_{q+1})^T (\nabla f(x_{q+1}) - \nabla f(x_q))}{s_q^T (\nabla f(x_{q+1}) - \nabla f(x_q))} \quad (5)$$

In this study, the iterative line search with these directions proceeds until the following converge condition (Griva et al., 2009) is met.

$$\frac{\|\nabla f(x_{q+1})\|_2}{1 + |f(x_{q+1})|} \leq 10^{-4} \quad (6)$$

3. STEP LENGTH COMPUTATION ALGORITHM

The step length $\chi > 0$ in the line search plays crucial role in terms of performance and success of optimization method being used. Its computation is actually a one-dimensional minimization problem (Nocedal and Wright, 2006) which is described in Eq. (7).

$$\text{minimize}_{\chi > 0} g(\chi) \equiv f(x_q + \chi d_q) \quad (7)$$

For a significant progress along the search direction, one of the exact local minimizers of the $g(\chi)$ has to be found (see Figure 1). To do that, in this paper, a numerical algorithm is proposed as shown in Algorithm 1.

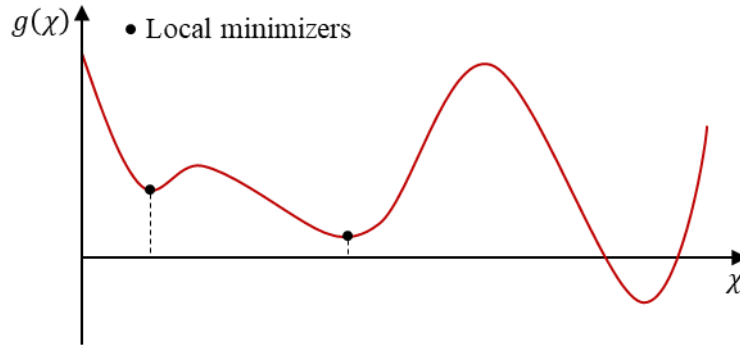


Figure 1. Exact local minimizers of $g(x)$

Algorithm 1 Exact local minimizer finder

```

1:  function ExactStepLength( $x_q, d_q, f, \nabla f$ )
2:      define initial step length  $\chi_0 = 1$  and set  $\chi \leftarrow \chi_0$ 
3:      define  $\chi$  reduction constant  $\xi = 0.5$ 
4:      define sufficient decrease constant  $\mu = 10^{-4}$ 
5:      define  $\chi$  increasing constant  $\rho = 2$ 
6:      define Golden ratio  $\psi = 0.618$ 
7:      define tolerance to terminate  $\epsilon_{gs} = 10^{-8}$ 
8:      while True do
9:          if  $f(x_q + \chi d_q) \geq f(x_q) + \mu \chi \nabla f(x_q)^T d_q$  then
10:              $\chi \leftarrow \xi \chi$ 
11:          else
12:             break
13:          end if
14:      end while
15:      set  $\chi_q^{low} = \chi$ 
16:      while True do
17:          if  $\nabla f(x_q + \chi_q^{low} d_q)^T d_q > 0$  then
18:              $\chi_q^{low} \leftarrow \xi \chi_q^{low}$ 
19:          else
20:             break
21:          end if
22:      end while
23:      set  $\chi_q^{up} = \chi_q^{low}$ 
24:      while True do
25:          if  $\nabla f(x_q + \chi_q^{up} d_q)^T d_q < 0$  then
26:              $\chi_q^{up} \leftarrow \rho \chi_q^{up}$ 
27:          else
28:             break
29:          end if
30:      end while
31:      set  $\delta = \chi_q^{up} - \chi_q^{low}$ 
32:      while  $|\chi_q^{up} - \chi_q^{low}| \geq \epsilon_{gs}$  do
33:           $\delta \leftarrow \psi \delta$ 
34:           $\chi_l = \chi_q^{up} - \delta$ 
35:           $\chi_r = \chi_q^{low} + \delta$ 
36:          if  $|\nabla f(x_q + \chi_l d_q)^T d_q| \leq |\nabla f(x_q + \chi_r d_q)^T d_q|$  then
37:              $\chi_q^{up} \leftarrow \chi_r$ 
    
```



```

38:     else
39:          $\chi_q^{low} \leftarrow \chi_l$ 
40:     end if
41: end while
42: if  $|\chi_q^{up} - \chi_q^{low}| \leq \epsilon_{gs}$  then
43:      $\chi_q \leftarrow \chi_q^{low}$ 
44: else if  $\chi_q^{low} = \chi_q^{up}$  then
45:      $\chi_q \leftarrow \chi_q^{low}$ 
46: else
47:      $\chi_q \leftarrow \chi_l$ 
48: end if
49: end function
    
```

4. RESULTS AND DISCUSSION

To verify the proposed algorithm, minimizations of some two-dimensional functions with SD and HSCG method are completed. In here, two of them are given as the examples. Figure 2 shows the search paths to find the minimum of the function 1 (i.e., Matyas) with SD method. Note that the mathematical description of function 1 (Andrei, 2008) is:

$$f(x_1, x_2) = 0.26(x_1^2 + x_2^2) - 0.48x_1x_2 \quad (8)$$

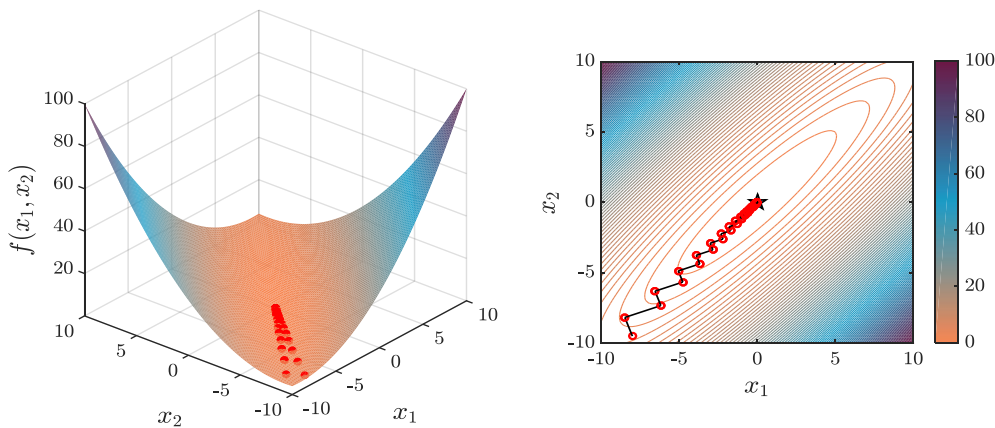


Figure 2. Search paths (Black lines) in minimization of function 1 with SD method

As can be seen from Figure 2, the proposed algorithm successfully provides the step length at each iteration to the SD method and it finds the minimum of the function (i.e., $f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$). The zig-zag behavior of the SD method can be obviously noticed in here. In addition to the search paths, the x_1 and x_2 values at each iteration, and the corresponding function and norm of the function gradient values are kept track during the minimization process. These are shown in Figure 3. One can notice that the norm of the function gradient linearly converges the defined termination condition (see Eq. (6)). This is the expected behavior of the SD method.

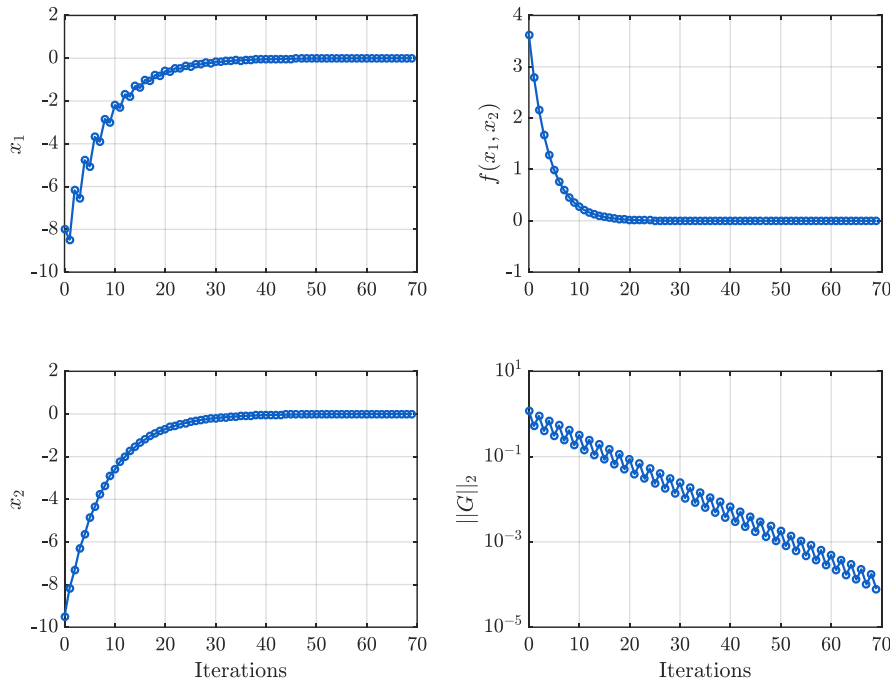


Figure 3. Minimization progress of function 1 with SD method

The same function is also minimized with using the HSCG method and the search path is illustrated in Figure 4. As can be observed, the proposed algorithm provides step length at each iteration to the HSCG method with a great success as well.

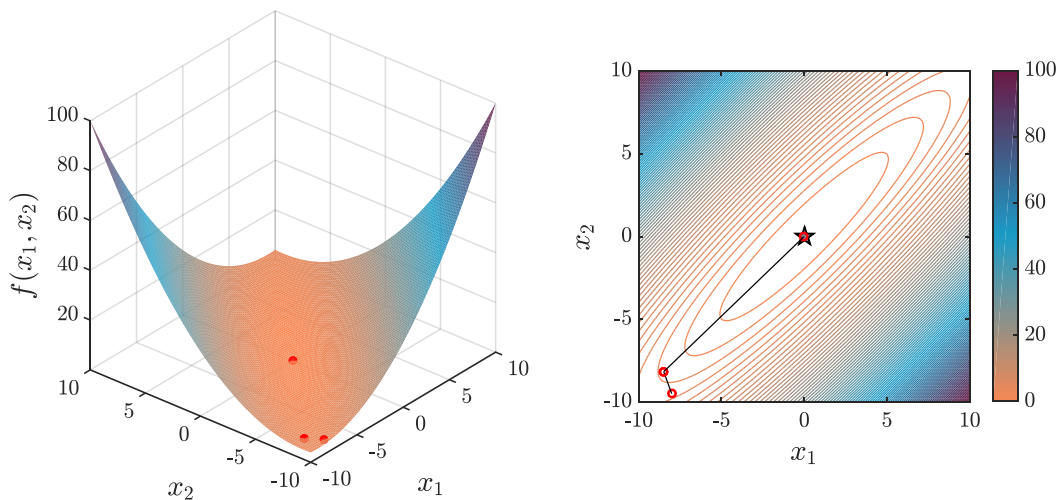


Figure 4. Search paths (Black lines) in minimization of function 1 with HSCG method

Due to superiority of the HSCG method to the SD method, the minimization process (see Figure 5) is completed in only 2 iterations whereas the SD method requires 69 iterations for this task. The computed step lengths at each iteration for both methods are indicated in Figure 6. In here, one can notice that the step length values remarkably vary at each iteration, which means that the local minimizers of the $g(\chi)$ exhibit variations depending upon the search direction, but the proposed algorithm successfully captures this variation.

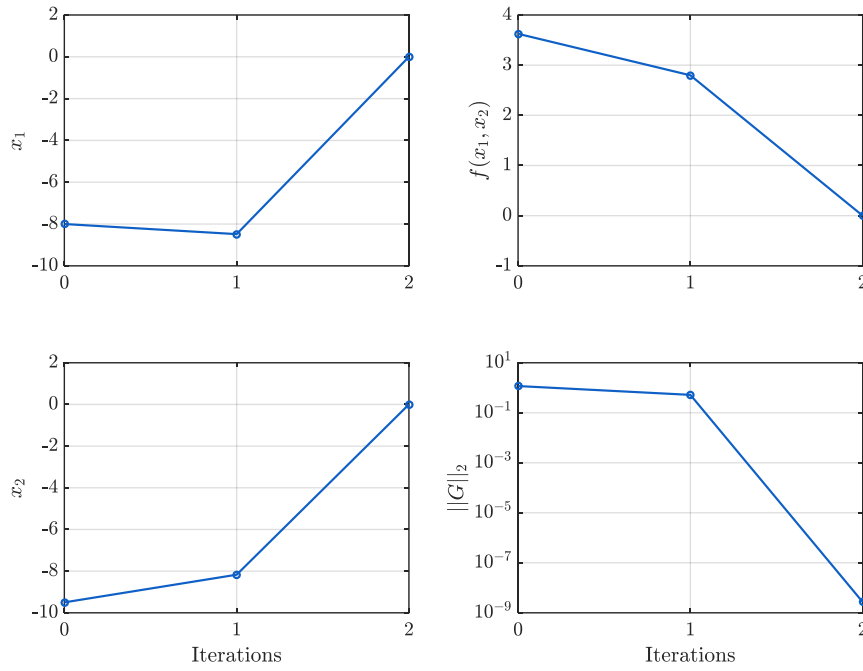


Figure 58. Minimization progress of function 1 with HSCG method

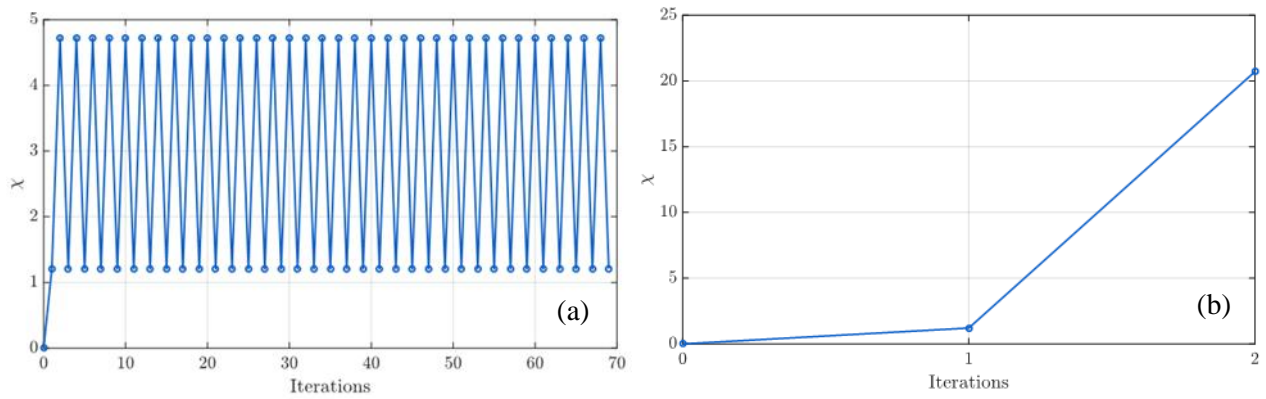


Figure 6. Computed step lengths during minimization of function 1 with: (a) SD (b) HSCG methods

For a second example, the minimization process of function 2 is completed for both the SD and the HSCG methods. The search paths for both methods are shown in Figure 7 and 8, respectively. The reader may note that the function 2 equation (Raesi, 2020) is:

$$f(x_1, x_2) = |x_1| + |x_2| + |x_1| \cdot |x_2| \tag{9}$$

and its minimum is $f_{min} = 0$ at $x_1 = 0, x_2 = 0$.

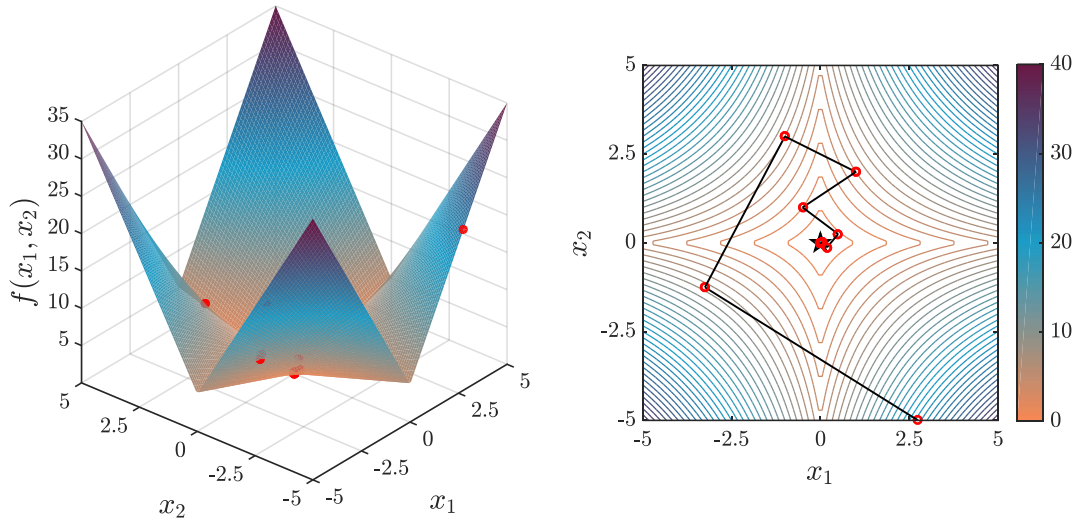


Figure 7. Search paths (Black lines) in minimization of function 2 with SD method

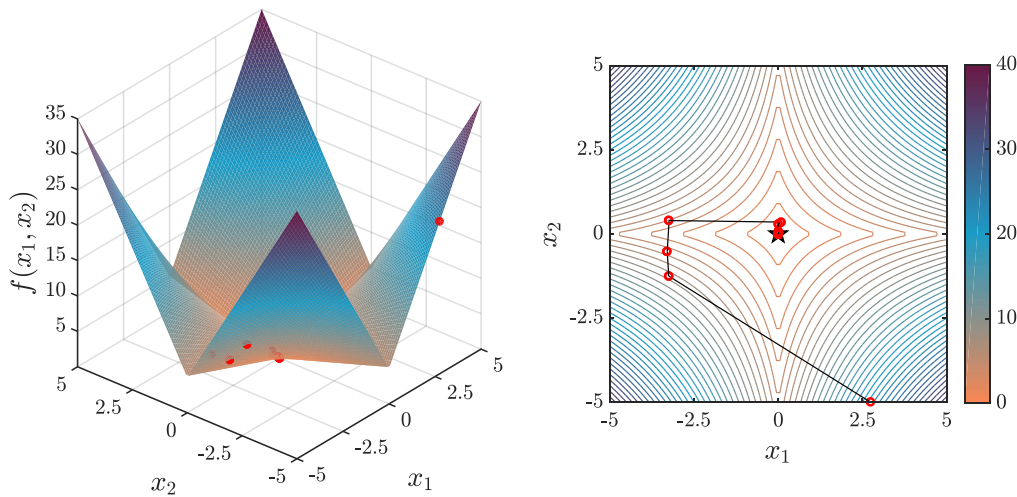


Figure 8. Search paths (Black lines) in minimization of function 2 with HSCG method

Although the search directions are different in both methods, the proposed algorithm is able to provide the exact step lengths to them with a great success. The computed step lengths at each iteration are also given in Figure 9.

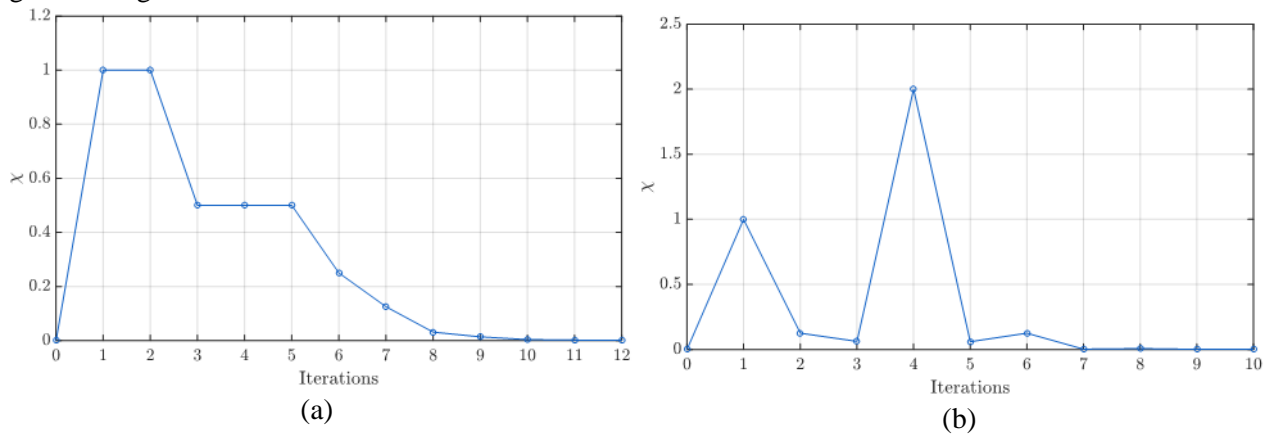


Figure 9. Computed step lengths during minimization of function 2 with: (a) SD (b) HSCG methods

5. CONCLUSIONS

This paper was proposed a numerical algorithm to compute the exact step length in the unconstrained optimization. The algorithm basically determines the step lengths where the function gradient starts being negative and positive. Then, the Golden section method is run between these step lengths to find one of the exact local minimizers. The verification of the proposed algorithm is completed on some two-dimensional functions and two of them with the SD and the HSCG methods were presented here. The results have shown that it is capable of finding exact step lengths depending on the search direction with a great success. Besides, it can be used with other search directions such as Newton, Gauss-Newton, Quasi-Newton and other conjugate gradients etc. in the unconstrained optimization.

REFERENCES

- Andrei, N., 2008. An unconstrained optimization test functions collection. *Adv. Model. Optim.*, 10(1), 147-161.
- Barzilai, J. and Borwein, J.M., 1988. Two-point step size gradient methods. *IMA Journal of Numerical analysis*, 8(1), 141-148.
- Cauchy A., 1847. Methode generale pour la resolution des systemes d'equations simultanees. *Comp. Rend. Sci. Paris*, 25(2), 536-538.
- Dai, Y., Yuan, J. and Yuan, Y.X., 2002. Modified two-point stepsize gradient methods for unconstrained optimization. *Computational Optimization and Applications*, 22(1), 103-109.
- Dai, Y.H., Hager, W.W., Schittkowski, K. and Zhang, H., 2006. The cyclic Barzilai-Borwein method for unconstrained optimization. *IMA Journal of Numerical Analysis*, 26(3), 604-627.
- Di Serafino, D., Ruggiero, V., Toraldo, G. and Zanni, L., 2018. On the steplength selection in gradient methods for unconstrained optimization. *Applied Mathematics and Computation*, 318, 176-195.
- Griva, I., Nash, S.G. and Sofer, A., 2009. *Linear and nonlinear optimization*. Vol. 108, Siam.
- Hestenes, M.R. and Stiefel, E., 1952. Methods of conjugate gradients for solving linear systems. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 49(6), 409-436.
- Kalousek, Z., 2017. Steepest descent method with random step lengths. *Foundations of Computational Mathematics*, 17(2), 359-422.
- Moir, T.J., 2021. An adaptive stepsize plus integral controller for improvement to the steepest descent algorithm. *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, 35(11), 2194-2213.
- Nocedal, J. and Wright, S., 2006. *Numerical optimization*. Springer Science & Business Media.
- Raeesi, F., Azar, B.F., Veladi, H. and Talatahari, S., 2020. An inverse TSK model of MR damper for vibration control of nonlinear structures using an improved grasshopper optimization algorithm. *Structures*, 26, 406-416.
- Shi, Z.J. and Shen, J., 2005. New inexact line search method for unconstrained optimization. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 127(2), 425-446.

COMMON RAIL YAKIT ENJEKSİYON SİSTEMİNE SAHİP BİR DİZEL MOTORDA ENJEKSİYON ZAMANLAMASI DEĞİŞİMİNİN YANMA ÜZERİNE ETKİSİ

Mustafa Vargün

Marmara Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine Mühendisliği
mustafa.vargun@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2455-0499

Ahmet Necati Özsezen

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Otomotiv Mühendisliği
nozsezen@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9867-4721

Cenk Sayın

Marmara Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine Mühendisliği
csayin@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7286-472X

Özet

Artan küresel ısınma endişeleri ve fosil kökenli yakıtların sınırlı miktarda bulunmasından dolayı araştırmacılar tarafından alternatif enerji kaynağı arayışları hız kazanmıştır. Bu çalışmada, tek silindirli common rail yakıt enjeksiyon sistemine sahip bir dizel motorda, enjeksiyon başlangıç zamanlaması değişiminin 2bütanol-etanol-dizel yakıt karışımları kullanımıyla yanma karakteristikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Deneyler, test motorunun yüklenmesi için eddy current dinamometresi kullanılarak 1000 d/d sabit motor devri ve %50 sabit motor yükünde gerçekleştirilmiştir. 1000 d/d motor devrinde çalışan test motorunun orijinal enjeksiyon başlangıç zamanı Üst Ölü Noktadan Önce (ÜÖNÖ) 5,8°Krank Açısı (KA)'dır. Yapılan çalışma sonucunda, referans yakıt olan fosil kökenli dizel yakıtı (D100) ile kıyaslandığında, E20B4 yakıtı kullanımında maksimum silindir gaz basıncı değerlerinde iyileşme tespit edilmiştir. Enjeksiyon başlangıç zamanlamasının erkene alınması sonucu tutuşma gecikmesi sürelerinde artış tespit edilirken yanma gürültüsü değerlerinde azalma görülmüştür. D100 yakıtına alkol yakıtı eklenmesi sonucu silindir içerisindeki yanmanın daha hızlı gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enjeksiyon Başlangıç Zamanı; Etanol; Dizel Motor; Yanma Karakteristikleri;

EFFECT OF INJECTION TIMING CHANGE ON COMBUSTION IN A DIESEL ENGINE WITH COMMON RAIL FUEL INJECTION SYSTEM

Abstract

Due to increasing global warming concerns and the limited availability of fossil fuels, the search for alternative energy sources has accelerated by researchers. In this study, the effect of injection start timing on the combustion characteristics of a single-cylinder diesel engine with common rail fuel injection system was investigated by using 2-butanol-ethanol-diesel fuel mixtures. Experiments were carried out at 1000 rpm constant engine speed and 50% constant engine load, using an eddy current dynamometer to load the test engine. The original injection start time of the test engine operating at 1000 rpm is 5.8°Crank Angle (CA) Before Top Dead Centre (BTDC). As a result of the study, it was determined that the maximum cylinder gas pressure values were improved in the use of E20B4 fuel, when compared to the reference fuel, fossil-based diesel fuel (D100). As a result of advanced the injection start timing, an increase was observed in the ignition delay times, while a decrease was observed in the combustion noise values. It was seen that the combustion in the cylinder is faster as a result of adding alcohol fuel to D100 fuel.

Keywords: Injection Start Timing; Ethanol; Diesel Engine; Combustion Characteristics;

1. GİRİŞ

Fosil kökenli yakıtların fiyatlarındaki dalgalanmalar ve enerji kaynağı olarak kullanılması sonucu çevreye zararlı gazlarının salınımından dolayı kullanımının azaltılması için önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları; enerji tüketiminin azaltılması, enerji kullanımında verimliliğin

arttırılması, daha düşük karbon sayısına sahip yakıtların kullanılması olarak sıralanabilir. Bu kapsamda, sera gazına sebep olan gazların salınımı ve fosil kökenli yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması için yenilenebilir enerji kaynakları üzerine araştırmalar önemli yer tutmaktadır [1-4].

Etanol, yerel olarak üretilen şeker kamışı, şeker pancarı, pirinç ve buğday benzeri biyolojik kütlelerden üretiltiğinden dolayı fosil kökenli yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasının mümkün olduğu görülmektedir. Ayrıca etanolün sahip olduğu oksijen miktarı, yüksek alev hızı ve yüksek buharlaşma ısı gibi özelliklerinden dolayı silindir içerisinde yanmanın daha hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlayarak daha temiz bir yanma sağlamaktadır [2,5]. İçten yanmalı motorlarda herhangi bir değişiklik yapılmadan hacimsel olarak %10'a kadar etanolün fosil kökenli yakıtla karıştırılması mümkündür. Ancak, etanolün içerdiği su miktarından dolayı düşük sıcaklıklarda etanol-dizel yakıt karışımlarında etanol oranının hacimsel olarak %10'dan olması durumunda faz ayrışması gerçekleşmektedir. Faz ayrışmasının engellenmesi için etanol-dizel yakıt karışımlarına solvent olarak dodekanol, isopropanol, nbutanol, 2butanol'ün eklenmesi tavsiye edilmektedir [4-8]. Bu çalışmada, etanol-dizel yakıt karışımlarına, yakıt karışımındaki etanol oranının hacimsel %20 oranında 2butanol eklenerek yakıtların daha uzun süre homojenliğini koruması sağlanmıştır.

Literatürde, Emiroğlu ve ark. [9], yaptıkları çalışmada tek silindirli bir dizel motorda hacimsel olarak %10 oranında metanol, etanol ve butanolün dizel yakıtına eklenmesi sonucu yanma ve emisyonlar üzerine etkilerini incelemişlerdir. Dizel yakıt kullanımı ile karşılaştırdıklarında, karışım yakıtları kullanımı ile silindir gaz basınç değerlerinde iyileşme elde etmişler ve yanmanın daha hızlı gerçekleştiğini görmüşlerdir. Sayın ve ark. [10], yaptıkları çalışmada bir dizel motorda etanol-dizel yakıt karışımları kullanımı ile enjeksiyon başlangıç zamanlamasının değişiminin motor performans ve egzoz emisyonları üzerine etkisini incelemişlerdir. Aynı motor yükü ve enjeksiyon başlangıç zamanında, karışım yakıtlarındaki etanol oranı arttıkça özgül yakıt tüketiminde artış görmüşlerdir. Enjeksiyon başlangıç zamanlamasının erkene alınması sonucu tüm yakıt tiplerinde hidrokarbon (HC) emisyonlarında azalma tespit etmişlerdir. Park ve ark. [11], yaptıkları çalışmada dört silindirli bir dizel motorda etanol-dizel yakıt karışımlarının enjeksiyon başlangıç zamanlamasının değişimiyle yanma ve egzoz emisyonları üzerine etkisini incelemişlerdir. Etanol oranının karışım yakıtlarındaki oranının artması sonucu tutuşma gecikmesi süresinde artış görmüşlerdir. Enjeksiyon başlangıç zamanının üst ölü noktadan (ÜÖN) uzaklaştırılması sonucu yakıtların püskürtülmesiyle silindir gaz basıncında artış tespit ederlerken azot oksit (NO_x) emisyonunun kötüleştiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada tek silindirli common rail yakıt enjeksiyon yakıt sistemine sahip bir dizel motorda 1000 d/d motor devrinde ve %50 motor yükünde etanol-2butanol-dizel yakıt karışımı kullanımının enjeksiyon başlangıç zamanının orijinal enjeksiyon başlangıç zamanlamasına göre ± 2 °KA değiştirerek yanma karakteristikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler, referans dizel yakıtı ve orijinal enjeksiyon başlangıç zamanında elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır.

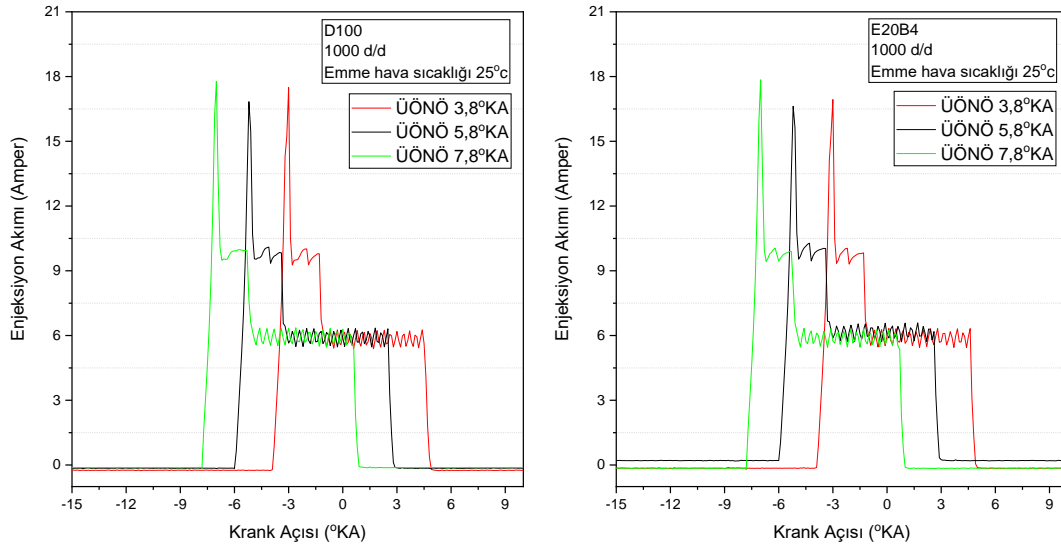
2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada deneyler, common rail yakıt enjeksiyon sistemine sahip, 4 zamanlı, süperşarjlı, su soğutmalı, tek silindirli bir dizel motorda sabit %50 motor yükü ve 1000 d/d sabit motor devrinde gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kullanılan tek silindirli motorun genel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Tek Silindirli Deney Motorun Özellikleri

Motor	Tek Silindirli Araştırma Motoru
Tipi	4 Zamanlı
Soğutma şekli	Su soğutmalı
Enjeksiyon tipi	Direk Enjeksiyonlu – 1800 bar
Silindir hacmi	1120 cm ³
Supap sayısı	4
Maksimum silindir içi basınç	190 bar
Maksimum motor devri	2500 d/d
Maksimum güç	50 kW
Maksimum tork	160 Nm
Bore	106.5 mm
Stroke	127 mm
Sıkıştırma Oranı	16.4

Eddy current dinamometre, yakıt enjeksiyon sistemi ve elektronik kontrol ünitesi (EKU) motor test hücresinin ana parçalarıdır. Motor test düzeneğinde bulunan ekipmanlar tam entegre bir şekilde çalışabilmekte ve sistemi kontrol eden kişi tarafından kontrol edilebilmektedir. EKV, sürücü sistem tarafından kontrol edilebildiği için enjeksiyon başlangıç zamanlaması değiştirilebilir ve motor üzerinde anlık olarak değişimler izlenebilmektedir. Deneylerde kullanılan AVL-GU22C tipi silindir gaz basınç sensörü vasıtasıyla yanma karakteristikleri hesaplanmıştır. Yakıt tiplerinin silindir içerisine enjekte edildiği andaki enjeksiyon akım değişimi Şekil 1’de verilmiştir.


Şekil 1. Enjeksiyon Akımı Değişimi

Deneylerde 2 farklı yakıt tipi kullanılmıştır. Referans yakıt olan fosil kökenli dizel yakıtı (D100) ulusal petrol istasyonu olan Opet’den temin edilmiştir. Yakıt karışımı hazırlamak için kullanılan Etanol %99 saflığa sahip J.T. Baker tarafından üretilmiştir. Ayrıca, etanol-dizel yakıt karışımlarında faz ayrışması olayının engellenmesi ve daha uzun süre homojen kalmaları için yakıt karışımlarına Merck firması tarafından üretilmiş %99 saflığa sahip 2bütanol eklenmiştir. Karışım yakıtının içeriğinde hacimsel olarak %20 etanol + %4 2bütanol + %76 fosil kökenli dizel yakıtı bulunmaktadır ve E20B4 olarak isimlendirilmiştir. Motor testlerinde kullanılan yakıtların özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yakıt Özellikleri

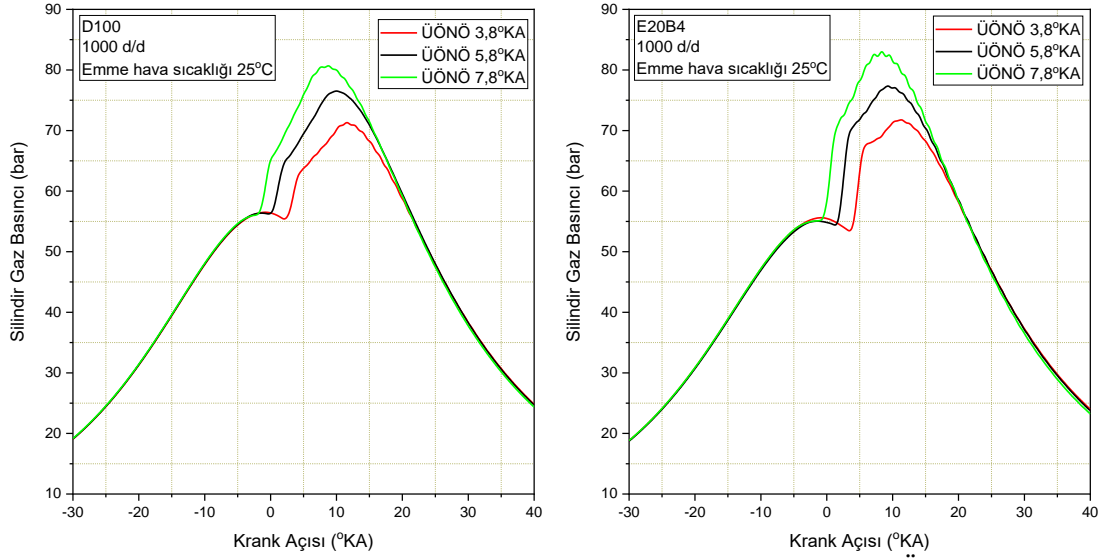
Özellikler	Dizel No.2	Etanol (C ₂ H ₆ O)	2-Bütanol (C ₄ H ₁₀ O)
Safılık	-	≥ 0.99	≥ 0.99
Yoğunluk (kg/m ³)	820 – 845	790	805
Viskozite (mm ² /sn, 40°C)	2.0 – 4.5	1.13	3.1
Alt Isıl Değer (MJ/kg)	42.6	26.7	34.4
Kaynama Noktası (°C)	160	78	102
Parlama Noktası (°C)	≥ 55	12	20,5
Su İçeriği (%)	0,020	≤ 0.2	≤ 0.2
Setan Sayısı	≥ 51	-	-
Kendi Kendine Tutuşma Sıcaklığı (°C)	≈ 210	361	405

Deneylere başlanmadan önce test motorunun kararlı hale gelmesini sağlamak amacıyla fosil kökenli dizel yakıt ile çalıştırılıp motor yağ sıcaklığı 90°C'ye gelmesi beklenmiştir. Motor testleri boyunca emme hava sıcaklığı, emme hava basıncı ve soğutma suyu sıcaklığı sabit olarak tutulmuştur. Deneylerde, ilk olarak yakıtlar orijinal enjeksiyon püskürtme zamanı olan 5.8°KA'da püskürtülmüş ve daha sonra püskürtme başlangıç zamanı 2°KA ÜÖN'ya yaklaştırılmış ve uzaklaştırılmıştır. Her bir çevrimde 45 mg yakıt silindire püskürtülmüştür. Çalışma sonunda elde edilen veriler, orijinal enjeksiyon başlangıç zamanında referans yakıt ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

3. TARTIŞMA

3.1. Silindir Gaz Basıncı

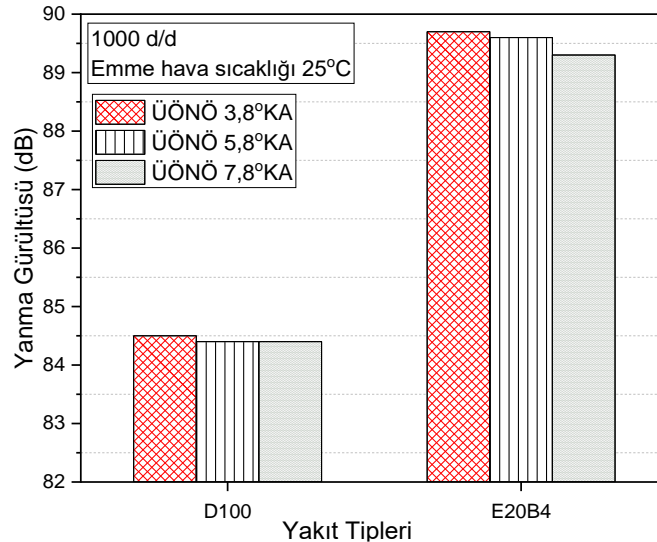
Şekil 2'de enjeksiyon başlangıç zamanlaması değişiminin silindir gaz basıncı üzerine etkileri verilmiştir. Tüm enjeksiyon başlangıç zamanlarında E20B4 yakıtı kullanımı sonucu elde edilen maksimum silindir gaz basıncı değerlerinin D100 yakıtı kullanımı sonucu elde edilen maksimum silindir gaz basıncı değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek maksimum silindir gaz basınç değeri E20B4 yakıtı kullanımında ÜÖNÖ 7,8°KA enjeksiyon başlangıç zamanında 85,1 bar olarak tespit edilirken en düşük maksimum silindir gaz basınç değeri D100 yakıtı kullanımında ÜÖNÖ 3,8°KA enjeksiyon başlangıç zamanında 72,5 bar olarak elde edilmiştir. ÜÖNÖ 3,8°KA enjeksiyon başlangıç zamanında yakıtların püskürtülmesi sonucu elde edilen maksimum silindir gaz basınçlarıyla kıyaslandığında, enjeksiyon başlangıç zamanının erkene alınıp ÜÖNÖ 7,8°KA'da yakıtların püskürtülmesi sonucunda elde edilen maksimum silindir gaz basınç değerlerinde 5 bar'dan daha fazla artış görülmüştür. Enjeksiyon başlangıç zamanının ÜÖN'dan uzaklaştırılmasıyla maksimum silindir gaz basıncında görülen artışın sebebi olarak, yakıtların karışması için daha fazla süre elde edilip yakıtların daha fazla miktarı ÜÖN'dan önce yanması ve daha iyi bir yanma olayının meydana gelmesi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, D100 yakıtı ile kıyaslandığında aynı enjeksiyon başlangıç zamanında silindir gaz basıncı değerlerindeki iyileşmenin E20B4 yakıtının sahip olduğu oksijenin silindir içerisinde yanmayı iyileştirmesinden dolayı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2. Enjeksiyon Başlangıç Zamanı Değişiminin Silindir Gaz Basıncı Üzerine Etkisi

3.2. Yanma Gürültüsü

Şekil 3’de enjeksiyon başlangıç zamanlaması değişiminin yanma gürültüsü üzerine etkileri verilmiştir. D100 yakıtı ile kıyaslandığında, aynı enjeksiyon başlangıç zamanında E20B4 yakıtı kullanımında yanma gürültüsü değerlerinde artış tespit edilmiştir. En yüksek yanma gürültüsü, ÜÖNÖ 3,8°KA enjeksiyon başlangıç zamanında E20B4 yakıtı kullanımında 89,7 dB olarak ölçülürken aynı enjeksiyon başlangıç zamanında D100 yakıtı kullanımında yanma gürültüsü değerinin 5 dB’den fazla daha düşük olduğu ölçülmüştür. Orijinal enjeksiyon başlangıç zamanı (ÜÖNÖ 5,8°KA) ve ÜÖNÖ 7,8°KA enjeksiyon başlangıç zamanlarında D100 yakıtı kullanımı ile yanma gürültüsü değerleri 84,4 dB olarak tespit edilmiştir. E20B4 yakıtı kullanımında, orijinal enjeksiyon başlangıç zamanında yakıtların püskürtülmesi sonucu ölçülen yanma gürültüsü ile kıyaslandığında yakıtların ÜÖNÖ 7,8°KA’da yakıtların püskürtülmesi sonucu ölçülen yanma gürültüsü değerinde azalma elde edilmiştir. D100 yakıtı ile kıyaslandığında E20B4 yakıtı kullanımı sonucu yanma gürültülerinde görülen artışın sebebi olarak karışım yakıtlarındaki alkol yakıt eklenmesi sonucu setan sayısının düşmesi ve ani yanma olayının gerçekleşmesi olduğu düşünülmektedir.

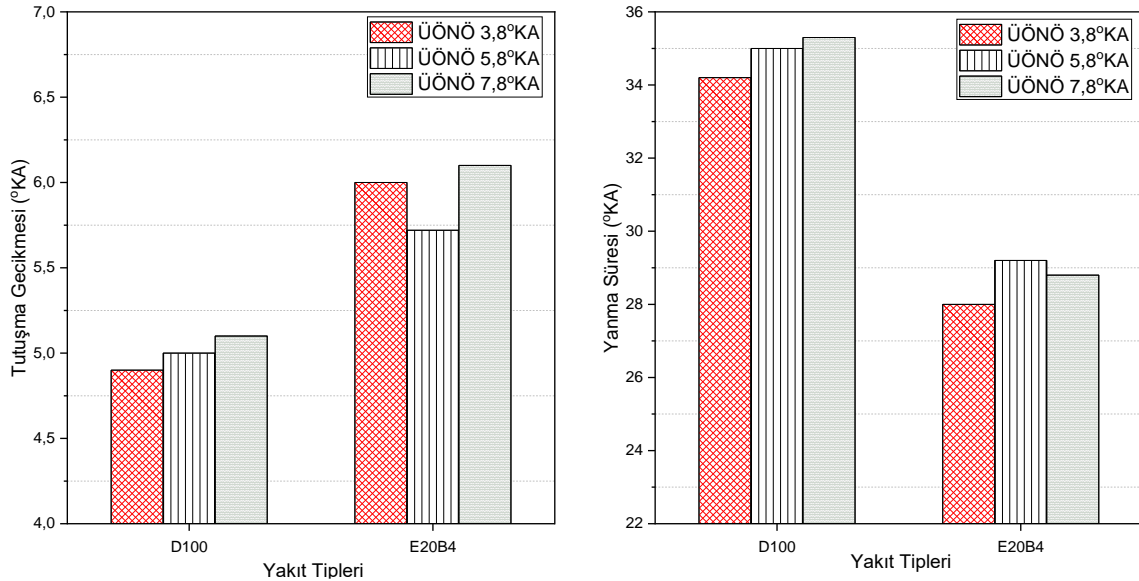


Şekil 3. Enjeksiyon Başlangıç Zamanı Değişiminin Yanma Gürültüsü Üzerine Etkisi

3.2. Tutuşma Gecikmesi ve Yanma Süresi

Şekil 4’de enjeksiyon başlangıç zamanlaması değişiminin tutuşma gecikmesi ve yanma süreleri üzerine etkileri verilmiştir. Aynı enjeksiyon başlangıç zamanlaması şartlarında, D100 yakıtı ile kıyaslandığında

E20B4 yakıtı kullanımında tutuşma gecikmelerinde artış tespit edilmiştir. Maksimum tutuşma gecikmesi süresi E20B4 yakıtı kullanımında ÜÖNÖ 7,8°KA enjeksiyon başlangıç zamanında 6,1°KA olarak hesaplanırken aynı enjeksiyon başlangıç zamanında D100 yakıtı kullanımı sonucu tutuşma gecikmesinin 5,9°KA olduğu görülmüştür. Orijinal enjeksiyon başlangıç zamanlamasına göre enjeksiyon başlangıç zamanının ÜÖN'dan uzaklaştırılması sonucu her iki yakıt içinde artış tespit edilirken enjeksiyon başlangıç zamanlamasının ÜÖN'ya yaklaştırılması sonucu tutuşma gecikmesi sürelerinde azalma tespit edilmiştir. En düşük tutuşma gecikmesi süresi D100 yakıtı kullanımında ÜÖNÖ 3,8°KA yakıt püskürtme başlangıç zamanında 5°KA olarak ölçülmüştür. Enjeksiyon başlangıç zamanlamasının erkene alınması sonucu silindir içerisindeki sıcaklık ve basınç daha düşük olacağından tutuşma gecikmesi sürelerinde artış olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, D100 yakıtına göre E20B4 yakıtı kullanımı sonucu artan tutuşma gecikmesinin sebebi olarak karışım yakıtının daha düşük setan sayısına sahip olmasının neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. Enjeksiyon Başlangıç Zamanı Değişiminin Tutuşma Gecikmesi ve Yanma Süresi Üzerine Etkisi

Yanma süreleri incelendiğinde tüm enjeksiyon başlangıç zamanlarında, yakıt karışımı kullanılması sonucu silindir içerisindeki yanma olayının kısaldığı görülmüştür. Tüm test şartlarında maksimum yanma süresi D100 yakıtı kullanımında ÜÖNÖ 7,8°KA enjeksiyon püskürtme zamanlamasında 35,3°KA olarak tespit edilmiştir. ÜÖNÖ 3,8°KA enjeksiyon başlangıç zamanında E20B4 yakıtı kullanımı sonucu en kısa yanma süresi 28°KA olarak elde edilmiştir. Orijinal enjeksiyon başlangıç zamanlamasında D100 yakıtı kullanımında yanma süresi 35°KA olarak görülürken E20B4 yakıtı kullanımında aynı enjeksiyon başlangıç zamanlamasında yanma süresinin 5°KA'dan daha fazla kısaldığı görülmüştür. D100 yakıtı ile karşılaştırıldığında E20B4 yakıtı kullanımı sonucu yanma sürelerinin kısalmasının nedeni olarak karışım yakıtının sahip olduğu oksijenin silindir içerisinde yanmayı hızlandırmış olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, tek silindirli common rail bir dizel motorda %50 sabit motor yükü ve 1000 d/d sabit motor devrinde etanol-2 bütanol-dizel yakıt karışımları kullanımı ile enjeksiyon başlangıç zamanının değişimi sonucunun yanma karakteristikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

- Enjeksiyon başlangıç zamanlamasının erkene alınması ve yakıt karışımı kullanımı sonucu maksimum silindir gaz basıncı değerlerinde %7'den fazla iyileşme görülmüştür.
- Enjeksiyon başlangıç zamanlamasının yanma gürültüsü üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilirken D100 yakıtı ile kıyaslandığında E20B4 yakıtı kullanımı sonucu yanma gürültüsü değerlerinde yaklaşık 5 dB artış tespit edilmiştir.
- Aynı enjeksiyon başlangıç zamanlamasında, D100 yakıtı ile kıyaslandığında E20B4 yakıtı kullanımı sonucu %20'ye kadar yanma sürelerinde azalma izlenmiştir.

- Etanol-dizel yakıt karışımlarına 2bütanol eklenmesi ile yakıt karışımının daha uzun süre homojenliğini koruduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Demirbas, A.,(2006). Hazardous emissions, global climate change and environmental precautions. *Energy Sources B* ;1:75–84.
- [2] Balat, M., Balat, H., Öz, C., (2008). Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, 551–573.
- [3] IEA (2021), *Oil 2021*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/oil-2021>. 03.12.2021 tarihinde International Energy Agency sitesinden alındı.
- [4] Burnete, NV., (2015). Filip, N., Barabas, I., DIESEL-ETHANOL BLENDS AND THEIR USE IN DIESEL ENGINES. *RoJAE vol. 21 no. 3. pp. 89-106*.
- [5] Balat, M., (2007). Global bio-fuel processing and production trends. *Energy Explor Exploit* ;25:195–218.
- [6] Jin, C., Pang, X., Zhang, X., Wu, S., Ma, M., Xiang, Y., Ma, J., Ji, J., Wang, G., Liu, H. (2019). Effects of C3–C5 alcohols on solubility of alcohols/diesel blends. *Fuel*, 236, 65–74. doi:10.1016/j.fuel.2018.08.129.
- [7] Çelebi, Y., & Aydın, H. (2019). An overview on the light alcohol fuels in diesel engines. *Fuel*, 236, 890–911.<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.08.138>.
- [8] Lapuerta, M., Armas, O., Contreras, RG., (2007). Stability of diesel–bioethanol blends for use in diesel engines. *Fuel* 86 1351–1357.
- [9] Emiroğlu, AO., Şen, M., (2018). Combustion, performance and emission characteristics of various alcohol blends in a single cylinder diesel engine. *Fuel*, 212, 34-40.
- [10] Sayin, C., Canakci, M., (2009). Effects of injection timing on the engine performance and exhaust emissions of a dual-fuel diesel engine. *Energy Conversion and Management* 50, 203–213.
- [11] Park, SH., Youn, IM., Lee, CS., (2011). Influence of ethanol blends on the combustion performance and exhaust emission characteristics of a four-cylinder diesel engine at various engine loads and injection timings. *Fuel*, 90, 748–755.

KONYA İLİ TAŞ OCAKLARI CİVARINDA ATMOSFERİK PARTİKÜL MADDE ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Rahime ATASAĞUN,

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Konya İl Müdürlüğü, Konya, Türkiye
rahime.atasagun@csb.gov.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1213-9168>

Şükrü DURSUN

Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya, Türkiye
sdursun@ktun.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2453-3464>

Özet

Konya ili merkezi, İç Anadolu Bölgesi'nin orta bölümünde, üç tarafı dağlarla çevrili, geniş bir alan içinde bulunmaktadır. Konya İli'nin, büyük kesimi kapalı havza durumundadır. Kentin özellikle kuzey ve batısının dağlarla çevrili olması, bölgedeki hava hareketlerini ve rüzgârın oluşumunu sınırlandırmakta, Konya'yı etkileyen hâkim rüzgarların da kuzey ve güney istikametinde olması ile kışın kirlenmiş dış ortam havasının seyrelmesini ve uzaklaşmasını önleyerek hava kirliliğinde artışa neden olmaktadır. Şehir merkezi kırsal bölgenin kuzeyinde; şehrin doğu-batısı istikametinde Ankara yolunda bulunan Karaömerler mahallesine kadar uzanmakta olup, oradan kuzeye doğru olan alanda tepelikler bulunmaktadır. Şehrin kuzey bölgesinde doğu-batı yönlü daha az yüksek bir set teşkil eden dağ yamaçları mevcut bulunur. Bu bölgedeki Karaömerler mahallesi kuzey bölgesindeki yükselti ile tamamlanmakta sonra kuzey bölgesine doğru yönelmektedir. Hava kirleticilerinin konsantrasyonları, yalnızca kaynaklardan salınan kirliliğin miktarlarıyla değil, oluştuğu bölgedeki anlık meteorolojik koşullarıyla da yakından ilgilidir. Hava kirleticilerinin konsantrasyonlarına etki eden önemli etkenlerin en başında, meteorolojik koşullar geldiği görülmektedir. Konya İlinde; Madencilik ve Taş ocakçılığı sektöründe 3 adet ve Diğer Madencilik ve Taş ocakçılığı sektöründe 126 adet sanayi siciline kayıtlı firma bulunmaktadır. Konya'daki kurulu ve çalışır durumdaki taş ocağı ve kırma-eleme tesislerinden 9 tanesi; Konya - Ankara Yolu civarında, Konya Organize Sanayi Bölgesine ve Konya Havaalanına 14 km uzaklıkta, Merkez Selçuklu ilçesine bağlı şehrin kuzeyinde yer alan Karaömerler Mahallesi yakınlarında faaliyet göstermektedir. Taş ocakları bölgesinde yapılan PM10 ölçümlerinin; Haziran ayı ortalaması 70,55 µg/m³, Temmuz ayı ortalaması 36,77 µg/m³, Ağustos ayı ortalaması 101,708 µg/m³, Eylül ayı ortalaması 106,62 µg/m³ ve 50 günlük ortalama ise 77,57 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Ölçüm günlerinde ölçülen PM10 konsantrasyonu; 14,492 µg/m³ ile 02.06.2018 tarihinde minimum; 230,07 µg/m³ ile 15.08.2018 tarihinde maksimum pik yapmıştır.

Anahtar Kelimeler: Konya, Taş ocağı işletmesi, Partikül madde, Hava kirliliği

MEASUREMENT AND ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC PARTICLE MATERIAL IN CLOSE TO KONYA PROVINCE STONE QUARRIES

Abstract

The city center of Konya is located in the central part of the Central Anatolia Region, in a large area surrounded by mountains on three sides. Most of Konya Province is in a closed basin. The fact that the city is surrounded by mountains, especially in the north and west, limits the air movements and the formation of wind in the region, and the prevailing winds affecting Konya are in the north and south directions, preventing the dilution and removal of the polluted outdoor air in winter, causing an increase in air pollution. The city center is in the north of the rural area; It extends to the Karaömerler district on the Ankara road in the east-west direction of the city, and there are hills in the area to the north from there. In the northern part of the city, there are mountain slopes that form a less high barrier in the east-west direction. The Karaömerler district in this region is completed by the elevation in the northern region, and then it heads towards the northern region. Concentrations of air pollutants are closely related not only to the amount of pollution released from sources, but also to the instantaneous meteorological conditions in the region where they occur. It is seen that the most important factors affecting the concentrations of air pollutants are meteorological conditions. In Konya Province; There are 3 companies registered in the Mining and Quarrying sector and 126 companies registered in the Other

Mining and Quarrying sector. 9 of the established and operational quarries and crushing-screening facilities in Konya; It operates in the vicinity of Karaömerler Mahallesi, which is located in the north of the city of Merkez Selçuklu district, around the Konya - Ankara Road, 14 km from the Konya Organized Industrial Zone and Konya Airport. PM₁₀ measurements made in the stone quarries; The average for June is 70.55 µg/m³, the average for July is 36.77 µg/m³, the average for August is 101,708 µg/m³, the average for September is 106.62 µg/m³, and the 50-day average is 77.57 µg/m³. . PM₁₀ concentration measured on measurement days; Minimum of 14,492 µg/m³ on 02.06.2018; It peaked at 230.07 µg/m³ on 15.08.2018.

Keywords: Konya, Quarrying, Particulate matter, Air pollution.

1. GİRİŞ

Konya, İç Anadolu Bölgesi'nin orta bölümünde, etrafı dağlarla çevrili, geniş bir çukur alan içinde bulunmaktadır. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1.016 metredir. Konya İli'nin, büyük kesimi kapalı havza durumundadır. Kentin özellikle kuzey ve batısının dağlarla çevrili olması, bölgedeki hava hareketlerini ve rüzgârın oluşumunu sınırlandırmakta, Konya'yı etkileyen hâkim rüzgarların da kuzey ve güney istikametinde olması ile kışın kirlenmiş dış ortam havasının seyrelmesini ve uzaklaşmasını önleyerek hava kirliliğinde artışa neden olmaktadır (Güneş, 2008).

Şehir merkezi kırsal bölgenin kuzeyinde; şehrin doğu-batısı istikametinde Ankara yolunda bulunan Karaömerler mahallesine kadar uzanmakta olup, oradan kuzeye doğru olan alanda tepelikler bulunmaktadır. Şehrin kuzey bölgesinde doğu-batı yönlü daha az yüksek bir set teşkil eden dağ yamaçları mevcut bulunur. Bu bölgedeki Karaömerler mahallesi kuzey bölgesindeki yükselti ile tamamlanmakta sonra kuzey bölgesine doğru yönelmektedir (Kunt ve Dursun, 2018). Konya'daki kurulu ve çalışır durumdaki taş ocağı ve kırma-eleme tesislerinden 9 tanesi; Konya - Ankara Yolu civarında, Valiliğe 30 km, Konya Organize Sanayi Bölgesine ve Konya Havaalanına 14 km uzaklıkta, Merkez Selçuklu ilçesine bağlı şehrin kuzeyinde yer alan Karaömerler Mahallesi yakınlarında faaliyet göstermektedir. Bilindiği gibi; taş ocakları ve kırma eleme tesislerinden kaynaklanan kirleticilerin içinde nicelik ve nitelik olarak en fazla partikül madde kirlenmesinden bahsedilebilir. Söz konusu tesislerin Karaömerler, Sarıca ve Eğribayat yerleşim yerlerine yakınlığı, çevrede yaşayanların ve D715 Karayolundan arabayla geçenlerin özellikle yaz aylarında ama son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle neredeyse yılın çoğunda yağışların azalması ile ve sıcaklıkla artan tozumanın kolaylıkla görülmesi nedeniyle şikayetlere konu olmaktadır. Bu amaçla toplam PM kirlilik miktarını belirleyerek, azaltımı için çeşitli önerilerde bulunmak için çalışma alanı olarak Karaömerler Mahallesi civarı seçilmiştir. Şekil 1'de Çalışma Alanı Tesislerin Konumu Uydu Görüntüsü verilmektedir.



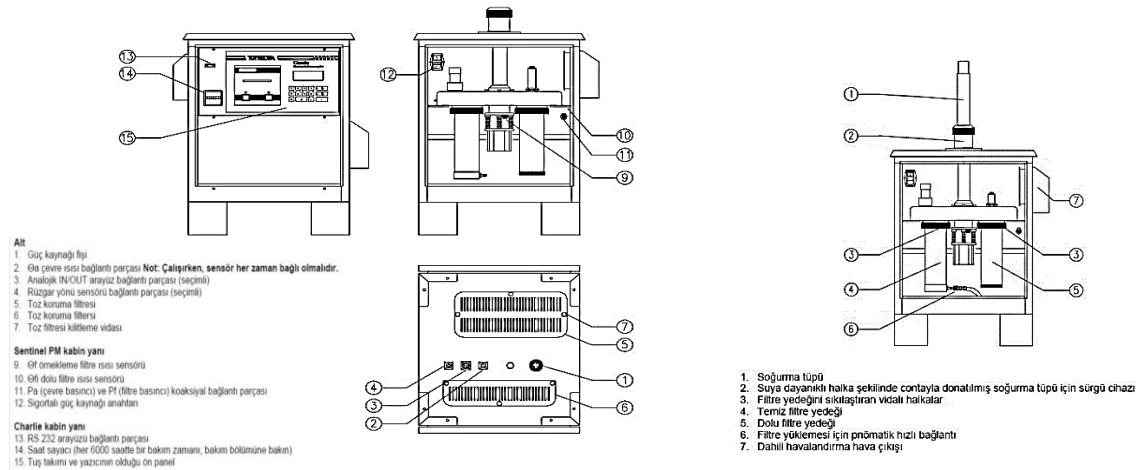
Şekil 1. Çalışma Alanı Tesislerin Konumu Uydu Görüntüsü

2. MATERYAL VE METOD

TS EN 12341: 2014-10 yani "Ortam Havası.-Askıdaki Tanecikli Maddenin PM₁₀ Veya PM_{2,5} Kütle Derişimlerinin Tayini İçin Standart Gravimetrik Ölçme Yöntemi"; 10 Nisan 2014 tarihinde Avrupa standardı olarak CEN tarafından onaylanmıştır (Anonim, 2014). A.B.'de PM₁₀ ölçümlerinin

yapılmasında referans metodu olup (Gravimetrik yöntem) TS.EN-12341 standardı kabul edilmiştir. Diğer metotlarla yapılan PM10 ölçümlerinin mutlaka TS.EN-12341 standart metoduna göre değerlendirme işlemleri yapılması gerekir. Ülkemizde, H.K.D.Y.Y. Ek-3'de 5. Madde ile belirlenen "PM10 örnekleme ve ölçümü için referans metot"da; "EN-12341 "Hava Kalitesi -Asılı partiküler maddenin PM10 fraksiyonu tayini- ölçüm metotlarına denkliği gösterilen referans metot ve saha test prosedürü"nde tanımlanmış metot olması gerekmektedir. Ölçme yöntem prensibi için, havadaki partikül maddenin PM₁₀ kesrini filtrede toplanan ve ağırlık ölçme esasına dayanır. Anlatılan metoda benzer sonuçlar ortaya çıktığını gösteren ayrı bir metot veya kaynak metot la geçerli olduğu gösteren ve ortaya çıkararak ayrı bir yöntem kullanılabilir. Bu halde, yeni yöntemle bulunan sonuçlar, kaynak metodu kullanılarak temin edilenle uygun neticeler üretmesi için ilişkili bir çarpan değerle düzeltilir." hükmü ile yine aynı yönetmelik Ek-3'de 6. Madde ile belirlenen "PM2,5 örnekleme ve ölçümü için geçici referans metot"da "Bakanlık tarafından uygun olduğu düşünülen herhangi bir metot kullanılabilir. PM2,5 ölçümü yapan otoriteler, PM2.5 örnekleme ve ölçmek için kullanılan metodu Bakanlığa bildirmek zorundadır." hükmü yer almaktadır.

PM10 VE PM2,5 ölçüm çalışmalarının başlangıcı olan Aralık 2017 tarihinde Konya İl Mahalli Çevre Kurulu'nda bu araştırma için karar alınmıştır. Nisan 2018'de yerel yetkili kişilerce yer seçimi yapılmış ve Mayıs 2018 de cihazlar kurulmuş ve çalıştırılmaya başlanmıştır. 2018 yılının Mayıs ayından Eylül ayına kadar muhtelif zamanlarda, 24 saat boyunca Ç.Ş.B. Laboratuvarı tarafından bu çalışmada kullanılmak üzere gönderilen TECORA cihazlarıyla PM10 ve PM2,5 için ölçümler elektrik ihtiyacı nedeniyle tek bir noktada sabit konumda yapıldı. TS-EN-12341 standardında "Ölçmeler, 24 h'lik bir anma numune alma süresi boyunca 2,3 m³/h'lik bir anma akış hızında çalışan, giriş tasarımları Ek A'da belirtildiği gibi olan numune alıcılarla gerçekleştirilir" ifadesi yer almaktadır (Anonim, 2014). Tecora PM10 numune alma cihazı ile TS.EN-12341 yöntemine uygun olarak örnekleme yapılmaktadır. Skypost ve Charlie proses modülleriyle, otomatik olarak 16 farklı filtreye birer günlük örnekleme yapılabildiği gibi 1 filtrenin üzerine istenilen süre kadar örnekleme yapılabilmesi mümkündür. Şekil 2.'de TCR Tecora Skypost cihazının ayrıntılı şemaları yer almaktadır (Anonim, 2002). Şekil 3.de 2018 yılı araziye kurulan TCR Tecora cihazları ve arazideki konumu, Şekil 4.'de Ölçümlerde kullanılan filtre kağıtları ve cihaz kasetine yerleştirilmesi, Şekil 5. Tecora cihazlara kasetlerin yüklenmesi ve ölçüm sonuç çıktılarının alınması görülmektedir.



Şekil 2. TCR Tecora PM10 Ölçüm Cihazı Şemaları



Şekil 3. 2018 yılı araziye kurulan TCR Tecora cihazları ve arazideki konumu



Şekil 4. Ölçümlerde kullanılan filtre kağıtları ve cihaz kasetine yerleştirilmesi



Şekil 5. Tecora cihazlara kasetlerin yüklenmesi ve ölçüm sonuç çıktılarının alınması

2018 yılı ölçümlerinde kullanılan EN 12341 standardını sağladığını belgeleyen TECORA cihazda da; AXIVA Glass Fibre Filters 47 mm çaplı, 1,2 µm kalınlıkta kağıt filtreler kullanılmıştır. Kullanılan filtreler cihazlara yerleştirilmeden önce laboratuvar ortamında TS EN 12341'de tariflendiği gibi 20°C±1°C sıcaklık ve %50±%5 neme sahip Tartım Odasında 48 saat şartlandırılmış ve tartım odasına kurulan GEC AVERY Hassas Terazi ile tartımları yapılarak ve sonuçları "M2" olarak kaydedilerek arazi ölçümlerinde kullanılmışlardır. Ölçüm işlemi tamamlandıktan sonra yine laboratuvar ortamında söz konusu standarda göre şartlandırıldıktan sonra hassas terazide tartımları yapılarak sonuçları "M1" olarak kaydedilmiştir. PM konsantrasyonları Denklem (1) ile elde edilmiştir.

$$C = (M1-M2)/(Q*T)$$

(1)

Burada,

C : Metreküp başına mikrogram (µg/m³) cinsinden derişim

M1: Mikrogram (µg) cinsinden numune alınmış filtre kütlesi

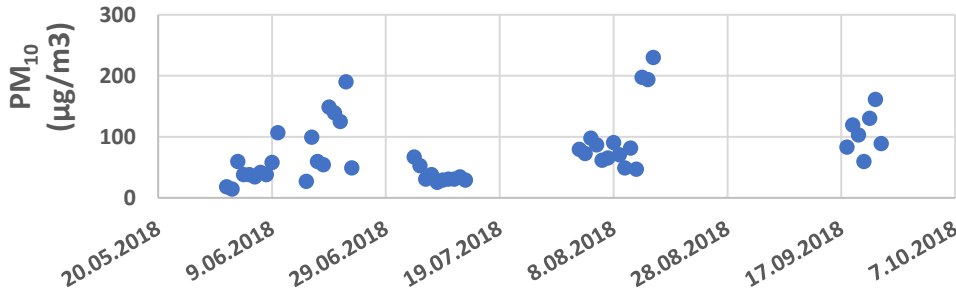
M2: Mikrogram (µg) cinsinden numune alınmamış filtre kütlesi

Q: Saatte metreküp (m³/h) cinsinden ortam koşullarındaki akış hızı

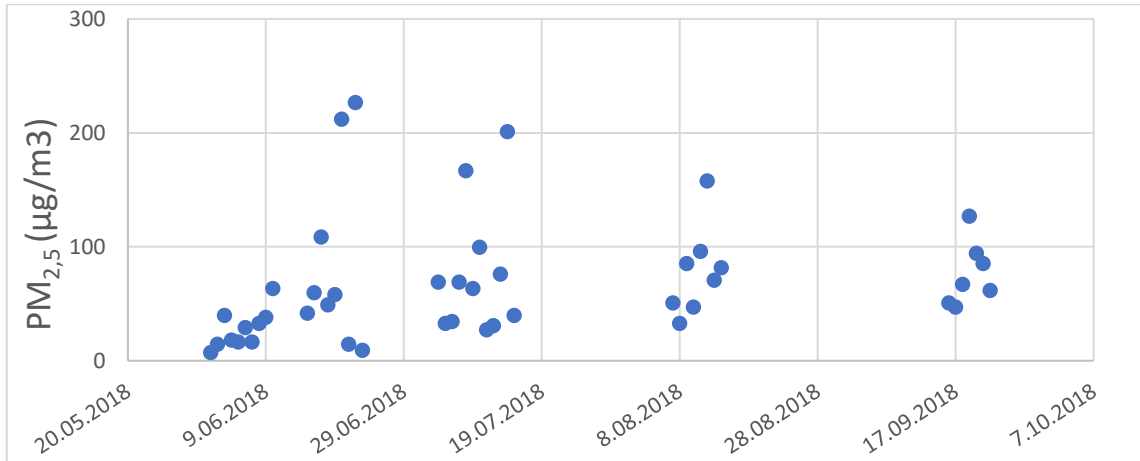
T: Saat cinsinden numune alma süresi' dir (Anonim, 2014).

SONUÇLAR

2018 yılında; X:474440 Y:4215500 koordinatlarına kurulan, Ç.Ş.B. Laboratuvarı tarafından kalibrasyonu yapılarak gönderilen PM_{2,5} ve PM₁₀ başlıklarına sahip 2 adet TECORA cihazıyla muhtelif günlerde 24 saatlik ölçümler yapılmıştır. TS EN 12341 sayılı standarda göre şartlandırılmış filtrelerin; yine TS EN 12341 sayılı standarda göre saatte 2,3 m³ hava çekerek PM₁₀ veya PM_{2,5} başlıklarıyla filtreye baca özelliklerindeki partikül maddenin düşmesini sağlayan cihazlara yerleştirilmesini müteakip, 24 saatlik ölçümler otomatik olarak başlatılmıştır. Cihazların ayarlandığı sürenin sonunda; filtreler tekrar şartlandırılarak tartılmış ve Denklem (1) ile PM konsantrasyonları hesaplanmıştır. Toplamda 50 kere yapılan PM₁₀ ölçümlerinin; 19 tanesi Haziran ayında, 10 tanesi Temmuz ayında, 14 tanesi Ağustos ayında ve 7 tanesi de Eylül ayında gerçekleştirilmiştir. Haziran ayı ortalaması 70,55 µg/m³, Temmuz ayı ortalaması 36,77 µg/m³, Ağustos ayı ortalaması 101,708 µg/m³, Eylül ayı ortalaması 106,62 µg/m³ ve 50 günlük ortalama ise 77,57 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Deney günlerinde ölçülen PM₁₀ konsantrasyonu; 14,492 µg/m³ ile 02.06.2018 tarihinde minimum; 230,07 µg/m³ ile 15.08.2018 tarihinde maksimum pik yapmıştır. Toplamda 46 kere yapılan PM_{2,5} ölçümlerinin; 19 tanesi Haziran ayında, 12 tanesi Temmuz ayında, 8 tanesi Ağustos ayında ve 7 tanesi de Eylül ayında gerçekleştirilmiştir. Haziran ayı ortalaması 55,491 µg/m³, Temmuz ayı ortalaması 75,78 µg/m³, Ağustos ayı ortalaması 77,67 µg/m³ ve Eylül ayı ortalaması 76,08 µg/m³ ve 46 günlük ortalama ise 67,77 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Deney günlerinde ölçülen günlük PM_{2,5} konsantrasyonu; 7,24 µg/m³ ile 01.06.2018 tarihinde minimum; 226,44 µg/m³ ile 22.06.2018 tarihinde maksimum pik yapmıştır.



Şekil 6. Ölçülen günlük PM₁₀ Konsantrasyonlarının zamana göre değişimi



Şekil 7. Ölçülen günlük PM_{2,5} Konsantrasyonlarının zamana göre değişimi

Bu ölçümlerin çeşitli günlerine ait PM_{2,5} ölçümlerinde kullanılan 16 tane filtresi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Referans Laboratuvarı'na ağır metal analizi için gönderilmiştir. PM_{2,5} içindeki ağır metal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmektedir. Yapılan analizlerin hepsinde Baryum (Ba) ve Çinko (Zn) varlığı anlamlıdır (Tablo 1).

Tablo 1. 2018 yılı PM_{2,5} içindeki ağır metallerin ölçüm sonuçları

Parametre(ug/filtre)	1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm	4.ölçüm	5.ölçüm	6.ölçüm	7.ölçüm	8.ölçüm	9.ölçüm	10.ölçüm	11.ölçüm	12.ölçüm	13.ölçüm	14.ölçüm	15.ölçüm	16.ölçüm
Antimon (Sb)	0,021	0,022	0,020	0,011	0,008	0,009	0,009	0,011	0,009	0,008	0,008	0,014	0,009	0,009	0,012	0,006
Arsenik (As)	0,027	0,025	0,020	0,028	0,038	0,026	0,025	0,040	0,045	0,033	0,041	0,026	0,039	0,035	0,051	0,014
Bakır (Cu)	0,445	0,354	0,326	0,434	0,457	0,393	0,390	0,388	0,403	0,386	0,445	0,378	0,446	0,460	0,498	0,368
Baryum (Ba)	333,733	332,701	321,561	403,149	331,626	411,806	356,412	370,581	285,272	394,236	320,887	357,569	459,637	288,730	243,952	300,740
Berilyum (Be)	0,0020	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002
Çıva (Hg)	0,015	0,030	0,026	0,018	0,051	0,046	0,037	0,025	0,036	0,051	0,036	0,025	0,014	0,022	0,028	0,019
Çinko (Zn)	289,029	287,831	273,787	348,923	307,515	374,982	322,991	340,274	283,565	350,730	278,532	300,435	398,086	263,528	228,592	262,780
Gümüş (Ag)	0,013	0,016	0,016	0,022	0,024	0,018	0,014	0,014	0,016	0,029	0,019	0,015	0,014	0,009	0,142	0,008
Kadmiyum(Cd)	0,080	0,080	0,075	0,096	0,086	0,104	0,089	0,093	0,076	0,098	0,078	0,083	0,112	0,072	0,064	0,069
Kobalt(Co)	0,010	0,009	0,009	0,015	0,016	0,010	0,011	0,015	0,023	0,011	0,017	0,007	0,009	0,015	0,035	0,009
Toplam Krom (Cr)	0,653	0,868	0,976	1,586	0,638	0,750	0,574	0,752	0,828	0,813	0,894	0,733	0,875	0,943	0,851	0,713
Kurşun (Pb)	0,693	0,692	0,682	0,836	0,840	0,993	0,862	0,841	0,718	0,895	0,722	0,760	0,950	0,648	0,742	0,569
Mançan (Mn)	0,416	0,467	0,267	0,316	0,656	0,407	0,426	0,568	0,980	0,439	0,602	0,287	0,332	0,624	1,747	0,713
Nikel (Ni)	2,087	0,768	2,853	0,407	1,068	2,097	0,460	0,389	0,361	0,592	0,632	0,596	1,527	0,994	0,509	0,504
Selenyum (Se)	0,012	0,012	0,031	0,009	0,027	0,021	0,019	0,014	0,015	0,021	0,022	0,017	0,020	0,014	0,017	0,005
Talyum (Tl)	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,006	0,006	0,005
Vanadyum (V)	0,043	0,037	0,026	0,039	0,067	0,041	0,042	0,066	0,088	0,074	0,058	0,031	0,040	0,073	0,144	0,032

EPA 29-TS EN ISO metodları kullanılarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Gölbaşı Laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

Bazı elementler, doğal kaynaklara ek olarak, aynı zamanda farklı insan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınabilirler. Örnek olarak; antimon (Sb), baryum (Ba), bakır (Cu) ile demir (Fe) motorlu araçlarda fren sisteminde zamanla oluşan aşınmanın sonucu atmosfere salınırken, çinko (Zn) ise çoğunlukla araç lastiklerinin aşınması sonucu atmosfere verilmektedir (Pant ve Harrison, 2013). Jawed ve Abo Aışha (2019) tarafından yapılan çalışmayla; Baryum ve Alüminyum'un At Kestanesi'nin bütün organellerinde trafik yoğunluğuyla ilişkili arttığı belirlenmiştir. Bu elementlerden Baryum insan sağlığı için zararlı olabilmektedir. Baryum; televizyon tüpleri, yakıt sentezi, cam, seramik, havai fişek yapımı, kauçuk üretimi vb. alanların yanı sıra evsel kullanımı olan böcek öldürücüler, tüy dökücüler, vb. maddeler içerisinde de bulunması sebebiyle toksikolojik önemi vardır. Yapılan diğer çalışmalarda bitki yapraklarındaki Baryum konsantrasyonları ile trafik kaynağına olan uzaklık arasında bariz bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bazı bölgelerde satışı yapılan benzin ve motorin içerisinde de Baryum olduğu belirlenmiştir.

Vanadyum(Vn) ve nikel(Ni); genelde dizel yakıtların kullanılmasının neticesinde havaya karışmaktadır, arsenik(As) ve antimon(Sb) ise metalürji endüstrisi, atık yakma veya kömür kullanımı kaynaklı havaya salınmaktadır. Bunlarla birlikte, toprağın yapısında bulunan, alüminyum(Al), titanyum(Ti), krom(Cr), demir(Fe), kalsiyum(Ca), magnezyum(Mg) ve niyobyum(Nb) gibi metaller rüzgâr katkısıyla havaya karışabilmektedirler (Morera-Gomez ve ark., 2019, Querol ve ark., 2007, Viana ve ark., 2008, Gao ve ark., 2002). Karayolları Genel Müdürlüğü, 2018 Devlet Yolları Trafik Hacim Haritası Toplam taşıt/Gün Yıllık Ortalama Günlük Trafik Değerleri (YOGT) verilerine göre Karaömerler Altınekin arası değerler aşağıda verilmiştir: Günlük geçen araç sayısı; Otomobil 7296, Orta Yüklü Ticari Taşıt 728, Otobüs 185, Kamyon 745, Kamyon+Römork,Çekici+Yarı Römork 1115 olmak üzere Toplam 10069. (URL, 1)

Bununla birlikte; çalışma alanındaki Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait Ocak ve Tesis yol yapım çalışmalarına özellikle çok yakınlarındaki ve yapımı devam eden yeni çevre yolu inşaatına malzeme sağlamaktadır. 2018 yılında yoğun şekilde devam eden ve çalışma alanı yanındaki şantiyenin araç parkı olarak kullanılmasından ve yakın arayolların geçiş yolu seçilmesinden dolayı araç (Kamyon) sayısı ve sefer miktarındaki artıştan kaynaklanan trafik kaynaklı hava kirliliği parametrelerinde ekstra çoğalma sağlamış olması da kuvvetle muhtemeldir.

4.TARTIŞMA

Konya için Ankara Yolu üzerinde kurulu bulunan Taş ocaklarının varlığı, uzun yıllardır, gözle görülebilir hava kirleticisi kaynağı olduklarından, civarda oturanlar ve D715 Karayolunu kullananlar için her zaman dikkat çekici olmuştur. Partikül Maddelerin sağlık sorunlarına yol açtığı bir gerçektir ve azaltımı da sağlanmalıdır. Türkiye şartlarında; üretim yapan tesislerin gerekli izinleri olduğu halde, bazılarının kapatılmaları veya kapasitelerinin sınırlandırılması gibi radikal kararlar, ekonomik açıdan, şu an için pek mümkün görülmemekle birlikte; çevreye ve insan sağlığına olan etkileri düşünüldüğünde

çalışan tesislerde ilave tedbirler de alınmalıdır. Bu itibarla; daha önce bazı işletmelere yapılan ve örnekleri bulunan, ünite bazında kapatma değil, tüm tesisin üstünün kapatılması, coğrafi şartlar el verdiği sürece en uygun tozmayı engelleme seçeneği olarak görülmektedir. Bununla birlikte; stok sahalarından kaynaklanan tozmanın azaltılması için, mevcut koşullarda mümkünse, bu alanların 4 tarafının kapalı hale getirilmesi veya en azından toz perde/duvarlarının yüksekliğinin stoklanan malzeme yüksekliğinin üzerinde olması ve devamlı sulama ile nemli tutulması sağlanmalıdır. Tesislerin içindeki yollar ile anayola kadar olan ara yolların tozmayı önleyici malzemelerle kaplanarak, hız kesicilerin yerleştirilmesi ve bu yollardaki bozulmaların gecikilmeksizin giderilmesi, ayrıca, tesislerin giriş ve çıkışlarında araç tekerleklerinin yıkanması amacıyla yıkama havuzları yapılması tozuma açısından alınabilecek ilave önlemlerdendir. Taş Ocaklarından kaynaklanan PM konsantrasyon miktarının azaltımı ise çevre konusunda, insanlar başta olmak üzere ve canlılara sağlıklı hava kalitesi sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2002, “Air Guard PM Line Kullanım Kılavuzu, Charlie / HV, Sentinel PM, Skypost PM / HV Rev. 3.0 e.w”.
- Anonim, 2014, “TS EN 12341:2014”.
- Gao, Y., Nelson, E. D., Field, M. P., Ding, Q., Li, H., Sherrell, R. M., Eisenreich, S. J. 2002. Characterization of atmospheric trace elements on PM_{2.5} particulate matter over the New York–New Jersey harbor estuary, *Atmospheric Environment*, **36**(6), P. 1077-1086.
- Güneş, H. B., 2008, “Konya İline Hava Kalitesi açısından Genel Bakış”, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 30-31 Mayıs 2008, Konya
- Jawed, A.A., Abo Aisha, A.E.S., 2019, “Trafik Kaynaklı Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının İzlenmesinde At Kestanesi'nin (Aesculus hippocastanum L.) Biyomonitor Olarak Kullanılabilirliği”, IJEDT E-ISSN: 2667-5374 International Journal of Engineering, Design and Technology 1(1): 16-23 Uluslararası Mühendislik, Tasarım ve Teknoloji Dergisi 1(1): 16-23, <http://dergipark.gov.tr/ijedt>.
- Kunt, F., Dursun, Ş., 2018, “Konya Merkezinde Hava Kirliliğine Bazı Meteorolojik Faktörlerin Etkisi”, *Ulusal, Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, **1**(1): S.54-61.
- Morera-Gomez, Y., Santamaria, J.M., Elustondo, D., Lasheras, E., Alonso-Hernandez, C.M., 2019, Determination and source apportionment of major and trace elements in atmospheric bulk deposition in a Caribbean rural area, *Atmospheric Environment* 202, P. 93-104.
- Pant, P., Harrison, R. M. (2013), “Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: a review”, *Atmospheric Environment*, **77**, 78-97.
- Querol, X., Viana, M., Alastuey, A., Amato, F., Moreno, T., Castillo, S., ... & Zabalza, J., 2007, Source origin of trace elements in PM from regional background, urban and industrial sites of Spain, *Atmospheric Environment*, **41**(34), P. 7219-7231.
- URL 1, <https://www.kgm.gov.tr/2018HacimHaritalari/Bolge3.pdf>, [Erişim Tarihi: 4 Nisan 2021].
- Viana, M., Kuhlbusch, T. A., Querol, X., Alastuey, A., Harrison, R. M., Hopke, P. K., Hitzenberger, R., 2008, Source apportionment of particulate matter in Europe: a review of methods and results, *Journal of aerosol science*, **39**(10), 827-849.

ÇÖZÜCÜ DÖKÜM PARTİKÜL UZAKLAŞTIRMA TEKNİĞİYLE ÜRETİLEN BİYOBOZUNUR PLA/HA KOMPOZİTLERİN İNCELENMESİ

Büşra Saraçoğlu

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği
busra.saracoglu@gmail.com

Talip Çelik

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

Arif Özkan

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

Özet

İnsan vücudunun hasarlı kısımlarını onarmak veya değiştirmek için kullanılan en yaygın malzemeler olan biyomalzemeler; metaller, seramikler, polimerler olarak üç ana gruba ayrılabilir. Kompozitler, belirli uygulamalar için gelişmiş biyoyumluluk ve biyomekanik özellikler elde etmek için iki veya daha fazla organik veya inorganik malzemenin birbiri içinde çözünmeden birleştirilmesiyle üretilir. Biyomalzemeler uygulandıkları bölgenin mekanik özelliklerini sağlamalı ve inflamatuvar yanıt oluşturmamalı. Günümüzde titanyum, paslanmaz çelik ve kobalt bazlı alaşımlar gibi metaller ve alaşımları, üst düzey mekanik özelliklerinden dolayı implant uygulamaları için yaygın olarak araştırılmakta ve kullanılmaktadır. Ancak metal alaşımlı biyomalzemelerin yüksek elastikiyet modülünden kaynaklanan stres aktarım problemi nedeniyle son yıllarda kemik doku mühendisliğinde alternatif malzeme arayışı başlamıştır. Özellikle yeni nesil biyobozunur implantların geliştirilmesi için uygun kompozitlerin üretilmesi üzerinde çalışmalar artmaktadır. Bu noktada biyoyumluluğu, kolay işlenebilirliği, düşük toksisitesi ve yüksek modül özelliği ile polilaktik asit (PLA); biyoyumluluğu ve osteokondüktif özelliği ile hidroksiapatit (HA) temelli kompozitler ilgi çekici hale gelmiştir. PLA/HA kompozit iskelelerinin üretiminde çözücü döküm partikül uzaklaştırma, 3 boyutlu baskı, ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama ve elektro eğirme gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bu derleme çözücü döküm partikül uzaklaştırma tekniğiyle üretilen PLA/HA kompozitlere genel bir bakış sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Polilaktik asit, Nano hidroksiapatit, Gözenekli iskeleler, Çözücü döküm partikül uzaklaştırma tekniği

EXAMINATION OF BIODEGRADABLE PLA/HA COMPOSITES PRODUCED BY SOLVENT CASTING PARTICULATE LEACHING TECHNIQUE

Abstract

Biomaterials, the most common materials used to repair or replace damaged parts of the human body, can be categorized into three major groups: metals, ceramics, and polymers. Composites are produced by combining two or more organic or inorganic materials without dissolving in each other to achieve enhanced biocompatibility and biomechanical properties for specific applications. Biomaterials should provide the mechanical properties of the area to which they are applied and should not cause an inflammatory response. Today, metals and their alloys such as titanium, stainless steel and cobalt-based alloys are widely researched and used for implant applications due to their superior mechanical properties. However, due to the stress transfer problem arising from the high modulus of elasticity of metal alloy biomaterials, the search for alternative materials in bone tissue engineering has started in recent years. Particularly, studies are increasing on the production of suitable composites for the development of new generation biodegradable implants. At this point, polylactic acid (PLA) with its biocompatibility, easy processability, low toxicity and high modulus properties; hydroxyapatite (HA) with its biocompatibility and osteoconductive properties based composites have become interesting. Various techniques are used in the production of PLA/HA composite scaffolds, such as solvent casting particle removal, 3D printing, extrusion and injection molding, and electrospinning. This review

provides an overview of PLA/HA composites produced by solvent casting particulate removal technique.

Keywords: Polylactic acid, Nano hydroxyapatite, Porous scaffolds, Solvent casting particulate leaching technique

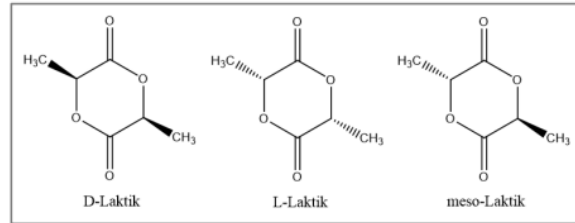
1. GİRİŞ

İnsan sert dokusundaki onarımlar ve değişimler için büyük öneme sahip olan biyomalzemeler kemik cerrahisinde, ortopedide ve dişçilikte yaygın olarak kullanılmaktadır [1-2]. Travma, tümör ve iltihaplanma gibi nedenlerden kemik hastalığına sahip hasta sayısı oldukça fazladır. Dolayısıyla kemik değişimi ve onarımına olan ihtiyaç günden güne artmaktadır. Yüksek mukavemet, tokluk ve süneklik gibi iyi fiziksel özellikleri nedeniyle biyoyumlu metal alaşımları eklem ve kemik implantlarında sıklıkla kullanılmaktadır [3]. Buna rağmen metal alaşımlı biyomalzemelerin yüksek elastikiyet modülünden kaynaklanan stress aktarım problemi [4], osteoporozaya yol açması [5] ve çıkarılmasında ikincil bir operasyon ihtiyacı duyulması dezavantajları arasındadır. Diğer tarafta, laktik ve glikolik asit polimerleri ortopedik uygulamalar için biyolojik olarak parçalanabilen desteklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak mekanik özellikleri nedeniyle kullanımları yük taşımayan uygulamalarla sınırlanmaktadır [6,7]. Medikal ve tıp alanındaki polimerler genellikle osteokondüktif olmadığı için ikincil bir fazla desteklenerek kompozit yapı oluşturulur [8]. HA'nın polimer matrise ilavesi ile osteokondüktiflik ve kemik bağlama potansiyelleri iyileştirilebilmektedir [9]. Ayrıca HA, güçlendirici malzeme rolünü üstlenerek PLA'nın mekanik özelliklerini geliştirmektedir [10]. Polimer matrisli kompozit parçalar çeşitli yöntemlerle üretilebilmektedir. Üretilen iskelenin kalitesine, beklediğimiz özelliklerine, miktarına, maliyetine ve zamana göre uygun yöntem seçilebilir. Çözücü döküm partikül uzaklaştırma tekniği, gözenekli iskelelerin üretilmesi istenen kompozit üretimlerinde sıklıkla tercih edilen yöntemdir. Bu çalışmada çözücü döküm partikül uzaklaştırma tekniğiyle üretilen gözenekli PLA/HA kompozit yapıları mekanik özellikleri bakımından değerlendirilecektir.

2. MALZEMELER

2.1. Polilaktik Asit (PLA)

Polilaktik asitler yarı kristalin ya da amorf yapıda, rijit termoplastik polimerlerdir. PLA polimeri polietilenteraftalat (PET) karakteristiğine sahip aynı zamanda polipropilen (PP) özelliği göstermektedir [11]. Mısır, şeker kamışı ve buğday gibi nişasta bakımından zengin olan bitkilerden faydalanılarak üretilen Polilaktik asidin bir başka özelliği de biyoyumlu ve biyobozunur polimer olmasıdır [12]. PLA'nın yinelenen kısmı laktik asittir. Laktik asit yapısal özelliklerinden dolayı D-enantiyomer, L-enantiyomer ve mezo-izomeri olarak üç farklı yapıda olabilmektedir. Polimer zincirindeki D ve L enantiyomerlerinin oranı, değişkenlik gösterdiği takdirde PLA polimerine farklı fiziksel özellikler kazandırılabilir ve bunun neticesinde polimer istenilen performans özelliklerine sahip formda üretilebilmektedir [13]. Şekil 1' de D-enantiyomer, L-enantiyomer ve mezo-izomeri yapıları şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1. Laktik asit çeşitleri [13]

PLA'nın biyoyumluluğu, kolay işlenebilirliği ve FDA onaylı sentetik biyobozunur polimer olması sebebiyle gün geçtikçe tıbbi implant kullanımı için yapılan çalışmalar artmıştır. Ancak PLA'nın elastikiyet modülü (2-7 GPa) kortikal kemik (3-30 GPa) ile kıyaslandığında düşük kalmaktadır [14]. Bu sebeple HA, β trikalsiyum fosfat gibi malzeme ilavesiyle kompozit malzemeler hazırlanarak eksik yanlarının giderilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Çizelge 1'de PLA'nın fiziksel, termal, mekaniksel özellikleri gösterilmektedir.

Çizelge 1. PLA'nın fiziksel, termal, mekaniksel özellikleri [15]

ÖZELLİK	DEĞER
Yoğunluk (g/cm ³)	1,24
Erime Sıcaklığı T _m (°C)	210 +-6
Camsı Geçiş Sıcaklığı T _g (°C)	55-60
Bozunma Zamanı (ay)	12-16
Çekme Mukavemeti (MPa)	110

2.2. Hidroksiapatit (HA)

Hidroksiapatit (HA, Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) biyoaktivitesinden dolayı kimyasal olarak canlı kemiğe bağlanabilen, mükemmel biyoyumluluğu ile bilinen ortopedik ve dental uygulamalarda kullanılabilen en popüler biyoseramik malzemedir [16]. Hidroksiapatitin atomların tam olarak yerlerini gösteren kristal yapısı ilk olarak, bir mineralden, Beevers ve McIntyre tarafından belirlenmiş ve sonrasında Kay tarafından, sentetik hidroksiapatit kullanılarak düzeltilmiştir [17]. Çizelge 2'de HA'nın fiziksel, termal ve mekanik özellikleri görülmektedir.

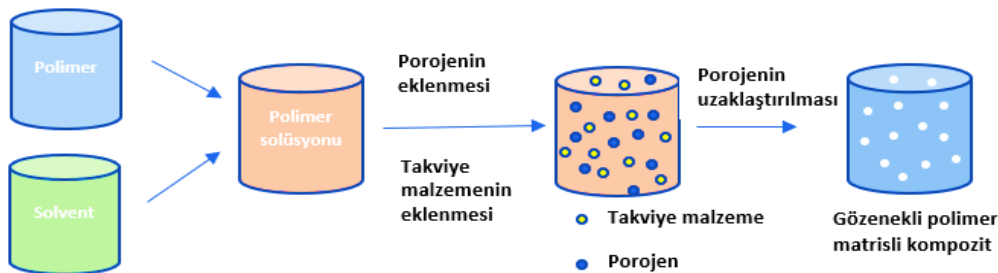
Çizelge 2. HA'nın fiziksel, termal ve mekanik özellikleri [15]

ÖZELLİK	DEĞER
Yoğunluk (g/cm ³)	3,16
Mikrosertlik (HV)	500-600
Baskı dayanımı (MPa)	400 – 900
Elastiklik modülü (GPa)	114
Bozunma sıcaklığı (°C)	> 1000
Erime noktası (°C)	1614

Hidroksiapatit tozları, değişik üretim yöntemleri ile üretilebilmektedir. Çöktürme metodu, sol-jel yöntemi, hidrotermal yöntemler, diğer kalsiyum fosfatların hidrolizi ve termal çöktürme hidroksiapatit üretim yöntemlerine örnek olarak verilebilir. HA tozu üretim yöntemlerinden en çok kullanılanlar çöktürme metodu ve hidrotermal tekniklerdir [16].

3. ÇÖZÜCÜ DÖKÜM PARTİKÜL UZAKLAŞTIRMA TEKNİĞİ

Günümüzde iskele hazırlama da temel olarak çözücü döküm-partikül uzaklaştırma yöntemi, termal olarak indüklenen faz ayırma, gaz köpüklendirme işlemi, hızlı prototipleme teknikleri gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bunların arasında çözücü döküm partikül uzaklaştırma yöntemiyle yüksek gözenekliliğe ve iyi bağlanabilirliğe sahip iskeleler kolaylıkla oluşturulmaktadır. Bunların yanı sıra sınırlı mekanik özellik, artık solvent ve artık porojen madde dezavantajlarıdır [18]. Bu yöntem ile polimer malzeme bir solvent (genellikle diklorometan veya kloroform) içerisinde çözündürülür. Gözeneklilik oluşturması için karışıma istenilen ebat ve miktarda tuz, şeker gibi solventte çözünmeyen maddeler eklenir ve homojenlik sağlanana kadar karıştırılır. Bu noktada polimer malzeme ile kompozit oluşturması istenen takviye malzeme, oluşturulmak istenen ağırlıkça oranda eklenerek tekrar karıştırma işlemine tabii tutulur. Çözücünün normal basınçta veya vakumda buharlaştırılmasıyla geriye katı olarak kompozit madde kalmaktadır. Daha sonra kompozit distile su ile yıkanarak içerisindeki tuz veya şekerin çözünmesiyle porozitenin oluşturulması sağlanır [15,18-22]. Şekil 2' de çözücü döküm parçacık uzaklaştırma tekniğinin şeması gösterilmektedir.


Şekil 2. Çözücü döküm parçacık uzaklaştırma tekniğinin şematik gösterimi

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Çözücü döküm partikül uzaklaştırma yöntemiyle üretilen çok sayıda Polilaktik asit/Hidroksiapatit kompozit çalışmaları bulunmaktadır. Bu derlemede önceki çalışmaların sonuçlarının değerlendirilmesine ve karşılaştırılmasına yer verilmektedir. PLA'ya belirli ağırlıklarda HA eklenmesiyle oluşturulan kompozit malzemelerin mekanik mukavemetinde şüphesiz bir artış gözlemlenmiştir [10,14,15,19,22,24-27]. Devin ve diğ. (1996), çeşitli hidroksiapatit ile güçlendirilmiş 1:1 poli(laktik/glikolik) kopolimeri ile gözenekli matris oluşturarak in vitro biyobozunurluk ile mekanik test uygulanmıştır. Matristeki HA miktarı arttıkça sıkıştırma elastik modülünde dikkate değer bir artış olduğu saptanmıştır. Bozunma öncesi en düşük elastik modül 293 MPa (%0 HA), en yüksek elastik modül 1459 MPa (%50 HA)'dır. Ayrıca HA miktarının artmasının bozunma deneyi sonucundaki ağırlık kaybını azalttığını göstermiştir [24]. Kikuchi ve diğ. (1997) PLA'nın kemik replasmanı yerine kullanılması için %75-80 HA ile güçlendirilmesi gerektiğini söylemesine rağmen [25], iskele mekanik özelliklerinin genellikle %70'in üzerindeki HA konsantrasyonlarında değişken hale geldiği görülmektedir [14].

Kothapalli ve diğ. (2005) iskelelerin mekanik mukavemeti, gözenekliliği, su emmesi ve camsı geçiş sıcaklığının, iskeledeki HA dolgu miktarına büyük ölçüde bağlı olduğunu bulmuştur. İskelede %50 HA eklenmesiyle akma dayanımında saf PLA'ya göre %150 artış olduğu saptanmış ancak bu artışın yine de kemiğinkinden az olduğu belirtmiştir [10]. Doku rejenerasyonu için iskeleler gözenekli yapıya sahip olmalıdır. Gözenekli yapı; hücre göçünü, damarlanmayı, doku büyümesini, yenilenen dokuya besin iletimini teşvik etmek için gerekli ortamı sağlamaya yardımcı olur ve metabolik olarak uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Bu nedenle hazırlanan iskelelerin gözeneklilik boyutu yeni kemik oluşumunu teşvik edici düzeyde (290-310µm) olmalıdır [28]. İskelelerdeki gözenekliliğin yeterli olmadığı durumlarda tuz ilavesi yapılarak boyutu artırılabilir fakat bu seferde iskelenin mekanik mukavemetinde düşüş gerçekleşebilir. Bu nedenle iskelenin hem mekanik mukavemeti hem de gözenekliliği gereksinimlerini koruyan dengeli bir üretim süreci tanımlamak gerekir [10]. Tanodekaew ve diğ. (2013) boşluklu bir yapıya sahip PLA/HA kompozit numunelerinin biyoaktivite (canlı kemik dokusuna bağlanabilme, yüzeyde apatit oluşturabilme yeteneği) deneylerini yaparak HA katkısının ostekondüktifliği ve kemiğe bağlanmayı olumlu yönde etkilediğini vurgulamışlardır [29].

PLA'nın bozunması sonucu ortaya çıkan asidik ürünler sebebiyle pH'da bir düşüş meydana gelmekte ve in vivo yabancı cisim reaksiyonlarını ve enflamatuvarı tetiklemektedir. Bu sorun iskeleye HA'nın eklenmesiyle çözülebilir [30,31]. Ayrıca, kemik iskelesinin biyolojik sıvı ve hücreler ile etkileşimi için yüzey hidrofilikliği bir ön koşuldur. Farklı çalışmalar ıslanabilirliğin; hücre adezyonunu, proliferasyonunu ve kemik osteointegrasyonunu uyarmak için bir kemik iskelesinin potansiyelini belirlemede önemli bir rol oynadığını ileri sürmüştür [32-34]. PLA'nın hidrofobik doğası biyomedikal alanındaki uygulamasını sınırlar. Hidrofilikliğini artırmak amaçlı yapılan su temas açısı çalışmaları sonucunda, HA'nın olumlu sonuç verdiği ve ağırlıkça oranının artmasıyla temas açısının azaldığı tespit edilmiştir [19-22-26].

5. ÇIKARIM

Biyobozunur polimer olan polilaktik asit ve çok iyi biyoaktif seramik olan hidroksiapatit; biyomalzeme olarak invaziv uygulamalarda yaygın kullanılmasına rağmen bazı uygulamalarda tek başına kullanımları yetersiz kalmaktadır. Buna istinaden biyomedikal uygulamalarında kullanılmak üzere PLA/HA temelli kompozit malzemelerin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda artış vardır. Kemik doku mühendisliğinde PLA/HA temelli kompozitlerin kullanılması için gözeneklilik, hidrofiliklik, biyoaktivite, biyobozunurluk, mekanik mukavemet gibi kritik özellikleri göz önünde bulundurularak malzemenin iyileştirilmesi gerekmektedir. Kompozit malzemenin performansındaki gelişim ile maksiller ve üst ekstremité bölgelerindeki yük taşımayan noktalarda kullanımı uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] B.J.R.F. Bolland, J.M. Kanczler, P.J. Ginty, S.M. Howdle, K.M.Shakesheff, D.G. Dunlop, R.O.C. Oreffo, "Biomaterials" 29 (2008) 3221-3227.
- [2] S.M. Kurtz, J.N. Devine, "Biomaterials" 28 (2007) 4845-4869.

- [3] Güner, A.T., Meran C., “Biomaterials used in orthopedic implants, Pamukkale University Journal of Engineering Sciences”, 26(1), 54-67, 2020.
- [4] J.B. Brunski, Clin. Mater. 10 (1992) 153.
- [5] J. Black, “Biological Performance of Materials Fundamentals of Biocompatibility”, Marcel Dekker, New York, 1999.
- [6] N. Ignjatovic, D. Uskokovic, Appl. Surf. Sci. 238 (2004) 314.
- [7] T. Kasuga, H. Maeda, K. Kato, M. Nogami, K. Hata, M. Ueda, Biomaterials 24 (2003) 3247.
- [8] Özcan, İ., “Biyomineralizasyonu tetikleyen, fonksiyonel ve biyobozunur bir kemik doku mühendisliği iskelesi yapımı”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-5, 13-14, (2016).
- [9] Nazhat, S. N., Kellomaki, M., Törmälä, P., Tanner, K. E. and Bonfield, W., "Dynamic mechanical characterization of biodegradable composites of hydroxyapatite and polylactides", Journal Of Biomedical Materials Research, 58 (4): 335–343 (2001).
- [10] Kothapalli, C. R., Shaw, M. T. and Wei, M., “Biodegradable HA-PLA 3-D porous scaffolds: effect of nano-sized filler content on scaffold properties”, Acta Biomaterialia, 1 (6): 653–662 (2005).
- [11] Henton, D. E., Gruber, P., Lunt, J. and Randall, J., "Polylactic acid technology", Natural Fibers, Biopolymers, And Biocomposites, 16: 527–577 (2005).
- [12] Üner, İ. ve Koçak, E. D., "Poli (laktik asit)'in kullanım alanları ve nano lif üretimindeki uygulamaları", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11 (22): 79–88 (2012).
- [13] Arslan, F., "Karbon nano tüp takviyeli polimer kompozit geliştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 34, (2011).
- [14] Kasuga T., Ota Y., Nogami M., Abe Y., “Preparation and mechanical properties of polylactic acid composites containing hydroxyapatite fibers”, Biomaterials 22 (2001) 19-23.
- [15] Erel G., “Polilaktik asit (PLA) matrisli nano takviyeli biyouyumlu kompozit malzeme üretimi ve analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 27-31,79-80 (2019)
- [16] Demirkol, N., "Koyun hidroksiapatit esaslı kompozitlerin üretimi ve karakterizasyonu", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 31-33 (2013).
- [17] Köseoğlu, N. C., "Hidroksiapatit/biyoaktif cam ince filmlerinin üretilmesi ve in vitro davranışlarının incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 25-29, (2009).
- [18] Prasad A., Shankar M.R., Katiyar V., “State of Art on Solvent Casting Particulate Leaching Method for Orthopedic ScaffoldsFabrication”, Materials Today: Proceedings 4(2):898-907 (2017)
- [19] Mao D., Li Q., Bai N., Dong H., Li D., “Porous stable poly(lactic acid)/ethyl cellulose/hydroxyapatite composite scaffolds prepared by a combined method for bone regeneration”, Carbohydrate Polymers 180:104-111 (2018)
- [20] T. Freier, C. Kunze, K.-P. Schmitz, “Solvent removal from solution-cast films of biodegradable polymers”, Institute for Biomedical Engineering, University of Rostock, Ernst-Heydemann-Str. 6, D-18055 Rostock, Germany
- [21] Liao C.J., Chen C.F., Chen J.H., Chiang S.F., Lin Y.J., Chang K.Y., “Fabrication of porous biodegradable polymer scaffolds using a solvent merging/particulate leaching method” Synthetic Biopolymer Department, Biomedical Engineering Center, Industrial Technology Research Institute, 321 Kuang Fu Road, Section 2, Hsinchu, Taiwan (2001)
- [22] Zimina A, Senatov F, Choudhary R, Kolesnikov E, Anisimova N, Kiselevskiy M, Orlova P, Strukova N, Generalova M, Manskikh V, Gromov A, Karyagina A. “Biocompatibility and Physico-Chemical Properties of Highly Porous PLA/HA Scaffolds for Bone Reconstruction.” *Polymers*. 2020; 12(12):2938.
- [23] Turnbull G, Clarke J, Picard F, Riches P, Jia L, Han F, Li B, Shu W. “3D bioactive composite scaffolds for bone tissue engineering.” *Bioact Mater*. 2017 Dec 1;3(3):278-314. doi: 10.1016/j.bioactmat.2017.10.001.
- [24] Jessica E. Devin , Mohamed A. Attawia & Cato T. Laurencin, “Three-dimensional degradable porous polymer-ceramic matrices for use in bone repair”, Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 7:8, 661-669, (1996)
- [25] Kikuchi M, Suetsugu Y, Tanaka J, Akao M. “Preparation and mechanical properties of calcium phosphate/copoly l-lactide composites”, *J Mater Sci: Mater Med* 1997;8(6):361–4
- [26] Mao, D., Li, Q., Li, D., Chen, Y., Chen, X., Xu, X., “Fabrication of 3D porous poly(lactic acid)-based composite scaffolds with tunable biodegradation for bone tissue engineering”, *Materials & Design*. 142. (2018).
- [27] Russias, J., Saiz, E., Nalla, R.K., Gryń, Karol., Ritchie, Robert., Tomsia, Antoni., “Fabrication and mechanical properties of PLA/HA composites: A study of in vitro degradation”, *Materials Science and Engineering: C*. 26. 1289-1295 (2006).
- [28] Karande T.S., Kaufmann J.M., Agrawal C.M., “Functions and Requirements of Synthetic Scaffolds in Tissue Engineering”, *Nanotechnology and Regenerative Engineering*, pp.63-102, (2014).
- [29] Tanodekaew, S., Channasanon, S., Kaewkong, P. and Uppanan, P., "PLA-HA scaffolds: preparation and bioactivity", *Procedia Engineering*, 59: 144–149 (2013).

- [30] Terzioğlu, P. ve Kalemtaş, A., “Kemik doku mühendisliği uygulamaları için polilaktik asit-hidroksiapatit kompozitler”, *Putech & Composites Dergisi*, 33: 20– 28 (2017).
- [31] Senatov, F. S., Niaza, K. V., Zadorozhnyy, M. Y., Maksimkin, A. V., Kaloshkin, S. D. and Estrin, Y. Z., “Mechanical properties and shape memory effect of 3dprinted PLA-based porous scaffolds”, *Journal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials*, 57: 139–148 (2016).
- [32] Ganeles, J.; Zöllner, A.; Jackowski, J.; Bruggenkate, C.T.; Beagle, J.; Guerra, F. “Immediate and Early Loading of Straumann Implants With a Chemically Modified Surface (SLActive) in the Posterior Mandible and Maxilla: 1-Year Results from a Prospective Multicenter Study”, *Clin. Oral Implant. Res.*, 19, 1119–1128 (2008).
- [33] Rani, V.D.; Vinoth-Kumar, L.; Anitha, V.; Manzoor, K.; Deepthy, M.; Shantikumar, V.N. “Osteointegration of Titanium Implant Is Sensitive to Specific Nanostructure Morphology”, *Acta Biomater.*, 8, 1976–1989 (2012).
- [34] Zhao, L.; Hua, L.; Huo, K.; Zhang, Y.; Wu, Z.; Chu, P.K. “Mechanism of Cell Repellence on Quasi-Aligned Nanowire Arrays on Ti Alloy”, *Biomaterials*, 31, 8341–8349 (2010).

CARBON NANOTUBE MODIFIED QUARTZ CRYSTAL MICROBALANCE FOR ETHANOL SENSING

Vildan Yılmaz*

Yıldız Technical University, Faculty of Arts & Science, Department of Physics
vyilmaz@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3989-7719 *Corresponding Author

Ahmet Altındal

Yıldız Technical University, Faculty of Arts & Science, Department of Physics
altindal@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2185-4094

Abstract

Accurate detection of ethyl alcohol (C_2H_5OH), especially at low concentrations, is an important task because of its use in alcoholic beverages as the only alcohol, and antiseptic agent. Although sensing devices based on resistance changes in which various metal-oxides including TiO_2 , WO_3 , In_2O_3 , ZnO , and SnO_2 have been developed as sensing element, the main drawbacks with these sensing layers are their low sensitivity, non-selectivity and high operating temperature requirement (Tharsika et al., 2019). In this sense, it is of great importance to develop materials that can sense ethanol vapor sensitively, and selectively at room temperatures. This study aims to improve the detection capabilities of quartz crystal microbalance (QCM) based sensors for the detection of ethanol vapors. It was reported that, from a gas sensitivity point of view, the single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) are more interesting than the counterpart multiwalled carbon nanotubes (Penza et al., 2004). For this reason, single-walled carbon nanotubes was selected as sensing layer. SWCNTs were deposited by drop casting method onto AT-cut QCM with fundamental resonance frequency of 10 MHz. Results show that the adsorption of ethanol vapors onto the sensing layer resulted in a decrease in the resonance frequency of the QCM. It was also observed that when the sensor surface is exposed to carrier gas (dry nitrogen in our case) leads to an increase in resonance frequency. This proves that the sorption is reversible. An increase in sensitivity with increase of the ethanol concentration was recorded. As results, sensing of ethanol vapor in ppm range can be achieved by using SWCNTs Modified QCM at room temperature.

Keywords: Carbon nanotube, QCM, Ethanol sensing.

1. INTRODUCTION

Sensors are structures that convert the physical parameters like mass, temperature, humidity, velocity, gas etc. into an electrically measurable signal. Sensors are used in various fields. Some examples of these fields are food and beverage industry, working areas with chemicals like petrol etc., health, safety, environment and agriculture. For example, they can be used for purposes such as detecting unwanted leaks in pipelines in the oil industry, detecting waste materials that harm the environment, for medical analysis and diagnosis in the health field, and many different usage examples can be expressed (Fidan, 2019). Quartz is sandwiched between two electrodes in a QCM. Quartz crystal microbalance sensors (QCM) can be used for the detection of certain molecules and concentration measurement in gas and liquid environments (Lucklum ve Eichelbaum, 2006). For this purpose, the piezoelectric effect is used. Thanks to the piezoelectric feature, an electrical voltage can be obtained when a mechanical pressure is applied. The opposite is also possible. That is, when an electrical voltage is applied, a mechanical pressure can be obtained (Fidan, 2019). An example of a QCM is shown in Figure 1.

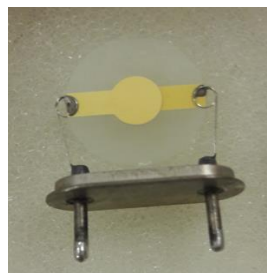


Figure 1. QCM

Research on the detection of different volatile organic compounds can be carried out by using a QCM. Ethanol is a type of volatile organic compound that it is investigated in this study. Ethanol is important because it is the only type of alcohol used in antiseptic products and alcoholic beverages. It has $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ formula (Green et al., 2019). Structure diagram of ethanol can be seen in Figure 2 (Haynes et al., 2017).

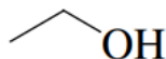


Figure 2. The structure diagram of ethanol (Haynes et al., 2017)

QCM surface is covered with a sensing element so that it can adsorb the volatile organic compound vapor it is exposed to. In the literature, there are different sensing elements such as TiO_2 , WO_3 , In_2O_3 , ZnO , SnO_2 used when examining ethanol vapor. However, these sensing elements have undesirable disadvantages such as low sensitivity, non-selectivity and high operating temperatures (Tharsika et al., 2019). For this reason, carbon nanotube, which is a different sensing element, was used in this study. There are two types of carbon nanotubes: single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) and multiwalled carbon nanotubes (Sirmen, 2010). Molecular structure of single-walled carbon nanotubes and multiwalled carbon nanotubes can be seen in Figure 3. Single-walled carbon nanotubes are better than multi-walled carbon nanotubes in terms of gas sensitivity (Penza et al., 2004).

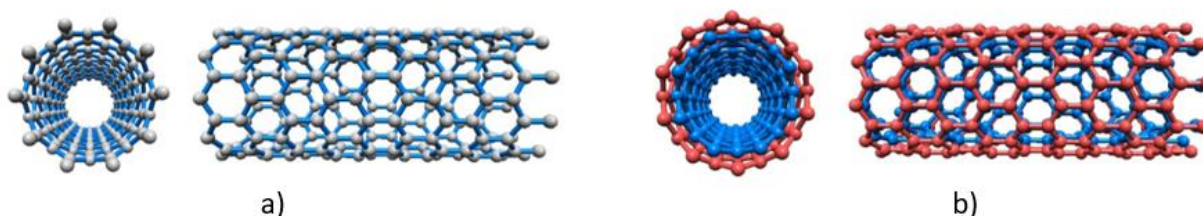


Figure 3. a) Single-walled carbon nanotubes b) Multiwalled carbon nanotubes (Sirmen, 2010)

In this study, it is aimed to improve the ethanol vapor detection performance of quartz crystal microbalance based sensors at room temperature. As a sensing element, single-walled carbon nanotubes were used in this study.

2. MATERIALS AND METHODS

Experimental studies were carried out in Yıldız Technical University Organic Technologies Laboratory. Figure 4 shows the experimental setup in the laboratory.



Figure 4. The experimental setup in Yıldız Technical University organic technologies laboratory

First, one surface of the QCM was coated with a single-walled carbon nanotube dispersed in pure water by using the drop method. The AT-cut QCM used in the study has a fundamental resonance frequency of 10 MHz. The image of the coating of the surface of QCM with single-walled carbon nanotube is given in Figure 5.

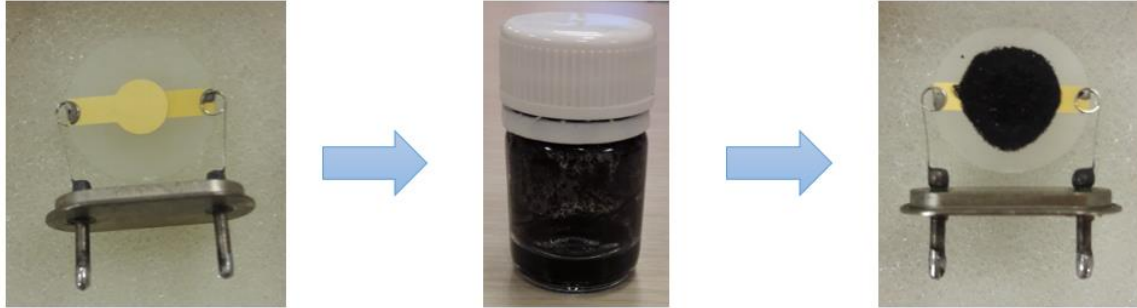


Figure 5. Coating the surface of QCM with single-walled carbon nanotube

Then, the carbon nanotube coated QCM was placed inside the chamber. The chamber can be seen in Figure 6.

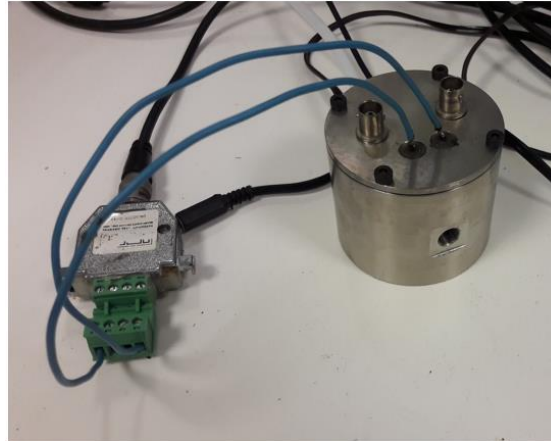


Figure 6. The chamber containing the carbon nanotube coated QCM

During the measurement, different rates of ethanol and dry nitrogen gas were passed through the chamber. The flowmeters in Figure 7 were used to expose the QCM to different concentrations. Transition rates and transition times of ethanol and nitrogen gases are given in Table 1. The total measurement time was 26400 seconds.



Figure 7. The flowmeters

Table 1. Transition rates and transition times of ethanol and nitrogen from the chamber

	Ethanol (%)	Nitrogen (%)	Transition Time (minute)
1)	0	100	120
2)	10	90	20
3)	0	100	20
4)	20	80	20
5)	0	100	20
6)	30	70	20
7)	0	100	20
8)	40	60	20
9)	0	100	20
10)	50	50	20
11)	0	100	20
12)	60	40	20
13)	0	100	20
14)	70	30	20
15)	0	100	20
16)	80	20	20
17)	0	100	20
Total Time:			26400 seconds

The frequency changes when the carbon nanotube coated QCM was exposed to different ethanol vapor and dry nitrogen concentrations were recorded by using the frequency meter and LabVIEW program (Figure 8) and then the measurement was completed.

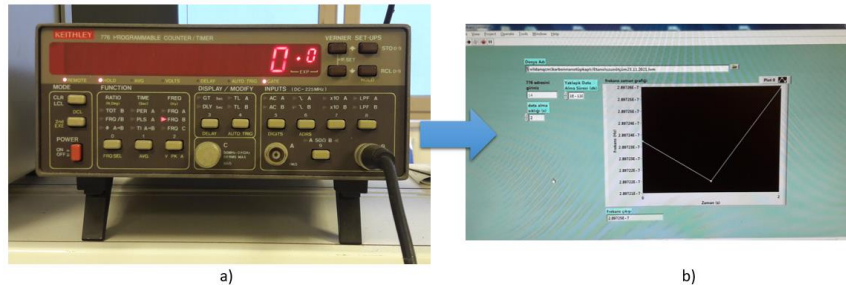


Figure 8. a) The frequency meter b) LabVIEW program screen

3. RESULTS

The frequency-time graph of the examination of carbon nanotube coated QCM with ethanol is in Figure 9. A decrease in the fundamental resonance frequency of the QCM was observed as a result of the adsorption of ethanol vapor on the sensing unit. When the single-walled carbon nanotube coated QCM surface was exposed to carrier gas (dry nitrogen gas), there was an increase in the resonance frequency. It is an indication that the adsorption process of ethanol vapor on the surface of the single-walled carbon nanotube is reversible. An increase in sensor sensitivity was observed with increasing ethanol concentration. The decrease in resonance frequency also increased with increasing ethanol concentration.

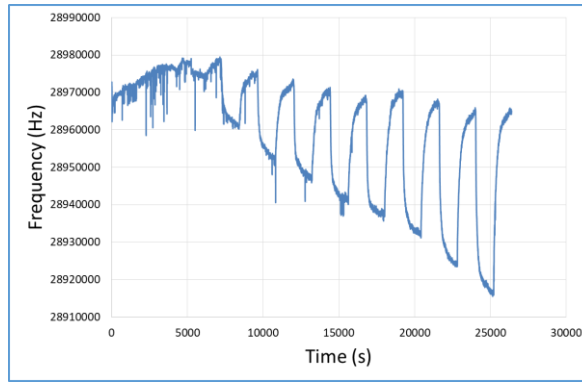


Figure 9. Frequency-time graph of examination of carbon nanotube coated QCM with ethanol

During 10% ethanol measurement, the frequency values where the beginning of ethanol entry into the system and ethanol was cut off and only dry nitrogen gas was sent to the system are shown with red arrows in Figure 10.

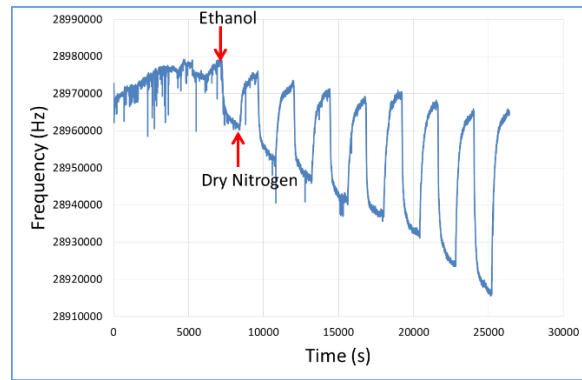


Figure 10. The frequency values where the beginning of ethanol entry into the system and ethanol was cut off and only dry nitrogen gas was sent to the system

With the help of the change in frequency, the change in mass can be calculated with the Sauerbrey equation. The Sauerbrey equation can be expressed as Equation 1 (Wang et al., 2011)

$$\Delta f = \left(-2,26 \times 10^{-6} \frac{cm^2 s}{g} \right) \frac{f_0^2}{A} \Delta m \quad (1)$$

Δf : change in frequency as ethanol passes through the system

f_0 : fundamental resonant frequency of QCM = 10^7 Hz

A : surface area of gold-plated electrode of QCM

Δm : mass of ethanol adsorbed in carbon nanotube coated sensing element on QCM

The surface area of gold-plated electrode of QCM shown in Figure 1 can be calculated considering that the gold-plated electrode consists of a rectangle and a circle (Figure 11).

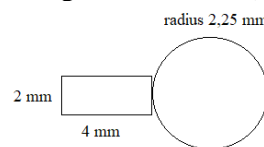


Figure 11. The gold-plated surface of QCM consisting of a rectangle and a circle

The surface area calculation of gold-plated electrode of QCM can be written as Equation 2:

$$8 \text{ mm}^2 + \pi \times (2,25 \text{ mm})^2 = 23,9 \text{ mm}^2 = 0,239 \text{ cm}^2 \quad (2)$$

The mass of ethanol adsorbed on the sensing element of the QCM as 10% ethanol passed was calculated by the following Equations 3 and 4.

$$\Delta f = 28960410 - 28978120 = -17710 \text{ Hz} \quad (3)$$

$$\Delta m = \frac{(-17710)(0,239)}{(-2,26 \times 10^{-6})(10^7)^2} \cong 1,8729 \times 10^{-5} \text{ g} \cong 18,7287 \mu\text{g} \quad (4)$$

The calculations at other concentrations were done in the same way. The mass amounts adsorbed at different ethanol concentrations are shown in Table 2.

Table 2. The mass amounts adsorbed and the changes in frequency against at different ethanol concentrations

Ethanol (%)	Nitrogen (%)	Adsorbed mass amounts (μg)	Changes in frequency (Hz)
10	90	18,7287	17710
20	80	24,2913	22970
30	70	27,0514	25580
40	60	31,7151	29990
50	50	32,2438	30490
60	40	38,9591	36840
70	30	46,5521	44020
80	20	51,3110	48520

The changes in frequency against different ethanol concentrations during the analysis of carbon nanotube coated QCM with ethanol are also given in Table 2. The graph of the change in frequency with the change in concentration is shown in Figure 12. The slope of the graph in Figure 12 gives the sensitivity value of the sensor (sensitivity = $652,03 \frac{\text{Hz}}{\text{ppm}}$).

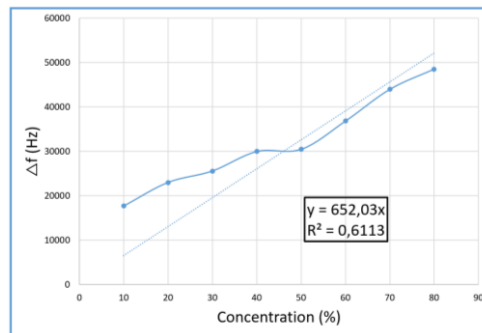


Figure 12. The graph of the change in frequency with the change in concentration

The response time of a sensor is the time it takes for it to reach 90% of its maximum response. Figure 13a shows the maximum frequency change as 10% ethanol passes through the system. In Figure 13b, the meaning of the response time expression is shown. The response time of the sensor for 10% ethanol is calculated by Equations 5 and 6.

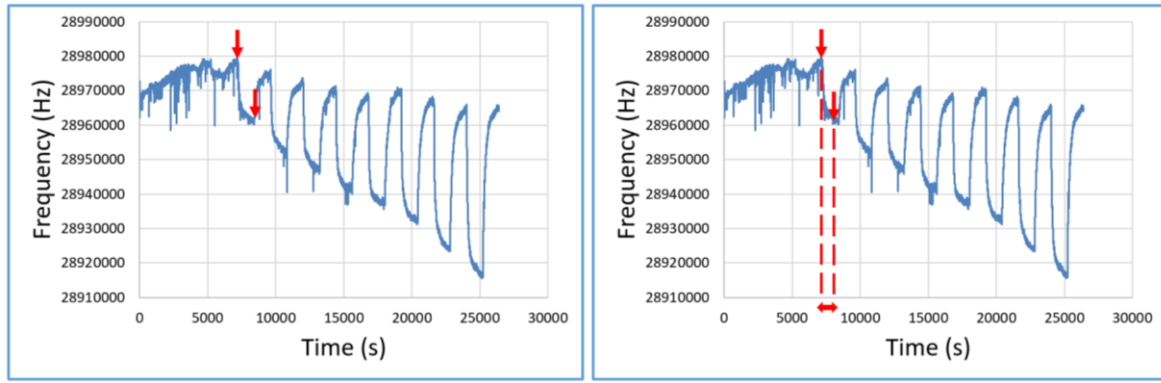


Figure 13. a) The maximum frequency change as 10% ethanol passes through the system **b)** The meaning of the response time

$$28978120 - 17710 \times \frac{90}{100} = 28962181 \text{ Hz} \tag{5}$$

$$\Delta t = 8196 - 7192 = 1004s \tag{6}$$

The recovery time of a sensor is the time required for the sensor to reach 90% of its state before it was exposed to gas. Figure 14a shows the maximum frequency change when 10% ethanol is cut off and only nitrogen gas passes through the system. In Figure 14b, the meaning of the recovery time expression is shown. The recovery time of the sensor for 10% ethanol is calculated by Equations 7 and 8.

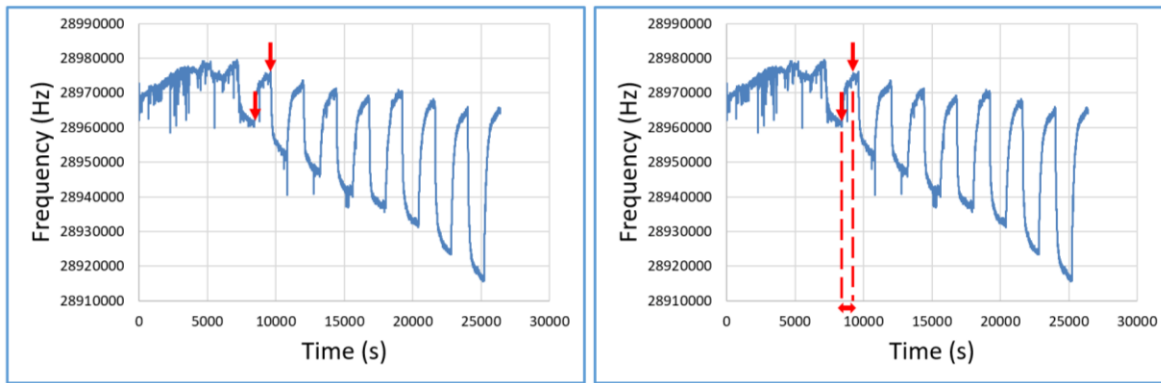


Figure 14. a) The maximum frequency change when 10% ethanol is cut off and only nitrogen gas passes through the system **b)** The meaning of the recovery time

$$28974610 - 14200 \times \frac{10}{100} = 28973190 \text{ Hz} \tag{7}$$

$$\Delta t = 9092 - 8382 = 710s \tag{8}$$

The response time and recovery time values of the sensor at different ethanol concentrations are given in Table 3.

Table 3. The response time and recovery time values of the sensor at different ethanol concentrations

Ethanol (%)	Nitrogen (%)	Response Time (s)	Recovery Time (s)
10	90	1004	710
20	80	826	920
30	70	646	608
40	60	580	648
50	50	532	560
60	40	454	598
70	30	546	578
80	20	388	472

4. DISCUSSION

It was observed that the response time of the sensor decreased with increasing ethanol concentration. This shows that the sensor responds faster with increasing ethanol concentration. At the same time, it was observed that the recovery time of the sensor decreased in general as the adsorbed ethanol concentration increased. As the ethanol concentration increases, the ethanol molecules adsorbed on the carbon nanotube are more weakly bound to each other. This makes it easier to remove the ethanol adsorbed on the surface when only nitrogen is passed through the system. The sensor obtained in this study is reversible. It also performs ethanol detection at room temperature. When compared with the studies in the literature, this result makes the study valuable.

5. CONCLUSION

QCMs whose surface has been modified with a single-walled carbon nanotube have a great potential to detect ethanol vapor in the ppm range at room temperature.

REFERENCES

- Fidan, E., 2019, Investigation of detection properties of QCM sensors against toxic gases, Master Thesis, Niğde Ömer Halisdemir University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Mechanical Engineering.
- Green, D. W. (editor-in-chief), Southard, M. Z. (associate editor), 2019, Perry's Chemical Engineers' Handbook Ninth Edition.
- Haynes, W. M. (editor-in-chief), Lide D. R. ve Bruno T. J. (associate editors), 2017, CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition 2016-2017.
- Lucklum, R. ve Eichelbaum, F.; Steinem, C. ve Janshoff, A. (fifth volume editors); Wolfbeis, O. S. (series editor), 2006, Piezoelectric Sensors, Part A Physical Aspects of QCM-Measurements, Integrate circuits for QCM sensors, Springer Series on Chemical Sensors and Biosensors.
- Penza, M., Antolini, F. ve Antisari, M. V., 2004, Carbon Nanotubes as SAW Chemical Sensors Materials, Sensors and Actuators B: Chemical, Volume 100, Issues 1-2, pp. 47-59.
- Sirmen, E., 2010, Bending of single and double walled carbon nanotubes, Master Thesis, Istanbul Technical University Graduate School of Science and Engineering Department of Civil Engineering Structural Engineering.
- Tharsika, T., Thanahaichelvan, M., Haseeb, A. S. M. A., Akbar, S. A., 2019, Highly Sensitive and Selective Ethanol Sensor Based on ZnO Nanorod on SnO₂ Thin Film Fabricated by Spray Pyrolysis, Frontiers in Materials Ceramics and Glass.
- Wang, X., Li, M. ve Chen S., 2011, Long Memory from Sauerbrey Equation: A Case in Coated Quartz Crystal Microbalance in terms of Ammonia, Research Article, Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering.

BİYOPOLİMER TEMELLİ ADSORBAN KÜRELERİN HAZIRLANMASI VE SULARDAN DOĞAL ORGANİK MADDE HÜMİK ASİT GİDERİMİNDE KULLANIMININ İNCELENMESİ

Nilüfer Hilmioğlu

Kocaeli Üniversitesi ,Mühendislik Fakültesi,Kimya Mühendisliği
niluferhilmioğlu3@gmail.com

Esra Yumat

Kocaeli Üniversitesi ,Mühendislik Fakültesi,Kimya Mühendisliği
yumatesra@gmail.com

Özet

Su yeryüzündeki tüm canlıların ortak yaşamsal ihtiyacı olan temel maddelerin başında yer almaktadır. Giderek artan çevre kirliliği ve küresel sıkıntılar sebebi ile temiz suyun önemi daha da artmaktadır. Bilindiği üzere, içme sularında birçok yabancı maddeler bulunmaktadır. Bunların en başında ise humik maddeler yani doğal organik maddeler yer almaktadır. Humik maddeler ise, doğal yollar ile açığa çıkan, molekül ağırlığı olarak yüksek değerlere sahip, renk içeriği ise sarı ile siyah arasında değişen maddelerdir. Humik maddeler asidik ve bazik ortamdaki davranışlarına göre üç kısımda incelenmektedir. Bunlar humik asit, fulvik asit ve humin'dir. Bu çalışmada doğal organik madde olan humik asitin içme sularından adsorbsiyon yöntemi ile giderimi üzerinde durulmuştur. Humik asit, bitki ve hayvan atıklarının doğada parçalanması sonucu açığa çıkmakta ve içme sularına karışmaktadır. Genel olarak, sularda karşılaşılan humik madde konsantrasyonu 20 µg/L-30 mg/L arasında değişmektedir. Sularda bulunun humik asit miktarı litre başına 5 mg dan fazla ise, sularda istenmeyen tat, koku ve renk problemlerine yol açmaktadır. Ayrıca humik asit, içme suyunun dezenfeksiyonu amacı ile kullanılan klor ile reaksiyona girerek kanserojen madde olan trihalometanlar ve haloasetik asitler gibi yan ürünleri oluşturmaktadır. Bu sebeplerden dolayı içme sularından giderim yöntemleri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, kullanım kolaylığı ve yüksek verim eldesinden dolayı adsorbsiyon metodu tercih edilmiştir. Adsorban olarak ise doğal biyopolimer olan kitosanın özelliklerinden faydalanılacaktır. İlk olarak, humik asidin çapraz bağlı kitosan epikolohidrin (kitosan-EPC) boncukları üzerine adsorpsiyonu araştırılmıştır. Belirli bir konsantrasyona sahip humik asit çözeltisi ile adsorpsiyon deneyleri sabit pH, sabit temas süresinde, oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan adsorbanlar ile hüyük asit gideriminde başarılı olunduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, , Humik Asit, Kitosan

PREPARATION OF BIOPOLYMER BASED ADSORBAN SPHERES AND INVESTIGATION OF THE USAGE IN REMOVAL OF NATURAL ORGANIC SUBSTANCE HUMIC ACID FROM WATER

Summary

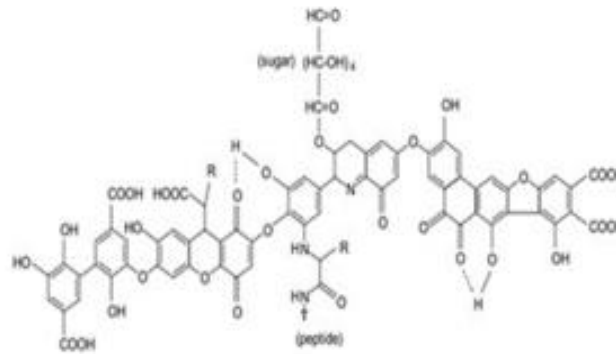
Water is one of the basic substances that are the common vital needs of all living things on earth. The importance of clean water is increasing due to the increasing environmental pollution and global problems. As is known, there are many foreign substances in drinking water. At the beginning of these are humic substances, namely natural organic substances. Humic substances, on the other hand, are substances that are naturally released, have high values in terms of molecular weight, and their color content varies between yellow and black. Humic substances are examined in three parts according to their behavior in acidic and basic environments. These are humic acid, fulvic acid and humin. In this study, the removal of humic acid, which is a natural organic substance, from drinking water by adsorption method was emphasized. Humic acid is released as a result of the decomposition of plant and animal wastes in nature and mixes with drinking water. In general, the concentration of humic substances encountered in waters ranges from 20 µg/L to 30 mg/L. If the amount of humic acid in the water is more than 5 mg per liter, it causes undesirable taste, odor and color problems in the waters. In addition, humic acid reacts with chlorine, which is used for disinfection of drinking water, to form by-products such as trihalomethanes and haloacetic acids, which are carcinogenic substances. For these

reasons, various researches are carried out on removal methods from drinking water. In this study, the adsorption method was preferred due to its ease of use and high efficiency. As an adsorbent, the properties of chitosan, which is a natural biopolymer, will be used. First, the adsorption of humic acid on cross-linked chitosan epichlorohydrin (chitosan-EPC) beads was investigated. Adsorption experiments with humic acid solution with a certain concentration were carried out at constant pH, constant contact time, at room temperature. It was observed that the prepared adsorbents were successful in removing humic acid.

Keywords: Adsorption, Humic Acid, Chitosan

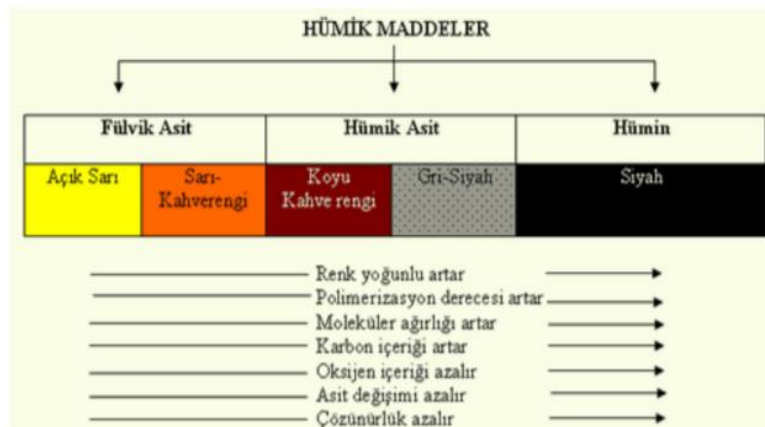
1. GİRİŞ

Humik maddeler doğal yollar ile açığa çıkan, yüksek molekül ağırlığına sahip, sarı ile siyah arasında renk değişimi gösteren doğal organik maddelerdir. Humus ise; hayvan ve bitki atıklarının doğada parçalanması sonucu oluşmaktadır. Yapısında, demir, kükürt, fosfor, potasyum, kalsiyum, sodyum, magnezyum ve karbon gibi elementleri içermektedir. Humik maddeler asidik ve bazik ortamdaki davranışlarına göre üç kısımda incelenmektedir. Bunlar humik asit, fulvik asit ve humin'dir [1]. Humusun alkali bir ortamda çözünmesi ile humik ve fulvik asit yapıları oluşmaktadır. Fulvik asit yapı olarak daha kısa zincirlere sahip olduğu için molekül ağırlığı humik aside kıyasla daha düşüktür. Fulvik asit suda ve asidik, bazik ortamların tümünde çözünmektedir. Humik asit yapısından daha fazla karboksil ve hidroksil grupları içermektedir [1]. Humik asitler ise genellikle makromolekül yapı özelliğine sahip, humik maddelerdir. Aromatik veya alifatik karbonlar ile bağlantılı karboksilik, fenolik ve hidroksil grupları içeren hem hidrofobik, hem de hidrofilik yapı özellikleri taşıyan maddelerdir [7].



Şekil 1. Humik asidin kimyasal yapısı [6]

Humik asidin sulu çözeltilerde negatif yükler taşımasına sebep olan yapısı içerisindeki karboksil gruplarıdır. Humik asit içme sularında renk, tat ve koku gibi bir çok probleme sebep olmaktadır [7].



Şekil 2. Humik maddelerin su içerisindeki renkleri [7]

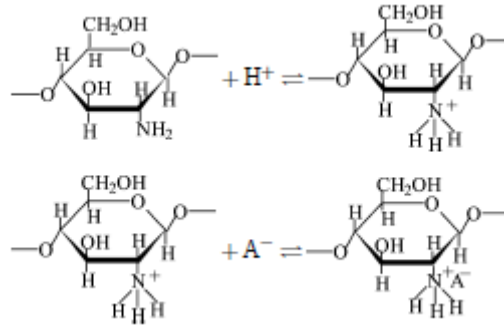
2.MATERYAL VE METOD

2.1 Humik Asit Stok Çözeltilisinin Hazırlanması

Toz halindeki humik asit su ve çok az miktardaki NaOH çözeltisi ile çözülerek humik asit stok çözeltisi elde edilmiştir. Hazırlanan humik asit çözeltisi daha sonra istenilen konsantrasyonlarda çözeltiler elde etmek amacı ile seyreltilerek kullanılmıştır. Adsorpsiyon öncesi ve sonrası çözeltilerdeki humik asit miktarı ultraviyole görünür spektrofotometre ile 350 nm dalga boyunda analiz edilmiştir.

2.2 Biyopolimer Temelli Adsorban Kürelerin Hazırlanması

Kitosan, kabuklu deniz canlılarının iskelet sisteminde bulunan kitinden türetilen doğal bir biyopolimerdir [5]. Yapısı içerisinde bulunan hidroksil (-OH) ve amino (-NH₂) grupları ile çözelti içerisinde bulunan negatif yüklü iyonları adsorbe eden reaksiyon kısımları olarak görev yaptığından dolayı organik yapılar için ideal bir adsorbandır [4].



Şekil 3.Humik asit ile kitosanın reaksiyon şeması [2]

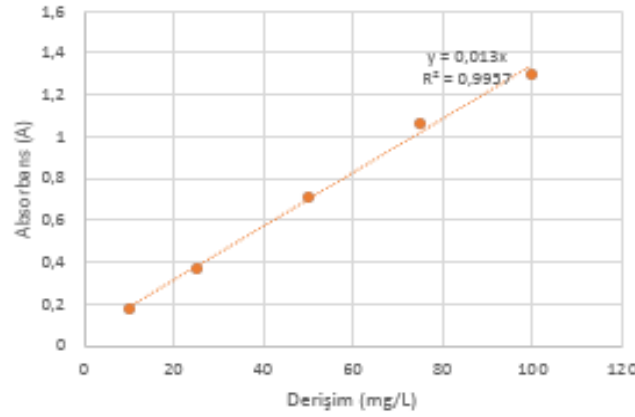
Kitosan yapısı içerisinde ki, amino grupları protonlanır ve daha sonra organik yapıların oluşması amacı ile humik asitteki karboksil veya fenolik gruplarla etkileşime girilmektedir. Kitosandaki amino grupları ile adsorbe edilen humik asit arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak -NH⁺³ oluşumunu göstermektedir (A: humik asit yapısı içerisindeki karboksil gruplardır.) [7].

%1,5 luk kitosan çözeltisi, asetik asit çözeltisi içerisinde 50 °C 'de çözündürülmüştür. Çözeltinin homojen olması amacı ile gece boyu karıştırılmıştır. Daha sonra çözelti içerisine çapraz bağlayıcı ajan olan epiklorohidrin eklenmiş ve sabaha kadar karıştırılmıştır. Çapraz bağlayıcı ajan eklenmesinin amacı, doğal bir polimer olan kitosanın, asit, alkali ve kimyasallara karşı direncini ve mekanik mukavemetini arttırmaktır. Böylece kürelerin formunu koruması sağlanmıştır [5]. Daha sonra homojen hale gelen çözelti, 2 M'lık NaOH çözeltisi içerisine damlatılmıştır. Kitosan alkalide çözünmediği için NaOH çözeltisi içerisinde kitosan hidrojel küreleri oluşmaktadır [8]. Biyopolimer temelli adsorban küreler NaOH çözeltisi içerisinden çıkarıldıktan sonra ise, yıkama atık suyunun pH'ı 7 ye düşene kadar saf su ile yıkanmaktadır. Daha sonra oda sıcaklığında teflon plakanın üzerinde kurumaya bırakılmaktadır [8].

3.SONUÇLAR

3.1 Adsorpsiyon çalışmaları

Genel olarak optimum pH, ve temas süresi belirlemek ile ilgili çalışmalar oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Adsorpsiyon 0,693 gram kitosan – EPC küre adsorbanı 10 ml, 10 mg/L Humik asit çözeltisinde karıştırılarak gerçekleştirilmiştir. Optimum pH çalışması için, humik asit çözeltilerinin pH değeri, 0.1 M NaOH ve 0.1 M HCl çözeltilerinin damla damla eklenmesi ile 2 ile 10 arasında değiştirilmiştir [5]. Optimum temas süresini belirlemek için ise, aynı koşullarda fakat temas süresini 15-30-45 ve 60 dk alarak adsorpsiyon yapılmıştır. Farklı humik asit çözelti derişimlerine karşı (10-100 mg/L), UV görünür bölge spektrofotometresinden 350 nm de elde edilen absorbans değerleri kullanılarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir.

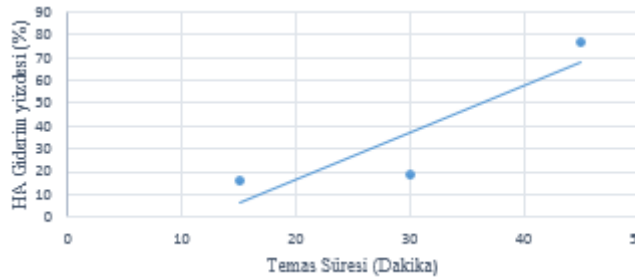


Şekil 4. Farklı humik asit konsantrasyonlarına karşı absorbans değeri grafiği

Grafikten elde edilen regresyon değeri 0,9937 elde edilmiştir. Bu değer 1 e ne kadar yakın olursa, Humik asit derişimi ile absorbans değerleri arasında çok iyi ilişki olduğunu göstermektedir. Bulunan değer, 1 e yakındır. Yani derişim arttıkça absorbans (ışığın soğurulması) değeride artmaktadır, doğru orantılıdır. Kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak, ölçülen absorbans değerleri elde edilen denklem kullanılarak, konsantrasyona dönüştürülmektedir. Daha sonra, adsorpsiyon giderim formülü kullanılarak humik asit giderim (%) oranı hesaplanmaktadır.

Humik Asit Giderim (%): $((C_o - C_t) / C_o) * 100$ [4]

Farklı temas sürelerinden sonra (15-30-45-60 dk) humik asit giderim yüzdesi hesaplanmış ve optimum humik asit giderim yüzdesi, 45 dakikada ve %76,92 olarak bulunmuştur. Optimum pH değeri de 6 olarak bulunmuştur.



Şekil 5. Farklı temas sürelerinde humik asit adsorblanma yüzdesi

3.2. Sonuç

Hazırlanan kitosan kürelerin sulardan humik asit gideriminde adsorban olarak kullanılabilceği görülmüştür.

KAYNAKÇA

- [1] AKINCI, Ş.(2011), Hüyük Asitler, Bitki Büyümesi Ve Besleyici Alımı,Marmara Üniveristesi *Fen Bilimleri Dergisi*,23(1), 46-56.
- [2] AY, F. (2015), Hüyük Asit Ve Hüyük Asit Kaynaklarının Jeolojik Ve Ekonomik Önemi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (Cfd)*.
- [3] BAİ, R., ZHANG, X. (2003), Mechanisms And Kinetics Of Humic Acid Adsorption Onto Chitosan-Coated Granules, *Journal Of Colloid And Interface Science*, 30-38.
- [4]DEHGHANİ, M.H., ZAREİ, A., MESDAGHİNİA, A., NABİZADEH, R., ALİMOHAMMADİ, M., AFŞARNİA, M., MCKAY, G.(2018), Production And Application Of A Treatedbentonite–Chitosan Composite For The Efficientremoval Of Humic Acid From Aqueous Solution, *Chemical Engineering Research And Design*, 102-115.

- [5] HANAFİAH, M.A.K.M., NGAH, W.S., YONG, S.S.(2008), Adsorption Of Humic Acid From Aqueous Solutions On Crosslinked Chitosan–Epichlorohydrin Beads: Kinetics And Isotherm Studies, *Colloids And Surfaces B: Biointerfaces*, 65, 18-24.
- [6] MANZAK, A., KURŞUN, C., YILDIZ, Y. (2017), Humik Asidin Sulu Çözeltilerden Polimer İçerikli Membranlar İle Ekstraksiyonu, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (6), 1160-1164.
- [7] NOVİTA, E., HERTADİ, R., DJAJANTİ, S.D., ZULFİKA, R M.A. (2013), Removal Of Humic Acid From Peat Water Using Untreated Powdered Eggshell As A Low Cost Adsorbent, *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 1357–1366.
- [8] RENBİ, B., YAN, W.L. (2005), Adsorption Of Lead And Humic Acid On Chitosan Hydrogel Beads, *Water Research*, 39, 688–698.

YAPIŞTIRMA BAĞLARI İÇİN YORULMA TEST CİHAZI TASARIMI

Yaprak Nisa OĞUZ

Balıkesir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Makine Mühendisliği Bölümü
yaprak.1408@gmail.com, 0000-0002-3686-4113

Mustafa Burak GEDİKLİ

Gesbey Enerji Türbini Kule Üretim San. ve Tic. A.Ş./Ar-Ge Merkezi
mustafaburak.gedikli@gri.com.es, 0000-0002-4606-7126

Gülcan TOKTAŞ

Balıkesir Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Makine Mühendisliği Bölümü
gzeytin@balikesir.edu.tr 0000-0002-0455-2107

Ali ORAL

Balıkesir Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Makine Mühendisliği Bölümü
alioral@balikesir.edu.tr 0000-0002-9144-3821

Özet

Mühendislik malzemelerinde görülen hasarların %90 'ı yorulma kırılması nedeniyledir ve bu nedenle tasarım çalışmaları yapılırken malzemelerin yorulma davranışlarının bilinmesi oldukça önemlidir. Dinamik yükleme koşulları altında çalışan malzemelerin yorulma davranışlarının belirlenmesi için yorulma test cihazları kullanılmaktadır. Rüzgar türbün kulesi içinde çeşitli braketler yer almaktadır. Bu çalışmanın motivasyonu, rüzgar türbin kulesi içinde yer alan braketlerin yapıştırma bağı ile montajlanması halinde yorulma davranışlarının belirlenmesidir. Bu amaçla, farklı yapıştırma geometrisi ve farklı kalınlıktaki malzemelerin yapıştırma bağlarındaki yorulma dirençlerini belirlemek amacıyla bir yorulma test cihazı tasarlanmıştır. Test düzeneğinde farklı tipte yaylar kullanılarak istenilen kuvvetler elde edilip yapıştırma ile birleştirilen numunelere uygulanmıştır. Tasarım sürecinde, cihazın güvenilirliğini test etmek amacıyla statik ve yorulma analizleri yapılarak tasarım doğrulaması yapılmıştır.

Anahtar kelimeler. Yapıştırma, yorulma, yapıştırma yorulma cihazı

Fatigue Test Machine Design for Adhesive Bonds

Abstract

The 90% of the damage seen in engineering materials is due to fatigue fracture and therefore it is very important to know the fatigue behavior of the materials when design work is carried out. Fatigue test machines are used to determine the fatigue behavior of materials operating under dynamic loading conditions. Various brackets are located inside the wind turbine tower. The motivation of this study is to determine the fatigue behavior of the brackets in the wind turbine tower when they are mounted with adhesive bonds. In this work, a fatigue test device was designed to determine the fatigue resistance of bonded materials with various bonding geometries and thicknesses. By using different types of springs in the test setup, the desired forces can be obtained and applied to the samples. In addition to the design, fatigue analyzes were also made to test the reliability of the device.

Keywords. Adhesive, fatigue, fatigue test machine

1. GİRİŞ

Makine elemanlarının birleştirilmesinde, yapıştırma, lehim, kaynak, cıvata ve perçin ile birleştirme gibi çeşitli birleştirme yöntemleri kullanılmaktadır. Son yıllarda, özellikle teknik alandaki uygulamalarda yapıştırıcı kullanımı hızlı bir şekilde artmaktadır. Yapıştırıcılar, metalleri bir arada tutan birleştirme elemanlarından biridir. Yapısal yapıştırıcılar kaynak, lehim, cıvatalı birleştirme veya perçinli bağlantılarla karşılaştırıldığında çeşitli avantajlar sağlar. Bunların başında yapıştırıcıların düşük maliyetli oluşu, farklı boyut ve çeşitteki malzemelerle uyumlu olması gelmektedir. Yaygın olarak kullanılan mekanik birleştirme yöntemlerine göre en belirgin avantajlarından biri ise birleştirilecek

yüzeyle arasında sürekli bir temas olmasıdır. Aynı zamanda yapıştırma teknolojisi avantajları arasında daha hafif, daha dayanıklı ve çevre dostu malzemeler olması sayılabilir. Sektörde bu tarz malzemelere olan talepten dolayı yapıştırıcılar, çeşitli endüstriyel sektörlerde kilit bir teknoloji haline gelmiştir. Yapıştırıcılar otomotiv endüstrisiyle birlikte sivil havacılık, mikro elektronik ve optoelektronik endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Guyott ve ark., 2017).

Yenilenebilir enerji endüstrisinde önemli bir yer tutan rüzgar türbinlerinde braketler kule içine yapıştırıcı kullanılarak başarılı bir şekilde birleştirilebilmektedir. Geleneksel olarak bu parçalar kaynakla birleştirilmektedir. Ancak kaynaktan sonra oluşan ısı girdisi parçalarda topuk çatlaklarına sebep olmaktadır. Rüzgar kule türbinleri gözle farkedilmese bile bir salınımına maruz kalmaktadır. Bu salınımla beraber tekrarlı gerilmelerden dolayı çatlaklar oluşmakta ve zamanla bu çatlaklarda ilerleme meydana gelmektedir. Oluşan bu hasarı önlemek için son zamanlarda braketlerin kule içine birleştirilmesinde yapıştırıcı kullanımı hızla artmıştır. Kule içinde hava şartlarına bağlı olarak termal ve basınç gerilmeleri nedeniyle bu yapıştırılan braketler yorulmaya maruz kalabilirler. Bu nedenle yapıştırma bağlarında yorulma büyük önem arz etmektedir. Hammaddelerin, bileşenlerin veya bitmiş ürünlerin sağlamlığını değerlendirmek için statik, dinamik ve yorulma testleri kullanılır. Yorulma testleri, bir yapının benzer koşullar altında nasıl performans göstereceğini anlamak için tekrarlı yükler uygulanarak gerçekleştirilen özel bir mekanik test yöntemidir. Yorulma test makinelerinde, numune hasara uğrayana kadar veya belirli bir yük çevrim sayısına kadar tekrarlı gerilmeler uygulanır (Boyer and American Society for Metals., 1986). Bu testler, yorulma ömrü ve çatlak büyüme verilerini oluşturmak, kritik konumları belirlemek veya yorulmaya duyarlı olabilecek bir yapının güvenliğini göstermek için kullanılır. Literatürde farklı tip ve özelliklerde yorulma test cihazları bulunmaktadır. Ancak sadece yapıştırma bağlarının yorulma dayanımı için tasarlanmış bir cihaza rastlanmamıştır.

Foong ve arkadaşları, çok yönlü bir dinamik yükleme üretebilen bir test cihazının, periyodik olmayan yükleme sağlamanın zorluğu gibi geleneksel yorulma test makinelerinin eksikliklerinin üstesinden gelmek için yeni bir test düzeneği tasarlamış ve test etmişlerdir. Bu tasarım, atalet kuvvetlerinin özel olarak tasarlanmış bir numune üzerinde etki ettiği iki, tek serbestlik dereceli uyarılmış osilatöre dayanmaktadır. Osilatörün doğal frekansını, ön yüklerin kapsamını ve çalkalayıcı üzerindeki uyarma sinyalinin modelini değiştirerek teçhizat, özellikle periyodik olmayan yükleme için yeni ve sağlam bir yorulma testi aracı sağlamaktadır (Foong ve ark., 2006).

Şık ve arkadaşları, taşıt araçlarındaki jantların yorulma ömürlerini test etmek amacıyla standartlara uygun olarak bir yorulma test cihazı tasarlamışlardır. Sabit ve radyal yük uygulayacak bir sistem kurarak yalnızca lastik takılmış jant dönmektedir. Buradaki radyal yük, yüzeyi düzgün ve uzunluğu, yüklü lastiğin genişliğinden daha büyük olan bir silindire uygulanmaktadır (ŞİK ve ark., 2015). Hocaoğlu çalışmasında, farklı tel çapı ve boyundaki kalıp yayları ve bası yaylarının, değişken yükler altındaki davranışlarını test edebilmek amacıyla bir cihaz tasarlamıştır. Tasarlanan cihazda ilk olarak motordan gelen tahrik, kayış kasnak mekanizmasıyla motor devrini düşürmektedir. Daha sonra milin ucunda bulunan aparatlarla birlikte dairesel hareketi aksenal harekete çevirerek bu baskı yükünü yaya uygulamaktadır (Hocaoğlu, 2015). Balcıoğlu ve arkadaşları, ahşap levhalar, plastik esaslı levhalar, fiber takviyeli kompozitler ve hafif metalik levhaların eğilmeli yorulma davranışlarını belirlemek amacıyla bir yorulma cihazı geliştirmişlerdir. Ankastre-tip eğilmeli cihaz bilgisayar yazılımı ile kontrol edilmektedir. Geliştirilen test cihazı aynı anda 10 numuneyi test etme özelliğiyle zamandan ve enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Numunelerin test zamanı, test frekansı, eğme kuvveti, rijitlik kaybı, yük tekrar sayısı gibi parametrelerine yazılım ara yüzünden ve internet üzerinden izleyip müdahale edilebilmektedir. Oluşan herhangi bir hasar sonucunda kullanıcının e-posta adresine uyarı mesajı ve testle ilgili veriler gönderilmektedir (Balcıoğlu ve ark., 2018).

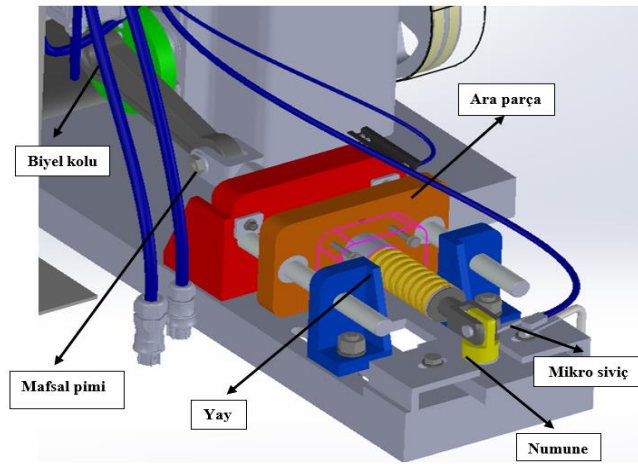
Saygılı, yüksek sıcaklık ve şekil hafızalı alaşımların fonksiyonel davranışını incelemek için fonksiyonel bir yorulma cihazı geliştirmiştir. Numunelere sabit bir yük uygulanmaktadır. Aynı zamanda döngüsel olarak ısıtma ve soğutma yapılmaktadır. Yük, numunenin altına asılan ağırlık ile uygulanmaktadır (Saygılı, 2018). Wang ve arkadaşları, kapalı mekanik güç akışına dayalı yeni bir dişli yorulma test makinesi modeli tasarlamışlardır. Kapalı güç testlerinde enerji dağıtma cihazları yoktur ve uzun süreli çalışan yorulma testleri için uygundur. Bu tasarım yapı olarak basit, enerji tüketimi düşüktür (Wang ve

ark., 2018). Pach ve arkadaşları, sabit genlikli yük çevrimleri ve çok çeşitli yük oranları altındaki kompozit malzemelerin yorulma testlerini gerçekleştiren bir yorulma cihazı yapmışlardır (Pach ve ark., 2012). Morishita ve arkadaşları, içi boş silindirik numunesine itme-çekme, ters burulma ve iç basınç yüklemesi uygulayabilen yeni geliştirilmiş bir yorulma test makinesi kullanmışlardır. Test makinesi, çok çeşitli gerilim oranları altında test gerçekleştirmesini sağlayan üç aktüatörle donatılmıştır. Aynı zamanda iç basıncı, eksenel yükü ve torku ölçmek için bir basınç göstergesi ve yük hücreleri ile donatılmıştır (Morishita ve ark., 2018).

Gönen ve arkadaşları, farklı özelliklere sahip metalik yayların ömürlerini tespit etmek için bir yorulma yay cihazı tasarlamışlardır. Tasarlanan cihaz, aynı anda iki farklı sıkıştırma oranında yorulma analizi yapabilmektedir. Bu sayede ömür-gerilme (S-N) diyagramı çizilirken iki farklı noktayı belirlemek daha kolay hale gelmiştir (Gönen ve ark., 2008). Bu çalışmada farklı geometri ve kalınlıklarda yapıştırma yöntemi ile birleştirilen metal veya farklı malzemelerin değişken kayma gerilmeleri altındaki yorulma davranışlarını belirleyebilmek için Gönen ve ark. tarafından geliştirilen yay yorulma cihazı revize edilerek, dinamik kayma gerilmesi oluşturan bir yorulma cihazı tasarımı amaçlanmıştır.

2. YAPIŞTIRMA BAĞLARI İÇİN YORULMA CİHAZ TASARIMI

Her yorulma modelinin uygulanması, malzeme ve yükleme türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Bu çalışmada, farklı çaplarda yapıştırma yüzeyine sahip yapıştırılan numunelerin belirli aralıklarla değişen yükler altındaki ömür analizlerini yapan bir deney cihazı tasarlanıp imalatı yapılmıştır (Şekil 1).



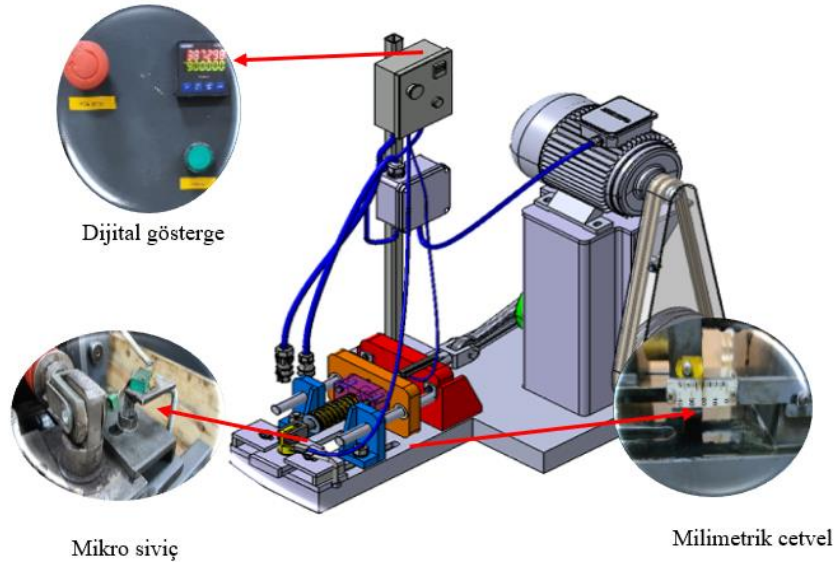
Şekil 1. Tasarımı ve imalatı yapılan yorulma test cihazı

Test cihazının temel çalışma prensibi, kayış kasnak mekanizmasıyla 1/6 oranında devri düşürülen 4 kW güç ve 1450 d/dak ile güç üreten bir elektrik motorunun milinden alınan dönme hareketi krank-biyel mekanizması vasıtasıyla yaya iletilmektedir. Bu esnada yayın sıkışma miktarına bağlı olarak sistem 0-F (N) arasında arasındaki bası kuvvetini numuneye iletmektedir. Test düzeneğinde dairesel kesitli yaylar yerine daha uzun ömürlü olan dikdörtgen kesitli kalıp yaylar tercih edilmiştir. Şekil 1’de gösterilen ara parça, biyel kolu vasıtasıyla yayı 20mm sıkıştırarak istenilen bası kuvvetlerini ($F = k \times x$) numuneye iletmektedir. Tasarımı yapılan cihazda değişken bası gerilmeleri oluşturmak için kullanılacak yaylar, rijitlikleri ve bası kuvvetleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Cihazda kullanılacak yaylar, rijitlikleri ve uyguladıkları bası gerilmeleri ($x=20$ mm için)

Yay Tipi	Yay Rijitliği (N/mm)	Kuvvet (N)
B32-115	51,5	1030
R32-115	107	2140
G32-115	140	2800
R50-102	245	4900
G50-115	352	7040

Sabit olan alt tablanın yan tarafına yerleştirilen milimetrik cetvel sayesinde yay sıkıştırma miktarı ayarlanabilmektedir (Şekil 2). Test cihazında kullanılan yayların çapları 32 ve 50 mm, boyları 102 ve 115 mm arasında değişebilmektedir. Yük tekrar sayısını belirlemek için bir sayaç kullanılmıştır. Sayaçtaki dijital göstergede karakter sayısı sınırlı olduğundan; sayaç her 10 yük tekrarı için 1 birim artış sağlamaktadır (Şekil 2). Alt tablaya yerleştirilen mikro siviç ile numune koptuğu an elektriksel devre kesilerek sistem otomatik olarak durmaktadır (Şekil 2). Herhangi bir beklenmeyen durum olduğunda cihazı durdurmak için 1 adet acil durdurma butonu mevcuttur.



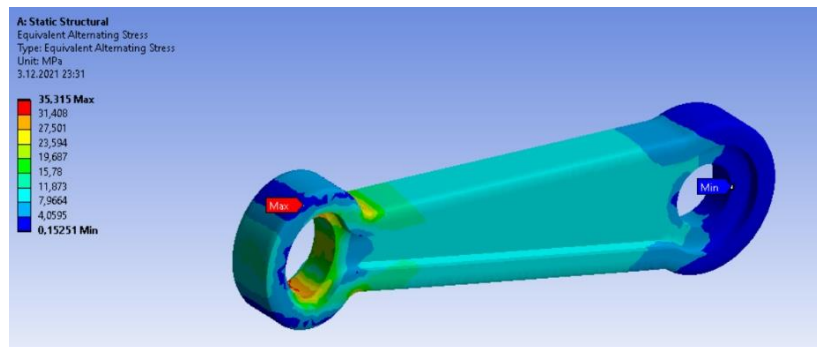
Şekil 2. Yorulma test cihazının 3D görüntüsü

3. YORULMA TEST CİHAZI TASARIM DOĞRULAMA ÇALIŞMALARI

Tekrarlı gerilmeler altında çalışan cihazın 3D tasarım çalışmaları sonunda, statik ve dinamik analizleri yapılarak sistemin tasarım doğrulaması yapılmıştır. Tasarım doğrulama çalışmalarında sistemin en kritik iki parçası (biyel kolu ve hareketli araparça) ele alınmıştır.

3.1. Biyel Kolu Analizi

Biyel kolu modellenerek öncelikle parçanın statik analizleri gerçekleştirilmiştir ve modele $F_x=15280$ N'luk kuvvet uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda oluşan maksimum gerilme değeri 35.315 MPA olarak bulunmuştur (Şekil 3).



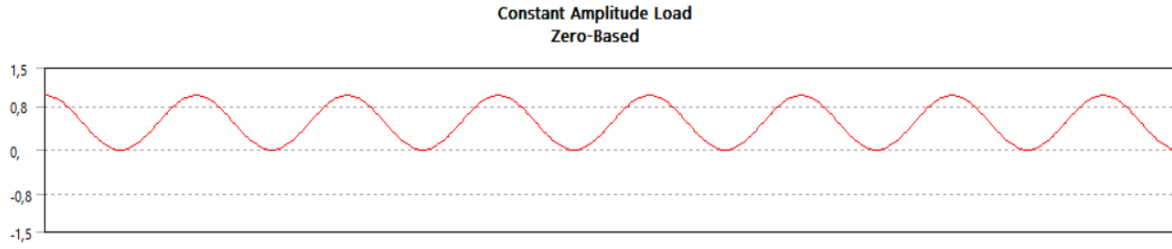
Şekil 3. Hesaplanan gerilme değerleri

Hareket eden motor milinin biyel kolunu itmesi ile sadece tek yönde kuvvet uygulanmakta, kolun geriye hareketi ile eski konumuna gelmektedir. Biyel üzerine etki eden yükler 0-38,154 MPA arasında değişmektedir (Tablo 2).

Tablo 2: Hesaplanan normal ve kayma gerilmesi değerleri.

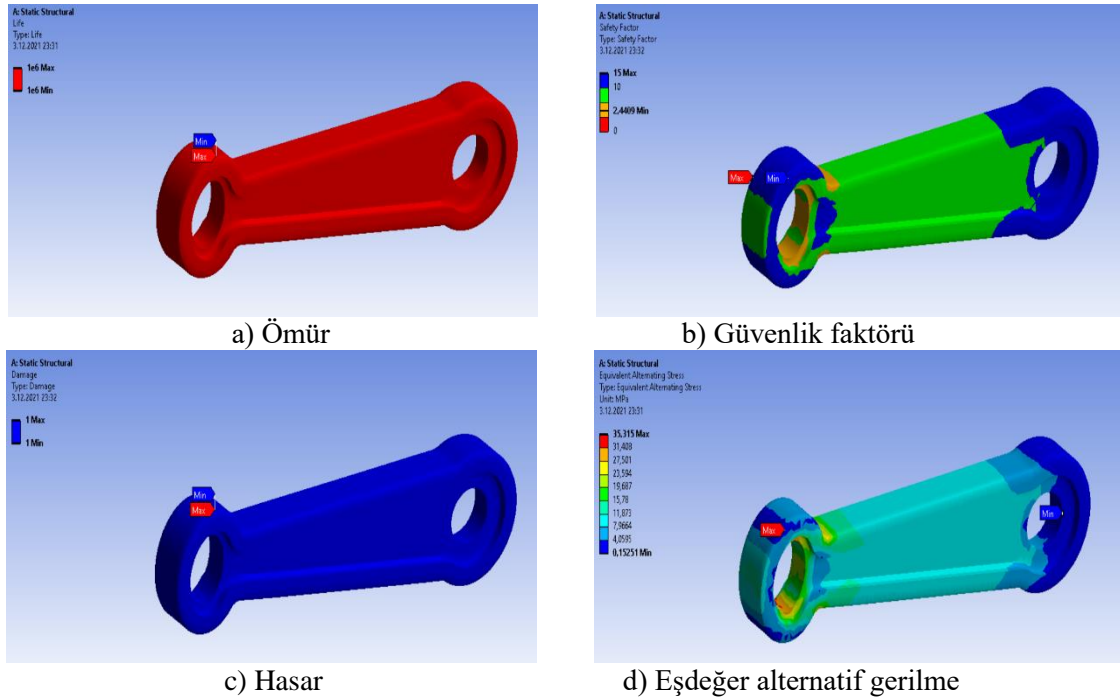
σ_x	σ_y	σ_z	τ_{xy}	τ_{yz}	τ_{xz}	Yön
14.916	38.154	10.85	18.25	6.3664	10.55	Pozitif (+)
0	0	0	0	0	0	Negatif (-)

Yorulma tekrarlanan yükler sonucu meydana gelmektedir. Bu durumda parçaya uygulanan maksimum ve minimum gerilmelerin değişmediği yani sabit kaldığı uygulamalara Sabit Genlikli Yükleme adı verilir (Şekil 4).



Şekil 4. Uygulanan gerilme genliği.

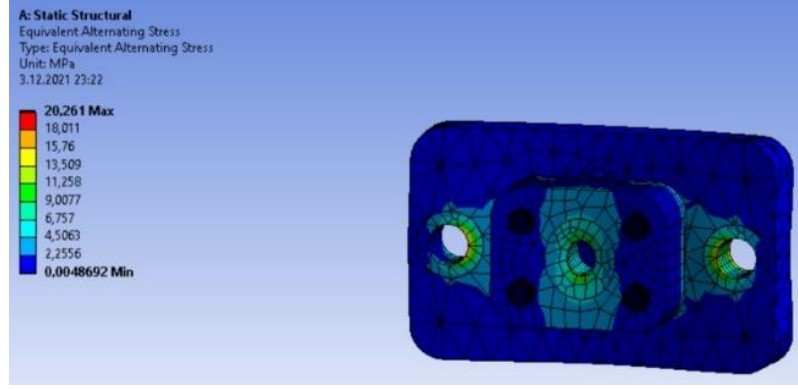
Yorulma analizleri sonucunda; biyel kolu güvenlik faktörü değeri 2.4409 olarak bulunmuş (Şekil 5) olup tasarım gereksinimlerini karşıladığı değerlendirilmiştir. .



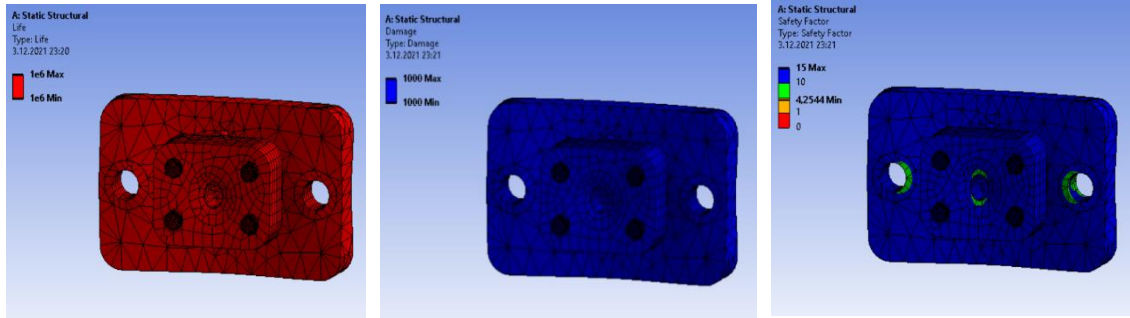
Şekil 5. Yorulma analiz sonuçları.

3.2. Ara Parça Analizi

Biyel kolunun üst ölü noktaya eriştiği anda yaya maksimum baskı kuvvetini uygulayan ara parçanın analizi yapılmıştır. Biyel kolunun uygulayabileceği maksimum kuvvet değeri 15280 N olup, ara parçaya $F_y=15280$ N değerinde kuvvet uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda oluşan maksimum gerilme değeri 20.261 MPA olarak bulunmuştur (Şekil 6). Ara parça için yapılan analiz sonucunda; güvenlik faktörü değeri 4.2544 olarak bulunmuştur (Şekil 7).



Şekil 6. Hesaplanan gerilme değeri.



a) Ömür

b) Hasar analizi

c) Güvenlik faktörü

Şekil 7. Yorulma analiz sonuçları.

Dinamik kayma gerilmesi oluşturan yorulma test cihazına ait bir fotoğraf Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Yapıştırma bağı için geliştirilen yorulma test cihazı

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada yapıştırma yöntemi ile birleştirilen metal veya farklı malzemelerde bağlantıların yorulma davranışını belirlemek için değişken kayma gerilmesi altında çalışan bir yorulma cihazı tasarımı yapılmıştır. Literatürde, daha önce yapılan yorulma test cihazlarından farklı olarak tasarımı yapılan bu cihaz ile çeşitli boyut ve geometride yapıştırılmış numuneler test edilebilmektedir. Cihaz tasarımı, belirli bir sıkıştırma oranında tek bir yaya kuvvet uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Modellemesi yapılan cihaz parçalarının analiz yazılımları ile değerleri hesaplanmış, bu gerilme değerleri kullanılarak gerilme genliği ve ortalama gerilme değerleri bulunmuştur. Daha sonra gerçekleştirilen yorulma analizleri sonucunda parçaların güvenlik faktörleri belirlenmiştir. Geliştirilen test cihazı ile yapıştırma bağları için titreşimli kayma gerilmesi oluşturularak yorulma testleri yapılmaya başlanmıştır. Cihaz üzerinde yapılabilecek küçük değişikliklerle tam değişken zorlama halleri için de yorulma testleri yapılabilmesi mümkündür.

KAYNAKÇA

- BOYER, H.E. (1986), Fatigue Testing in *Atlas of fatigue curves* (s.1-10) American Society for Metals.
- BALCIOĞLU, H.E., SAKİN, R., DUMANAY, A.B., GÜN, H. (2018), Kompozit Levhalar için Ankastre-Tip Eğilmeli, Çok Numuneli Yorulma Test Makinesinin Geliştirilmesi, *Güfbed/Gustij*, 8(1), 1–17.
- FOONG, C.H., WIERCIGROCH, M., DEANS, W.F. (2006) “Novel dynamic fatigue-testing device: Design and measurements,” *Measurement Science and Technology*, 17(8), 2218–2226.
- GÖNEN, D., ORAL, A., ÇAKIR, M.C. (2008), Çift sıkıştırma oranlı yay yorulma test cihazı tasarım ve imalatı, *Baü Fbe*, 10(1), 98-108.
- GUYOTT, C.C., CAWLEY, P., ADAMS, R.D. (2006), The Non-destructive Testing of Adhesively Bonded Structure: A Review, *The Journal of Adhesion*, 20(2), 129–159.
- HOCAOĞLU, H. (2015), *Kalıp Yayları İçin Yorulma Deney Cihazı Tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü
- SAYGILI, H.H. (2018), *The Development of Fatigue Test Machine to Investigate The Functional Fatigue Life of High Temperature Shape Memory Alloys and The Determination of The Functional Fatigue Life of These Alloys*. Master’s Thesis, Hacettepe University.
- ŞİK, A., ÖNDER, M., KORKMAZ, S., (2015), Taşıt Jantlarının Yapısal Analiz İle Yorulma Dayanımının Belirlenmesi, *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 3(3), 565–574.
- MORISHITA, T., TAKADA, T., OGAWA, F., HIYOSHI, N., ITIH, T. (2018), Multiaxial fatigue properties of stainless steel under seven loading paths consisting of cyclic inner pressure and push-pull loading, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 96, 387–397.
- PACH, E., KORIN, I., IPINA, J.P. (2012), Simple fatigue testing machine for fiber-reinforced polymer composite, *Experimental Techniques*, 36(2), 76–82.
- STEIN, N., ROSENDAHL, P.L., BECKER, W. (2017), Homogenization of mechanical and thermal stresses in functionally graded adhesive joints, *Composites Part B: Engineering*, 111, 279–293.
- WANG, J., LIN, C. (2018) , Design and Dynamic Analysis of The Gear Contact Fatigue Testing Machine, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 382(4), 042024.

RÜZGAR ENERJİ SİSTEMLERİNİN TRANSFORMATÖR VE GÜÇ KALİTESİNE ETKİLERİ

Oğuz Han IŞIK

Schneider Electric / Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği
ogzhanisik@gmail.com, ORCID : 0000-0001-8559-8491

Engin ÖZDEMİR

Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği
Eozdemir@hotmail.com, ORCID : 0000-0003-0882-332X

Özet

Günümüzde enerji ihtiyacı hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Bu sebeple dünyada enerjiye olan ihtiyacın artışıyla birlikte, fosil yakıtlardan kaynaklı kirlilik ve karbon salımının çevresel etkisini azaltmak için de yenilenebilir enerji kaynakları çözüm olarak görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi ülkemizde hızlı bir artış içindedir. Rüzgar enerjisi, tahmin edilmesi ve sürekliliği sağlanabilmesi zor bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisindeki bu değişkenlik elektrik şebekesine, elektrik şebekesine bağlı güç ekipmanlarına ve özellikle şebekeye bağlı çalışan transformatörlere ciddi etkileri olabilmektedir. Bu makalede rüzgar enerjisinden kaynaklanan, güç kalitesi sorunları, rüzgar enerjisinin elektrik şebekesine bağlantısı ve transformatörlere olan etkileri incelenmektedir. Transformatörlerde ortaya çıkan problemler genellikle rüzgar hızının değişken olması sebebiyle oluşan değişken yüklenme koşulları, güç elemanlarından kaynaklı harmonikler ve aşırı gerilimlerdir. Transformatör tasarımlarında bu değişken yüklenme koşulları ve gerilim değişimlerinin dikkate alınıp tasarım yapılması transformatör ömrünün uzamasında, rüzgar santrallerinde transformatörlerin daha az arızalanması ve dolayısıyla elektrik şebekesinde dengesiz yüklenmesinin önlenmesinde önemli katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada örnek bir rüzgar santralinin elektrik şebekesine bağlantısı ve yük akışı yapılarak rüzgar enerjisi sisteminin trafo ve güç kalitesine etkisi ETAP programı ile analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Transformatör, Rüzgar Santrali, Güç Kalitesi

Effect of Wind Energy Systems on Transformer and Power Quality

Abstract

Energy demand is increasing rapidly day by day. Therefore, with the increase in the need for energy in the world, renewable energy sources are seen as a solution to reduce the environmental impact of pollution and carbon emissions from fossil fuels. Electricity generation with wind energy, one of the renewable energy sources, is also in a rapid increase in our country. Wind energy is an energy source that is difficult to predict and maintain. This variability in wind energy can have serious effects on the power grid, the power equipment connected to the power grid, and especially the transformers operating on the grid. In this paper, power quality problems arising from wind energy, the connection of wind energy to the electricity grid and its effects on transformers are examined. The problems that occur in transformers are generally variable loading conditions due to variable wind speed, harmonics and over-voltages originating from power elements. Considering these variable loading conditions and voltage changes in transformer designs will make a significant contribution to prolonging the life of the transformer, less failure of transformers in wind power plants and therefore preventing unbalanced loading in the electricity grid. In this study, a sample wind power plant was connected to the electricity grid and its effect on the transformer and power quality was analyzed with the ETAP program by making the load flow.

Keywords: Transformer, Wind Power Plant , Power Quality

1. GİRİŞ

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı her geçen gün artmaktadır. Talebin artmasının nedeni, esas olarak nüfus artışı ve teknolojinin yeni eğiliminden kaynaklanmaktadır. Rüzgar enerjisi,

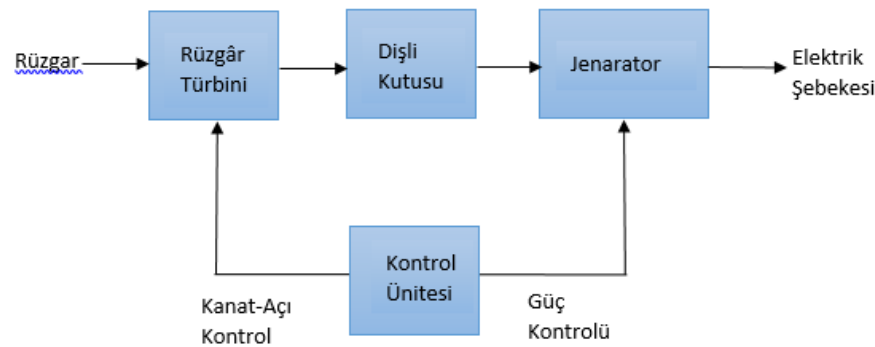
son beş yılda %20 yıllık büyüme oranı ile en hızlı büyüyen enerji kaynaklarından biridir. Kullandığımız konvansiyonel enerji üretim yöntemleri, sınırlı miktardaki fosil enerji kaynaklarına bağımlı oldukları için artan talebi karşılayamamaktadır. Fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması, çevre kirliliğini azaltması, enerji üretim maliyetini düşürmesi ve herhangi bir gaz emisyonu üretmemesi nedeniyle rüzgarın yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kullanımını önemli ölçüde artmaktadır. Konvansiyonel santrallerde planlanan üretim ile fiili üretim birbirine çok yakındır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarında tahmin ve üretim arasında önemli bir fark vardır. Rüzgar tahminlerinin çok iyi olmaması veya rüzgar hızının çok değişken olması, uzun vadeli bakım planlamasında ve rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde birçok zorluk yaratmaktadır. Rüzgar santrallerinin verimliliği önemli bir konudur.

Rüzgar santrallerinden elektrik enerjisi üretimi, elektrik şebekesinde dengesiz yüklenmeye yol açabilir ve elektrik şebekesinin yönetimini zorlaştırabilir. Bu santrallerin herhangi bir elektrik sistemine bağlanması elektrik güç kalitesine de etki etmektedir. Bu etkiler, gerilimdeki değişiklikler, elektrik şebekesindeki aşırı yük, dengesiz yüklenme, gerilimdeki kırışmalar, harmonikler ve gerilim düşüşleri ile kendini gösterir. Elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisinin kesintisiz ve kaliteli bir şekilde aktarılabilmesinde konutlarda kullanılan elektronik cihaz ve elektrik ile çalışan makinelere ve sanayide kullanılan endüstriyel elemanların zarar görmesini engelleyecektir. Rüzgar santrallerinde işletilen transformatörler, santralin en pahalı ve en kritik ekipmanlarından biridir. Rüzgar hızındaki değişimler ve bu değişimlerden kaynaklı etkilerden dolayı oluşan gerilim değişimleri, harmonikler, aşırı yüklenme, dengesiz yüklenme gibi etkiler transformatörün kararlı bir şekilde çalışmasına engel olup, transformatörün arızalanmasına, izolasyonlarının ömrünün azalmasına, ısınmasına ve dolayısıyla zaman zaman devreden çıkıp rüzgar santralının enerji üretmez hale gelmesine sebep olabilmektedir. Bu çalışmada rüzgar santrallerinden elektrik enerjisinin şebekeye entegrasyonu sonucunda trafolar üzerindeki etkiler ve güç kalitesindeki bozulmalar incelenmektedir.

2. Rüzgar Enerjisi Üretim Sistemi ve Rüzgar Türbini Çıkış Gücünü Etkileyen Faktörler

2.1. Rüzgar Enerjisi Üretim Sistemlerinin Prensipleri

Modern rüzgar enerjisi elektrik üretim sistemleri, Şekil 1'de gösterildiği gibi rüzgar enerjisi kaynakları, rüzgar türbinleri, kontrol cihazları, izleme görüntüleme cihazları gibi çeşitli ünitelerden oluşur. Rüzgar türbini, akan havanın kinetik enerjisini kesen ve rüzgar türbini kanadının rüzgar yönünde süpürülmüş alanındaki kinetik enerjinin bir kısmını faydalı mekanik enerjiye dönüştürür. Şanzıman, rüzgar türbini ile jeneratör arasındaki iletim mekanizmasıdır. Makine tarafından yakalanan mekanik enerji, jeneratöre iletilir; jeneratör, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür [1].



Şekil 1. Rüzgar enerjisi elektrik üretim sistemi blok diyagramı

2.2. Rüzgar Türbini Çıkış Gücünü Etkileyen Faktörler

Rüzgar türbininden üretilen elektrik enerjisi rüzgar hızına, hava yoğunluğuna ve ünitenin ana çalışma parametrelerine bağlıdır. Rüzgar hızının rüzgar türbini çıkış gücü üzerindeki etkisi büyüktür. Rüzgar hızı, ilk rüzgar hızı ile nominal rüzgar hızı arasında olduğunda, rüzgar türbininin çıkış gücü rüzgar hızı ile yaklaşık olarak doğru orantılıdır. Rüzgar hızı, nominal rüzgar hızı ile kesme rüzgar hızı arasında olduğunda, rüzgar türbini çıkış gücü nominal güce ulaşır. Rüzgar hızı, başlangıç rüzgar hızından düşük veya kesme rüzgar hızından büyük olduğunda, rüzgar türbini çıkış gücü sıfır olmaktadır.

Rüzgar hızı değişimini etkileyen en büyük etken türbülans şiddetidir ve rüzgar hızının standart sapmasının ortalama rüzgar hızına oranını ifade eder. Türbülansın varlığından dolayı türbin pervanelerinden geçen rüzgardan tam olarak yararlanılamamaktadır. Bu sebepten dolayı rüzgar türbinlerinden üretilen elektrik enerjisinde azalma meydana gelmektedir. Türbülans yoğunluğu rüzgar hızına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Farklı rüzgar hızları, farklı türbülans yoğunluğuna yol açar. Bu durumda ise rüzgar hızı daha büyük, türbülans yoğunluğu daha küçük olmaktadır [1]. Rüzgar enerjisinin yoğunluğu rüzgar türbinlerinden elektrik enerjisi üretimini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Aynı rüzgar türbini için, aynı rüzgar hızı olduğu durumda rüzgar enerjisi yoğunluğu ne kadar düşük olursa, yakalanan rüzgar enerjisi ve rüzgar türbininin çıkış gücü de o kadar küçük olur. Ayrıca çoğu rüzgar türbini üreticisi, rüzgar türbinlerini tasarlarken rüzgar enerjisi yoğunluğunun rüzgar türbinlerinin çıkış gücü üzerindeki etkisini dikkate almamaktadır. Çünkü rüzgar enerjisi yoğunluğu aynı alandaki meteorolojik koşullarda büyük ölçüde farklılık gösterebilmektedir.

3. Rüzgar Santrallerinin Elektrik Şebekesine Bağlantısı ve Etkileri

Elektrik şebekesi, bir ülkenin enerji ihtiyacını karşılaması için kritik derecede önemlidir. Elektrik şebekesi, zaman içerisinde elektrik şebekesinde oluşan değişimlere uyum sağlayabilmelidir. Şu anda, rüzgar santrallerinden gelen büyük güç iletimi, elektrik şebekesinin ana kaynaklarından. Rüzgar santrallerinin elektrik şebekesine entegre olması, üstesinden gelinmesi gereken yeni teknik ve bilimsel zorluklara neden olabilmektedir. Rüzgar santralleriyle ilgili temel zorluk, gerilim, frekans gibi temel parametrelerin uygun şekilde yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Rüzgar santrallerinden üretilen elektrik enerjisi üretimiyle sağlanan güç çıkışı tahmin edilmesi karmaşık ve oldukça değişkendir. Bu nedenle, rüzgar enerjisinin elektrik şebekesine entegrasyonunda, tahminin rastgeleliği ve karmaşıklığı, frekans-güç ayarının olmaması, gerilim regülasyonu eksikliği ve gerilim düşüşlerine duyarlılık gibi sorunlara neden olabilmektedir. Ayrıca, elektrik şebekesinin uygun koşullar altında kararlılığını sağlamak için penetrasyon hızı belirli bir eşiği aşmamalıdır. Enerji ve çevre politikalarının bir parçası olarak tasarlanan kesintili kaynaklardan olan rüzgar santralinden üretilen elektrik enerjisinin aşamalı olarak elektrik şebekesine entegrasyonu işleyişi, yönetimi ve planlaması konusunda yeni sorunlara neden olur. Özellikle, rüzgar türbinlerinden elektrik enerjisi üretiminde bir dalgalanma meydana gelmekte ve bu da tüketim çeşitliliğine eklenen elektrik sisteminin işleyişinde yeni gereksinimler doğurmaktadır ve enerji piyasasındaki enerji alışverişini gerçekleştirme yolunda bir dalgalanma oluşturmaktadır [4]. Elektrik şebekesinde güç akışı genellikle tek yönlüdür ve trafo merkezinden uzaklaştıkça aktif güç akışı azalır. Rüzgar santralleri şebekeye bağlandığında, rüzgar santrallerinden üretilen elektrik enerjisinin rastgeleliği ve değişkenliği nedeniyle, şebekeye güç akışında belirsizlik vardır ve bu da elektrik şebekesinin yük akış tahminini zorlaştırır. Ek olarak, elektrik şebekesinde akan akımın değişmesi sistem geriliminin uygun bir seviyeyi korumasını zorlaştırır ve trafoların kapasitesinin sınırlanmasına neden olabilir, böylece elektrik şebekesinin güvenilirliğini etkileyebilir [1]. Rüzgar kaynaklarının belirsizliği, rüzgar santrallerinin çıkış gücünün dalgalanmasına neden olur. Özellikle rüzgar hızı kısa sürede büyük ölçüde değiştiğinde, gerilim sapması, gerilim dalgalanması ve kırışması gibi etkilerle şebekenin güç kalitesini etkileyebilir, frekans dalgalanması, darbe akımı gibi etkiler oluşturabilir. Ayrıca rüzgar enerjisi sistemi çok sayıda güç elektroniği ekipmanı aracılığıyla elektrik şebekesine bağlıdır ve elektrik şebekesinde harmonik sorunlarına neden olabilir.

3.3. Rüzgar Santrallerinin Bölgesel ve Şebeke Genelindeki Bozucu Etkileri

Değişken üretim yapma karakteristikleri nedeniyle rüzgar santralleri konvansiyonel santrallerden çok farklıdır. Rüzgar santralleri toplam kurulu gücü arttıkça sistem üzerindeki bozucu etkileri ve bunların sebep olacağı tehlike de artmaktadır. Bölgesel etkiler, her bir santralin bağlı olduğu trafo merkezinde diğer rüzgar santrallerinden bağımsız olarak görülmektedir. Bölgesel bozucu etkiler, iletim hatlarında ve trafo merkezlerindeki gerilimlerde değişiklikler, koruma sistemleri, kısa devre arıza akımları ve şalt tesislerinde değişiklikler, arz kalitesinde değişiklikler (harmonik ve gerilim kırışması) olarak özetlenebilir. Arz kalitesi de kendi içinde harmonikler ve gerilim kırışması olarak ikiye ayrılmaktadır. Harmonikler, değişken hızlı rüzgar türbinlerinde kullanılan elektronik güç çeviricilerinden kaynaklanmaktadır. Gerilim kırışması ise sabit hızlı rüzgar türbinlerinin, mekanik dalgalanmaları elektrikselsel çıktıya aynen yansıtılmalarının sonucunda oluşmaktadır. Şebekeye olan bozucu etkileri arasında; Sistem dinamiği ve kararlılık, reaktif güç kontrolü ve gerilim, frekans kontrolü ve konvansiyonel santrallerde sık sık yük alma/yük atma sorunları bulunduğu bildirilmektedir.

Rüzgar santrallerinin sistem dinamiği ve kararlılığı üzerindeki bozucu etkileri, bu santrallerin türbinlerindeki jeneratör sistemlerinin konvansiyonel santrallerdeki senkron jeneratörlerden farklı olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu jeneratörlerin bağlantı noktasındaki gerilim ve frekansa bağlı tepkileri, diğer senkron jeneratörlerden farklılık göstermektedir. Değişken hızlı türbinlerin elektronik güç çeviricileri, gerilim düşümüne bağlı aşırı akımlara çok duyarlı olduğundan, küçük bir gerilim düşümünde bile bir bölgedeki rüzgar santralleri topluca açabilmekte, bu durumda şebekede çok önemli sorunlara yol açabilecek sistem kararlılığının korunması konusunda problemler meydana gelmektedir.

4. Rüzgar Santrallerinde Güç Kalitesi Problemleri

Güç kalitesi, düşük güç kalitesinin endüstride ekonomik kayıplara yol açtığından ve ayrıca ekipmana zarar verdiğinden dolayı güç sistemindeki en önemli konudur. En önemli güç kalitesi sorunları, gerilim düşmeleri, küçük kesintiler, uzun kesintiler, gerilim yükselmeleri, harmonik bozulma, gerilim dalgalanmaları, gerilim kırışması ve gerilim yükselmeleridir. Rüzgar akışı ve hızı sabit olmadığından, rüzgar santrallerinden üretilen elektrik enerjisinin, elektrik şebekesi ile entegrasyonu çok karmaşıktır ve sistemin verimliliğini etkilemeden sistemin güç kalitesini korumamız gerekir.

4.1. Harmonik Etkisi

Harmonikler, akımların ve gerilimlerin sinüsoidal salınımlarıdır. Harmonikler akımların veya gerilimlerin sinüsoidal olmayan bir biçime sahip olması durumunda meydana gelir. Harmonikler elektrik şebekelerinde doğrusal olmayan empedans özelliklerine sahip tüketiciler, güç elektroniği ekipmanları, elektrik makinelerinde doyumluk etkileri gibi sebeplerden kaynaklanabilir. Harmoniklerin, kondansatörlerin tahrip olmasına yol açabilecek dielektriklerin ve yalıtım malzemelerinin erken yaşlanması, frekans dalgalanma kontrol sistemlerinin bozulması ve koruyucu cihazlarda olası arızalar ve güç elektroniği ekipmanlarındaki işlevsel bozukluklar gibi etkileri vardır. Elektrik şebekesinde enerji kalitesinin sağlanması, harmoniklerin şebeke ile uyumlu bir seviyede sınırlandırılmasını gerektirir. Değişken hızlı jeneratörler ve hat komütasyonlu güç dönüştürücülerle donatılmış türbinler için, türbin sayısı ve dolayısıyla türbinlerden elde edilen güç arttıkça, harmoniklerin şebeke üzerinde daha belirgin bir etkisi gözlemlenebilir.

4.2. Sistem Dinamiği ve Kararlılığı Etkisi

Rüzgâr santrallerinin sistem dinamiği ve kararlılığı üzerindeki bozucu etkileri, bu santrallerin türbinlerindeki jeneratör sistemlerinin, konvansiyonel santrallerdeki senkron jeneratörlerden farklı olmalarından kaynaklanmaktadır. Değişken hızlı türbinlerin elektronik güç çeviricileri, gerilim düşümüne bağlı aşırı akımlara çok duyarlı olduğundan, küçük bir gerilim düşümünde bile, bir bölgedeki rüzgâr santralleri topluca devre dışı kalabilmektedir. Bu durumda, elektrik şebekesinde çok önemli sorunlara yol açabilecek sistem kararlılığının korunması konusunda problemler meydana gelmektedir. Rüzgar santrallerinin devre dışı olarak bağlantısının kesilmesi, ani gerilim düşmeleri ve arızalar gibi elektrik şebekesi üzerinde yaşanan şiddetli bozukluklar şebekeyi daha çok etkileyebilir.

Eğer rüzgar santrali devre dışı kalırsa, bu önemli üretim kaybına yol açabilir. Bu durum, enerji dağıtım istasyonlarındaki aşırı yükü kaldırmak için, belirli bölgelerde kısa süreli elektrik kesintilerine, hatta daha kötü durumda sistemin çökmesine sebep olabilir. Bundan dolayı, bağlantı noktasındaki gerilim seviyesine bağlı olarak, şebeke operatörleri, rüzgar santrallerinin hata taşıma yeteneğine sahip olmasına ihtiyaç duyabilirler. Böylece belirlenmiş olan ani gerilim düşmelerine karşı koyabilirler.

4.3. Reaktif Güç Üretimi ve Gerilim Kontrolü Üzerindeki Etkileri

Güç sistemleri içinde, enerji iletim hatları, transformatörler ve yükler gibi farklı tip bileşenler genellikle reaktif güç tüketirler. Reaktif güç tüketimini kompanze etmek ve elektrik şebekesinde güç iletimini sağlamak için, elektrik üretim santralleri veya kondansatör grupları gibi diğer tip cihazlar tarafından kapasitif güç sağlanmalıdır. Rüzgar santralleri de diğer üretim sistemleri gibi bu kompanzasyona katılmak zorunda kalabilir. Reaktif güç üretimi ve gerilim kontrolü üzerindeki etkileri, rüzgar santrallerinin reaktif güç çıkışı kapasitesine bağlı olarak, rüzgar santrallerinin tesis edileceği yere göre, elektrik şebekesine uyumluluğuna bağlı olarak değişebilir (rüzgâr türbinlerinin çıkış gerilimleri, göreceli olarak daha düşük olup, şebekenin genellikle zayıf olduğu uzak noktalarda kurulmaktadır).

4.4 Ani Gerilim Düşümü

Ani gerilim düşümü nominal gerilimin 1% ile 90% arasındaki ani bir düşümün ardından 1 milisaniye ile 1 dakika arasında normale dönmesi olarak tanımlanır. Bir yıl içerisinde beklenen gerilim düşümü sayısı 10 ile 1000 arasında değişebilir. Nominal gerilimin 10% ile 15% arasındaki düşüşleri genellikle yüklerin değişmesinden kaynaklanırken daha büyük düşüşler arızalardan kaynaklanabilir. Bir rüzgar santrali devreye alınırken nominal gerilimde ani bir azalma meydana gelebilir ancak kısa bir süre sonra normale döner. Her rüzgar santralinde gerilim değişim faktörü $k_u (\psi_k)$ ve S_n nominal görünür güç, S_k ise kısa devre gücü ile tanımlanırsa ani gerilim düşümü (d) şu şekilde ifade edilebilir;

$$d = 100 \cdot k_u (\psi_k) \cdot S_n / S_k \quad (1)$$

Bir rüzgar santralinde tüm rüzgar türbinlerinin aynı anda devreye alınması olası olmadığından burada rüzgar türbin sayısı önemli değildir [10].

4.5. Gerilim Kırpışması Etkisi (Flicker)

Elektrik şebekesi gerilimindeki periyodik ve periyodik olmayan dalgalanmalar, aydınlatma lambalarındaki parlaklıkta değişikliklere neden olur ve bu da ışığın "kırpışmasına" neden olur. Gerilim kırpışması etkisi rüzgar santralinde çıkış gerilimini etkileyen hızlı gerilim değişimidir. Bu durum bölgedeki rüzgar hızının çok değişken olabildiği için rüzgar santrallerinden elektrik üretiminde sıkça görülmektedir. Elektrik şebekesindeki gerilim dalgalanmalarının nedeni olarak gerilim kırpışması etkisi gösterilebilir. Gerilim kırpışması etkisi bölgedeki rüzgar hızının değişiminden kaynaklanır. Rüzgar santrallerinin devreye girip çıkmasıyla gerilim kırpışması etkisi ortaya çıkabilir. Gerilim kırpışması etkisi türbin pervanelerinin eğimindeki hatalardan, pervanelerin yalpalamasından, rotorun ayarlanmasından kaynaklanabilir. Gerilim kırpışması etkisi kısa süreli ve uzun süreli olmak üzere iki şekilde değerlendirilebilir. Kısa süreli gerilim kırpışması etkisi 10 dakikalık periyotlarla ölçülür. Uzun süreli gerilim kırpışması etkisi ise 2 saatlik periyotlar halinde ölçülebileceği gibi yük döngüsü ve uzun süreli gerilim kırpışması etkileri gözlenerek de ölçülebilir. Gerilim kırpışması etkisi gerilim değişiminin değeri ile orantılıdır.

5. Rüzgar Santrallerinin Transformatörler Üzerine Etkileri

Rüzgar türbinlerinde karşılaşılan arızalar elektriksel, mekaniksel, korozyon ve kimyasal arızalar olarak sınıflandırılabilir. Bu arızalardan dolayı rüzgar türbini trafolarında oluşan arızalar rüzgar enerjisinden elektrik üretimine büyük etkileri bulunmaktadır. Rüzgar türbini trafoları birçok elektriksel problemle karşılaşmaktadır. Bu genellikle değişken rüzgar hızından kaynaklanır. Bu arızalarda trafonun ömrünü azaltmakta ve zamanından erken arızalanmasına yol açmaktadır.

5.1. Harmonik Etkisi

Transformatörler, elektrik dağıtımındaki en önemli ekipmanlardan biridir. Bu güç sistemi elemanları, elektrik enerjisinin son kullanıcılara iletilmesini sağlar ve güç talebine bağlı olarak gerilim regülasyonu ve güç kayıplarının davranışını belirler. Güç kalitesi bozuklukları, yük dengesizliği, harmonikler gibi transformatörün izolasyonunda yaşlanmaya sebep olur ve bu da transformatörün ömrünü azaltır. Harmonikler ve aşırı yüklenme yalıtım ömrünün azalmasına neden olan en önemli sebeplerdir. Harmoniklerin etkileri, kayıplar ve sıcaklık artışları aracılığıyla araştırılabilir ve tahmini transformatör ömrünün hesaplanmasına yardımcı olabilir.

Harmonikler, akımların ve gerilimlerin sinüsoidal salınımlarıdır. Harmonikler akımların veya gerilimlerin sinüsoidal olmayan bir biçime sahip olması durumunda meydana gelir. Harmonikler elektrik şebekelerinde doğrusal olmayan empedans özelliklerine sahip tüketiciler, güç elektroniği ekipmanları, elektrik makinelerinde doyumluk etkilerinden kaynaklanabilir. Yağlı tip dağıtım transformatörlerinde harmoniklerden kaynaklı elektriksel yalıtımın hasar karakteri, termal ve elektriksel olarak analiz edilebilir. Elektriksel olarak, boşta kayıplar ve yükte kayıplara harmoniklerden gelen ek kayıplar da dahil edilerek transformatörün soğutulabilmesi için atılması gereken ek ısı miktarı hesaplanabilir. Termal olarak incelenirken, güç kayıplarının ürettiği etkilerin, sıcaklık değişimlerinin ve transformatörün termal özelliklerinin karakteristiğinin incelenmesine olanak sağlar.

Elektriksel ve termik olarak incelenirken transformatör parametreleriyle, dağıtım trafosunun güç kayıplarından kaynaklanan ısı transferi belirlenebilir. Transformatörde kullanılan malzemelerin çeşitliliği nedeniyle (çekirdek, sargı, yağ, izolasyon malzemesi) elektriksel olarak ve doğal ortamı (transformatörden ortama ısı akışı..) ile oldukça karmaşık bir etkileşime sahip olduğu bilinmektedir. Termal model ile yaşlanma faktörü için hot-spot (sıcak nokta sıcaklığı) ve en yüksek yağ sıcaklığı değerlendirilir.

5.2. Düşük Gerilim Arızası

Transformatörler, arızaların oluşması nedeniyle devreden çıkar ve arızaların giderilmesinden sonra tekrar devreye alınır. Şebeke istikrarı için rüzgar santrali jeneratörlerinin arızalar sırasında çalışır durumda kalması gerekir. Bu arızalar şebeke istikrarı için dikkate alınmalıdır. Buna düşük gerilim arızası sürmesi denir. Bu arıza, rüzgar türbini transformatörlerine geleneksel enerji kaynaklarına bağlı bir transformatöre göre daha fazla elektriksel, mekanik ve termal stres uygular. Rüzgar türbini trafolarının tasarımı sırasında bu nokta dikkate alınmalıdır.

5.3. Aşırı Gerilim

Rüzgar türbininde kullanılan yükseltici trafolar aşırı gerilim kapasitesine sahip değildir. Aşırı yüklenmeye de uygun değildir ve jeneratör çıkış gerilimine göre tasarlanırlar. Endüstriyel uygulamalarda tasarlanan trafolar nominal gerilimin 105% sine kadar dayanabilir. Ancak yeni eğilimlerde 115% aşırı gerilime göre trafolar yapılmakta ancak bu da kısmi deşarja ve bazı hatalara sebep olmaktadır. Bu çalışma koşulları ve faktörler trafo üreticisi tarafından belirlenmeli ve dikkate alınmalıdır. Aşırı gerilimler de trafonun ömrünü azaltmaktadır.

5.4. Değişken Yüklenme Koşulları

Değişken rüzgar koşulları, rüzgar santrali trafolarında, standart dağıtım trafolarından farklı olarak değişken yüklenmesine sebep olmaktadır. Ana problemlerden biri ise rüzgar koşullarından kaynaklı oluşan boşa kayıplardır. Rüzgar türbini jeneratörleri eğer rüzgar hızı belirli bir değerin altındaysa enerji üretimi yapmaz. Bu durum da trafoyu hafif yüklenme koşullarında çalışmasına sebep olarak çekirdek kayıplarını artırır. Rüzgar türbini transformatörlerinin yerel iklim koşullarına bağımlılığı, ortalama yük faktöründe bir azalmaya yol açabilir. Rüzgar türbini transformatörlerinde yük değişimi döngüseldir. Geleneksel transformatörlerden farklı olarak, döngüsel yük değişimleri rüzgar türbini transformatörlerinde günde birkaç kez meydana gelir. Yük değişimi, trafo içinden akan akımın değişmesine yol açar. Değişken yükler, transformatör sargısının ve yalıtımın termal gerilmesine yol açan termal döngü oluşturur. Termal döngü, transformatör elektrik bağlantılarının yaşlanmasını ve hasar görmesini hızlandırır. Kısmi deşarjların ve sıcak noktaların oluşturulması da yalıtıma zarar verir.

5.5. Anahtarlama ve Geçici Aşırı Gerilimler

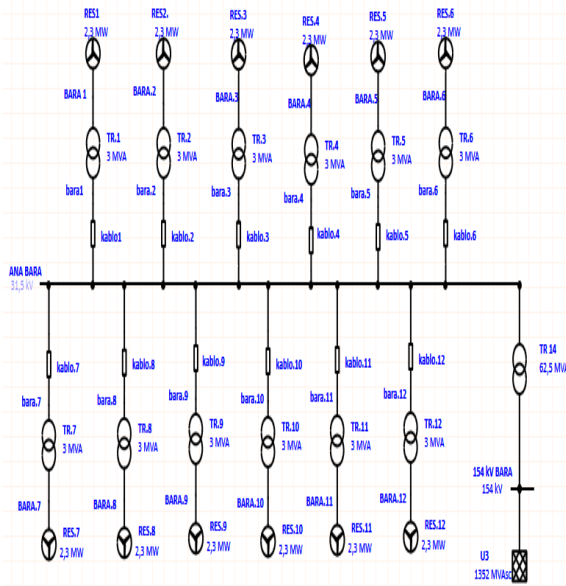
Rüzgar özelliklerindeki geniş dalgalanma nedeniyle, anahtarlama işlemi rüzgar türbini transformatörlerinde günde birkaç kez gerçekleşir. Devre kesiciler tarafından anahtarlama işlemi, akım kesilmesinden dolayı geçici aşırı gerilime neden olur. Bu tür olaylar, sargı içinde büyük salınımlı gerilimi tetikler. Bu gerilimler trafo dielektrik arızalarına neden olur ve trafonun ömrünü kısaltır.

6. Örnek Rüzgar Santrali İçin Güç Akış Simülasyonu

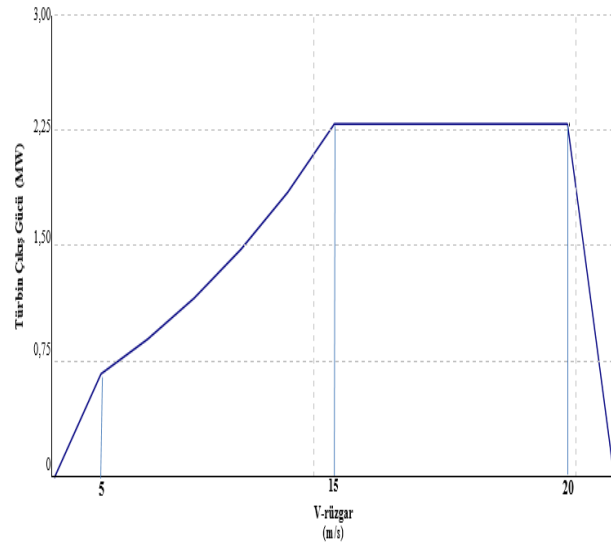
Örnek bir rüzgar santralinin elektrik şebekesine bağlantısı ve yük akışı yapılarak trafo ve güç kalitesine etkisi ETAP programı ile [7] nolu kaynaktaki veriler kullanılarak oluşturulan tek hat şemasında yük akış analizi yapılmıştır. Bu analizde, 12 adet 2,3 MW 'lık rüzgar türbini bulunmaktadır. Her bir rüzgar türbinine bağlı 3 MVA 31,5/0,69 kV'lik transformatör ve bu tüm transformatörlerin bağlı olduğu 62,5 MVA 154/34,5kV'lık bir transformatör yer almaktadır. Transformatör ve rüzgar türbin parametreleri [7] nolu kaynaktaki veriler ve ETAP programının önerdiği özellikler kullanılmıştır.

Yapılan simülasyonda rüzgar hızının türbin çıkış gücü üzerine etkisi incelenmiştir. Şekil 3'te başlangıç rüzgar hızı 5 m/s, nominal rüzgar hızı 15 m/s, kesme rüzgar hızı 20 m/s olarak görülmektedir. Şekil 3 incelendiğinde rüzgar hızı, ilk rüzgar hızı ile nominal rüzgar hızı arasında olduğunda türbinden elde edilen güç doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Rüzgar hızı nominal rüzgar hızından kesme rüzgar hızına ulaşana kadar ise türbin çıkış gücü maksimum güce ulaşip sabit olarak görülmektedir. Rüzgar

hızı kesme rüzgar hızından büyük olduğunda ise türbin devreden çıkmakta ve güç üretimi hızla azaldığı görülmektedir.



Şekil 2. Rüzgar santrali tek hat şeması



Şekil 3. Rüzgar hızına göre türbinden elde edilen güç

7. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde ve dünyada rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin yaygınlaşmasıyla elektrik şebekesinde ve rüzgar santrallerinde kullanılan transformatörlerde çeşitli problemler ortaya çıkmaktadır. Transformatörlerde ortaya çıkan problemler genellikle rüzgar hızının değişken olması sebebiyle oluşan değişken yüklenme koşulları, güç elemanlarından kaynaklı harmonikler ve aşırı gerilimlerdir. Transformatör tasarımlarında bu değişken yüklenme koşulları ve gerilim değişimlerinin dikkate alınıp tasarım yapılması transformatör ömrünün uzamasında, rüzgar santrallerinde transformatörlerin daha az arızalanması ve dolayısıyla elektrik şebekesinde dengesiz yüklenmesinin önlenmesinde önemli katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada, örnek bir rüzgar santralinin elektrik şebekesine bağlantısı ve yük akışı analizi ETAP programı ile yapılarak, rüzgar enerjisi elektrik üretim sisteminin enerji üretiminde kullanılan transformatörlere ve güç kalitesine etkisi analiz edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmada 2210-D Yurt İçi Sanayiye Yönelik Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında destekleyen TÜBİTAK'a, yüksek lisans çalışması için gerekli imkan ve koşulları sağlayan şirket Schneider Electric'e teşekkürü borç biliriz.

Kaynakça

- [1] Xiaoming, W ., Yuguang, X., Bo, G., Yuanjie, Z., Fan, C. (2018), Analysis of Factors Affecting Wind Farm Output Power, IEEE.
- [2] Yeşil, M ., Kose, A., Irmak, E. (2019), Effects of Change in Wind Energy Generation on the Power Grid Angle, IEEE, 12-15 June.
- [3] Güler, E ., Kandemir, S. (2021), Evaluation of Wind Power Plant Potentials in the Marmara Region, Turkey via TOPSIS and PROMETHEE Methods, IWEC.
- [4] Benzohra, O., Echcharqaouy, S., Faraija, F., Saifaoui, D. (2020), Integrating wind energy into the power grid: Impact and solutions, Volume 30, Part 4, Pages 987-992
- [5] Mantilla, H., Merchan, M., Pavas, A., Tovar, I. (2015), Modeling of a Distribution Transformer Performance Operating under Harmonic Polluted Conditions, IEEE.
- [6] Amita, A., Sinha, A. (2018), Power Quality Comparison of Grid Connected Wind Energy System with STATCOM and UPQC ICICS.
- [7] Uzunlar, F., Güler, Ö., Kalenderli, Ö. (2015), Grid Connection and Power Quality Optimization of Wind Power Plants, ELECO.
- [8] Atabey, G., Tezcan, S. (2017), Rüzgar santrallerinin modellenmesi ve rüzgar iletim sistemi üzerindeki etkilerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi.

- [9] Heier, S. (2014), Grid integration of wind energy, UK Copyright, Designs and Patents Act 1988.
- [10] J. O. G. Tande and N. Jenkins. (2003), Grid Integration of Wind Farms, *Wind Energ.* 2003; 6:281–295 (DOI: 10.1002/we.91)
- [11] T. Ackermann, Ed., *Wind Power in Power Systems*, 2005, Chichester, England: John Wiley Sons, Ltd.
- [12] Sharad W. Mohod and Mohan V. Aware, Aug 2011, "PQ issues and its improvement in wind energy generation interface to grid system."
- [13] D. Devraj, R. Jeevjayothi, "Impact of fixed and variable speed wind turbine systems on power systems voltage stability enhancement", IET Conf. on Renewable Power Generation (RPG 2011), Edinburgh, UK, Sept 2011.
- [14] M. EL-Shimy, M. A. L. Badr, O. M. Rassen, "Impact of large scale wind power on power system stability," 12 International Middle-East Power System Conference, pp. 630-636, 12-15 March 2008

KENTSEL YEŞİL ALANLARDA KOKULU BİTKİLERİN KULLANIMI

Elif Bozdoğan Sert

İskenderun Teknik Üniversitesi / Mimarlık Fakültesi / Peyzaj Mimarlığı Bölümü
elif.bozdogansert@iste.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4812-2360

Özgür Kahraman

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Mimarlık ve Tasarım Fakültesi / Peyzaj Mimarlığı Bölümü
ozgurkahraman@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1336-9942

Sema Güler

Mustafa Kemal Üniversitesi / Mimarlık Fakültesi / Peyzaj Mimarlığı Bölümü
semaguler@mku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0605-6825

Özet

Kentsel alanlarda süs bitkileri kullanılarak yapılan bitkilendirme çalışmaları çok eski çağlardan beri sürmektedir. Günümüzde de doğaya olan özlem süs bitkilerinin estetik ve fonksiyonel özellikleri ile yeşil alanlarda kullanılmasına neden olmaktadır. Süs bitkilerinin en etkili özelliklerinden biri de sahip olduğu tatlı/acı, hafif, keskin/ağır kokularıdır. Hoş koku, insan psikolojisi üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Bu nedenle hoş kokulu bitki türleri bireyler tarafından daha fazla tercih edilebilmektedir. Kokulu türlerin iyileştirme bahçeleri ve engelli bireyler için tasarlanan alanlarda etkili olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, İskenderun (Hatay) ilçe merkezinde yer alan yeşil alanlarda koku özellikleri ile bitkisel tasarımlarda tercih edilen otsu-yarı odunsu/odunsu türlerin tespit edilerek, kullanım özelliklerinin ortaya konulmasıdır. Bu kapsamda bitkilerin koku özelliği taşıyan kısımları ile koku düzeyleri ele alınmış, kentsel yeşil alanlara sağladığı katkılar estetik ve fonksiyonel özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışma, Nisan-Ağustos 2021 tarihleri arasında 3 aşamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmanın birinci aşamasında konu ile ilgili bilgiler bir araya getirilmiştir. Kavramsal çerçeve ve çalışma alanının kapsamı ortaya konulmuştur. Buna göre; çalışmanın yürütüldüğü yeşil alanlar yeşil dokunun yoğun olduğu mahallelerdeki ev bahçeleri, kamu kurumu bahçeleri, parklar ve kent içi yollardır. Çalışmanın ikinci aşamasında seçilen alanlarda bulunan odunsu ve otsu/yarı odunsu kokulu bitki türleri yerinde gözlemlerle tespit edilmiş; kokulu kısımları ve koku düzeyleri belirlenmiştir. Bu aşamada türlerin kullanım amaçları estetik ve fonksiyonel katkıları açılarından ele alınmıştır. Çalışmanın üçüncü aşamasında, kokulu bitki türlerinin kentsel yeşil alanlardaki kullanım özellikleri açısından değerlendirmeler yapılmış; bitkilendirme tasarımlarında tercih edilmelerine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel yeşil alan, süs bitkileri, bitkisel tasarım, koku

USE OF FRAGRANT PLANTS IN URBAN GREEN AREAS

Abstract

Planting studies using ornamental plants in urban areas have been encountered since ancient times. Today, the longing for nature causes ornamental plants to be used in green areas with their aesthetic and functional properties. One of the most effective features of ornamental plants is their sweet/bitter, light, sharp/heavy fragrance. The sweet fragrance has a positive effect on human psychology. For this reason, fragrant plant species may be preferred more by individuals. It is thought that fragrant species will be effective in healing gardens and places designed for disabled individuals. The aim of this study is to determine the herbaceous-semi-woody/woody species preferred in planting design with their fragrance characteristics in green areas located in city center of Iskenderun (Hatay) district and and to reveal their usage characteristics. In this context, the parts of the plants with fragrance characteristics and their fragrance levels were discussed. And their contributions to urban green spaces were evaluated in terms of their aesthetic and functional properties. The study was carried out in 3 stages between April and August 2021. In the first stage of the study, information about the subject was gathered. The conceptual framework and the scope of the study area were presented. Accordingly, the green areas where the study was carried out are gardens in neighbourhoods with dense green texture, public institution gardens, parks and urban roads. In the second stage of the study, woody and herbaceous/semi-woody fragrant plant

species were determined by on-site observations; fragrant parts of these species and fragrance levels were determined. At this stage, usage purposes of the species were discussed in terms of their aesthetical and functional contributions. At the third stage, evaluations were made in terms of the use of fragrant plant species in urban green areas; suggestions have been developed for their preference in planting designs.

Keywords: Urban green area, ornamental plants, planting design, fragrance

1. GİRİŞ

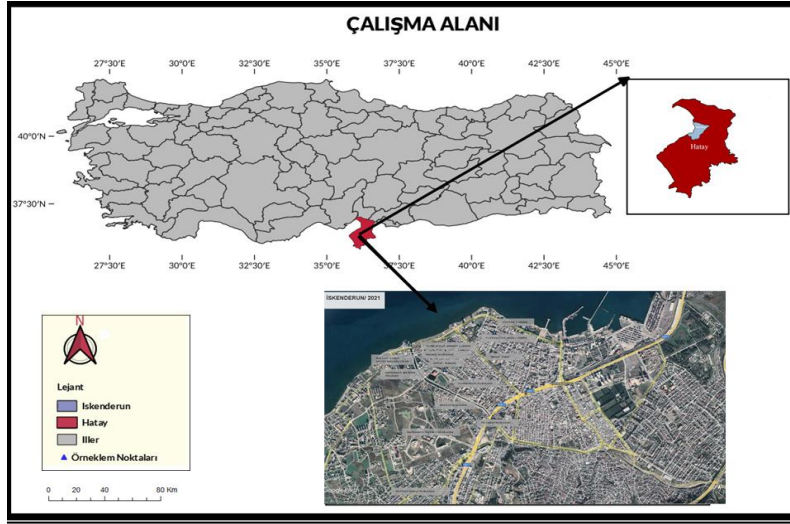
Kentsel alanlarda süs bitkileri kullanılarak yapılan bitkilendirme çalışmaları çok eski çağlardan beri sürmektedir. Günümüzde kentlerdeki yeşil alanların yerini sert zeminlere bırakması, insanoğlunun doğaya duyduğu özlemi ve doğa ile iç içe yaşama isteğini arttırmaktadır. Bitkiler, kullanıcıların istek ve ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde mekâna estetik ve işlevsel olarak katkıda bulunmak amacıyla bitkilendirme tasarımlarında kullanılmakta, insan-toplum-doğa arasındaki bağlantının kurulmasında önem taşımaktadır (Dirik, 2008; Pouya ve Demir, 2017; Yeşil, 2017). Renk, doku, şekil, form gibi estetik özellikleri ile gölge sağlama, perdeleme, vurgu-odak noktası oluşturma, yönlendirme, iklimi düzenleme, gıda eldesi ve biyolojik çeşitliliğe katkı sağlama gibi fonksiyonel özellikleriyle kullanılmaktadır (Dirik, 2008; Bozdoğan Sert ve ark., 2020; Pouya, 2019). Bitkiler, insanlarda yaşama sevinci ve huzur duygusunu arttırarak motivasyon sağlamakta; zamanı hatırlatmaktadır (Jo ve ark., 2013). Bitkilerin en güçlü ve etkileyici özelliklerinden biri de yaprak, çiçek ya da diğer organlarında oluşturduğu tatlı ya da acı, hafif ya da keskin-ağır kokularıdır (Coşkun, 2011; Acar ve Polat, 2019; Şakar, 2011). Latince “fumum” kelimesinden türetilen ve “duman” anlamına gelen koku kelimesi, “nesnelere yayılan küçük zerreciklerin burun zarı üzerindeki sinirlerde uyandırdığı his” olarak tanımlanmaktadır (Çerikan, 2020). Koku, insanların duyu dünyasını etkileyerek bir takım davranışların oluşmasına yol açmaktadır. Bu etki, insanlık tarihi kadar eski dönemlerde keşfedilmiştir. Yapılan çalışmalar, koku etkisinin sadece psikolojik değil, fizyolojik, davranış ve kavrama-algılama yetenekleri üzerinde de doğrudan etkileri bulunduğunu ortaya koymaktadır. Hoş kokular zamanı ve mekânı hatırlatarak hafızada güçlü etkiler yaratmakta ve bellekte geri çağırmaı kolaylaştırmaktadır. Lavanta kokusu kaygıyı azaltarak duyu durumunu olumlu etkilemekte; daha uzun süre uyuma sağlamakta, stresi hafifletmekte, hesaplama hızı ve doğru hesaplama yüzdesini arttırabilmektedir. Gül kokusu, stresin neden olduğu baş ağrısını azaltarak kişileri rahatlatmakta ve uyku bozukluklarını düzenleyebilmektedir (Özçelik ve ark., 2011; Jo ve ark., 2013; Akben ve Coşkun, 2018; Acar ve Polat, 2019; Mimarlar, 2020). Koku, canlılar aleminde haberleşmede etkili mükemmel bir sinyal aracıdır. Özellikle çiçekler, görsel özellikleri, içerdikleri nektar, polen, reçine ve koku kimyasalları ile tozlaşmada etkili olan canlılara besin ve yaşam ortamı sağlayarak kendisine çekmekte ve tozlaşmada rol almaktadır (Dobson, 2006; Majetic ve ark., 2009). Böylece türlerin devamlılığı sağlanmakta ve biyolojik çeşitlilik korunmaktadır (Koul ve ark., 2008). Kokunun bulunduğu ortamda olumlu etki yaratması aromatik bitkilerin özellikle parfüm yapımında kullanılmasına neden olmuştur (Coşkun, 2011; Özçelik ve ark. 2011; Çerikan, 2020). Yeşil alanlarda bitkilerin sahip oldukları koku ile bulunduğu mekânla birliktelik bireylerin algılarını değiştirebilmektedir. Bu nedenle koku odaklı yürüyüş yollarında manolya, sümbül vb. türler kullanılabilir. Bu kapsamda koku yoğunluğu, koku sıklığı, bitki yoğunluğu, bitkiye olan mesafe, bitki boyu ve kokuya maruz kalma süresi insanlarda ortaya çıkan algıları değiştirebilmektedir (Song ve Wu, 2022). Koku, Türk bahçelerinde ağaç tercihlerinde de önemli bir parametre olmuştur. Osmanlı Dönemi’nde de kokulu bitkilerin (ıhlamur, gül, yasemin, filbahri, lale, sümbül, reyhan, karanfil, şebboy, vb.) psikolojik katkıları nedeniyle kullanımına önem verilmiştir (Çınar ve Kırcı, 2010; Khabbazi ve Erdoğan, 2012; Hatunoğlu, 2014). Keskin kokulu bitkilerle yapılan tasarımlar aynı zamanda görme engelli bireylerin koku duygusunu kullanarak yön bulmaları ve mekân hafızası oluşturmaları açısından önem kazanmıştır (Mimarlar, 2020).

Bu çalışmanın amacı, İskenderun ilçe merkezinde yer alan yeşil alanlarda koku özellikleri nedeniyle bitkisel tasarımlarda tercih edilen otsu/odunsu türlerin tespit edilmesi ve bu türlerin kullanım özelliklerinin ortaya konulmasıdır. Bu kapsamda bitkilerin koku özelliği taşıyan kısımları ile koku düzeyleri ele alınmış, kentsel yeşil alanlara sağladığı katkılar estetik ve fonksiyonel özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın kokulu bitkilerin tanıtılmasında ve tasarımlarda ağırlık kazanmasında etkili olacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma Ağustos-Ekim 2021 tarihleri ayında Hatay ilinin nüfus bakımından en büyük ikinci ilçesi olan İskenderun kent merkezindeki yeşil alanlarda yürütülmüştür (Şekil 1). İskenderun, 36° 43' 43" - 36° 21' 35" kuzey enlemleri ile 36° 21' 34" - 36° 16' 13" doğu boylamları arasında konumlanmıştır. Amanos Dağları ile Akdeniz arasında yer alan kent, 45 mahalleden oluşmakta; 247 km²'lik alan kaplamaktadır. 2019 yılı verilerine göre 250.964 nüfusu ile ilin en yüksek nüfusa sahip ikinci ilçesidir. İlçede Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazlar sıcak ve kurak; kışlar ise ılık ve yağışlıdır (HGK, 2014; Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2019; Hatay Valiliği, 2021).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

2.2. Yöntem

Çalışma, 3 aşamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmanın ilk aşamasında konu ile ilgili literatür taraması yapılarak kavramsal çerçeve oluşturulmuş; bununla birlikte çalışma alanının kapsamı belirlenmiştir. Buna göre; çalışmanın yürütüldüğü yeşil alanlar yeşil dokunun yoğun olarak bulunduğu mahallelerde (Cumhuriyet, Meydan, Mustafa Kemal, Pınarbaşı, Piri Reis) yer alan 100 ev bahçesi, kamu kurumu bahçesi (İskenderun Teknik Üniversitesi Kampüsü-Merkez Kampüs, Konservatuar, İskenderun Belediyesi), parklar (Millet Parkı, Sahil bandı) ve kent içi yollar (Atatürk Bulvarı, Fatih Sultan Mehmet Caddesi, Yavuz Sultan Selim Caddesi) olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında seçilen alanlarda bulunan odunsu ve otsu/yarı-odunsu kokulu bitki türleri yerinde gözlemlerle tespit edilmiş; kokulu kısımları (yaprak, çiçek) ve koku düzeyleri (az, orta, çok) belirlenmiştir. Bu aşamada türlerin estetik (yaprak, çiçek, meyve, form) ve fonksiyonel (perdeleme, gölge oluşturma, sınırlandırma, odak oluşturma, yönlendirme) amaçlarla kullanım özellikleri belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü aşaması değerlendirme aşamasıdır. Bu aşamada çalışma alanında kullanılan kokulu bitki türlerinin kentsel yeşil alanlarda peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanımlarına yönelik değerlendirmeler yapılmış; bitkilendirme tasarımlarında tercih edilmelerine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Nisan-Ağustos 2021 tarihleri arasında İskenderun ilçesi kent merkezindeki yeşil alanlarda yürütülen çalışma sonucunda elde edilen veriler odunsu ve otsu bitkiler açısından değerlendirilmiştir. Buna göre; çalışma alanında koku özelliği olan 53 odunsu; 26 otsu olmak üzere toplam 79 tür tespit edilmiştir. Odunsu türlere ait bilgiler Tablo 1'de; otsu türlere ait veriler Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre; odunsu nitelikteki kokulu bitki türlerinin 45'inin çiçeği, 12'sinin de yaprağı belirli düzeyde kokuya sahiptir. Koku düzeyleri açısından değerlendirildiğinde; odunsu türlerin 20'si çok yüksek; 21'i orta düzeyde, 12'si ise düşük düzeyde kokuludur. Kentsel yeşil alanlarda kullanılan bu türler en yüksek düzeyde (44 tür) yaprağının estetik niteliği ile kullanılırken; 42 tür çiçek, 26 tür form, 23 tür meyvesi ile etkilidir. En düşük düzeyde (3 tür) de gövdesinin estetik niteliği ile kullanılmaktadır. Fonksiyonel olarak ise; 35 tür odak noktası oluşturma, 27 tür yönlendirme, 23 tür gölge oluşturma, 17 tür perdeleme, 7 tür ise

sınırlandırma amaçlı kullanılmaktadır. Koku özelliğine sahip bu türler kent içerisinde farklı yeşil alanlarda yoğun olarak görülmektedir. Türler, ev bahçelerinde (32 tür) ve parklarda (32 tür) en fazla bulunurken; bunları sırasıyla, kamu kurumu bahçeleri (26 tür) ve kent içi yollar (18 tür) izlemektedir. Otsu nitelikteki kokulu bitki türlerinin 20'sinin çiçeği, 10'unun da yaprağı belirli düzeyde kokuya sahiptir. Koku düzeyleri açısından değerlendirildiğinde; otsu türlerin 14'ü çok yüksek; 3'ü orta düzeyde, 9'u ise düşük düzeyde kokuludur. Kentsel yeşil alanlarda kullanılan bu türler en yüksek düzeyde (20 tür) çiçeğinin estetik niteliği ile kullanılırken; 17 tür yaprak, 7 tür formu, 1 tür meyvesi ile etkilidir. Gövdesi ile etkili bir türe rastlanmamıştır. Fonksiyonel olarak ise; 20 tür sınırlandırma, 20 tür odak noktası oluşturma, 14 tür yönlendirme, 3 tür perdeleme, 1 tür gölge oluşturma amaçlı kullanılmaktadır. Koku özelliğine sahip bu türler kent içerisinde farklı yeşil alanlarda sınırlı olarak kullanıldığı görülmektedir. Türler, ev bahçelerinde (22 tür) en fazla bulunurken; bunu sırasıyla parklar (6 tür), kamu kurumu bahçeleri (4 tür) ve kent içi yollar (3 tür) izlemektedir. Elde edilen veriler odunsu ve otsu türlerin kentsel alanda kullanım yoğunluklarının benzer olduğunu göstermektedir.

Türler bazında bir değerlendirme yapıldığında ise odunsu türler içerisinde yaprağı ya da çiçeği yüksek düzeyde kokuya sahip 20 tür arasında çiçeklerinin kokusu ile ön planda olan bitkiler vardır. Bu türler arasında çiçek kokusu çok yoğun olan *Brugmansia suaveolens*, *Cestrum noctornum*, *Citrus* türleri, *Elaeagnus angustifolia*, *Eriobotrya japonica*, *Jasminum officinalis*, *J. sambac*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera caprifolium*, *Melia azedarach*, *Nerium oleander*, *Paulownia tomentosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Wisteria sinensis* yer almaktadır. Otsu türler arasında ise *Chrysanthemum indicum*, *Fresia hybrida*, *Iris germanica*, *Lilium candidum*, *Matthiola incana*, *Mirabilis jalapa*, *Zantedescia aethiopica* yer almaktadır. Çalışma kapsamında en yoğun koku özelliğine sahip ve yeşil alanlarda yoğun kullanılan odunsu türler değerlendirildiğinde 3 tür ön plana çıkmıştır. *Citrus aurantium* hem yaprağı hem de çiçeğinin kokusu ile kentsel yeşil alanlarda yaprak, çiçek ve meyvesi ile estetik amaçlarla; gölge oluşturma, odak noktası oluşturma ve yönlendirme amacıyla fonksiyonel olarak kullanılmaktadır. *Laurus nobilis* türü yapraklarının kokusu ile oldukça etkili olup; kentsel yeşil alanlarda yaprak, meyve ve form özelliği ile estetik amaçlarla; perdeleme, gölge oluşturma, odak noktası oluşturma ve yönlendirme ile fonksiyonel amaçlarla kullanılmaktadır. *Nerium oleander*, çiçeklerinin yoğun kokusu ile etkili olup; estetik olarak çiçekleri ile ve fonksiyonel olarak da sınırlandırma ve yönlendirme amaçları ile kentsel yeşil alanlarda kullanılmaktadır. Otsu türler arasında en yoğun koku özelliğine sahip ve yeşil alanlarda yoğun kullanılan 3 türün ön plana çıktığı belirlenmiştir. *Chrysanthemum indicum* ve *Lavandula officinalis* türlerinin her ikisi de hem yaprak hem de çiçeklerinin kokusu ile etkili olup; yönlendirme, sınır ve odak oluşturma amaçlarıyla kentsel yeşil alanlarda kullanılmaktadır. *Rosmarinus officinalis* ise yapraklarının keskin kokusu ile tercih edilmekte; sınır oluşturma amacına hizmet etmektedir.

Tablo 1. Koku özelliğine sahip odunsu türler

Bitki Adı	Koku kısımları		Koku düzeyi			Kullanım amacı (Estetik)				Kullanım amacı (Fonksiyonel)				Kullanım yeri					
	Yaprak	Çiçek	Az	Orta	Çok	Çiçek	Yaprak	Meyve	Gövde	Form	Perdeleme	Gölge	Sınırlandırma	Odak noktası	Yönlendirme	Ev bahçesi	Kamu kurumu	Park	Kentçi Yol
<i>Albizzia julibrissin</i>																			
<i>Bauhinia variegata</i>																			
<i>Berberis thunbergii</i>																			
<i>Brugmansia suaveolens</i>																			
<i>Caesalpinia gilliesii</i>																			
<i>Callistemon citrinus</i>																			
<i>C.viminalis</i>																			
<i>Carissa macrocarpa</i>																			
<i>Cercis siliquastrum</i>																			

Tablo 2. Koku özelliğine sahip otsu türler

Bitki Adı	Koku u kısım		Koku düzeyi			Kullanım amacı (Estetik)				Kullanım amacı (Fonksiyonel)				Kullanım yeri					
	Yaprak	Çiçek	Az	Orta	Çok	Çiçek	Yaprak	Meyve	Gövde	Form	Perdeleme	Gölge	Sınır oluşturma	Odak noktası	Yönlendirme	Ev bahçesi	Kamu kurumu	Park	Kentiçi Yol
<i>Antirrhinum majus</i>		+	+			+							+	+	+	+			
<i>Artemisia arborescens</i>	+				+		+						+						+
<i>Begonia semperflorens</i>		+	+			+	+						+	+	+	+			
<i>Carica papaya</i>																			
<i>Chrysanthemum indicum</i>	+	+			+	+	+						+	+	+	+	+	+	
<i>Clorophytum comossum</i>		+	+				+			+			+	+	+	+		+	
<i>Dimorphoteca ecklonis</i>	+		+																
<i>Freesia hybrida</i>		+			+	+							+	+		+			
<i>Hippeastrum hybrid</i>		+	+			+							+	+	+	+			
<i>Ipomoea purpurea</i>		+	+			+	+			+	+	+		+		+			
<i>Iris germanica</i>		+			+	+	+			+			+	+	+	+			
<i>Lavandula angustifolia</i>	+	+			+	+	+						+	+	+	+	+	+	
<i>Lilium candidum</i>		+			+	+								+	+	+			
<i>Matthiola incana</i>		+			+	+							+	+	+	+			
<i>Mirabilis jalapa</i>		+			+	+	+						+	+		+			+
<i>Narcissus tazetta</i>		+		+															
<i>Ocimum basilicum</i>	+				+		+			+			+	+		+			
<i>Pelargonium graveolens</i>	+				+	+	+						+	+		+			
<i>Pelargonium zonale</i>	+	+		+		+				+			+	+		+	+		
<i>Rosmarinus officinalis</i>	+				+	+	+						+		+	+	+	+	
<i>Russelia equisetiformis</i>		+	+			+				+			+		+	+		+	+
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	+				+	+	+			+			+	+				+	
<i>Tagetes erecta</i>	+	+			+	+	+						+		+	+			
<i>Tropaeolum majus</i>		+	+			+	+			+				+		+			
<i>Viola odorata</i>		+			+	+	+						+	+	+	+			
<i>Zantedescia aethopica</i>		+		+		+	+			+			+	+	+	+			

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda İskenderun kenti yeşil alanlarında süs bitkisi olarak kokulu bitki türlerinin tercih edildiği belirlenmiştir. Bu kapsamda koku özelliği olan 53 odunsu; 26 otsu olmak üzere toplam 79 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türler 38 familyanın üyesidir. Odunsu türler 21; otsu türler ise 17 familya ile temsil edilmektedir. Odunsu türler en yoğun (9 tür) *Fabaceae* (Baklagiller); otsu türler ise en yoğun *Asteraceae* (Papatyagiller) familyasına aittir. Alanda tespit edilen bitki türleri çoğunlukla çiçekleri kokulu türlerdir. Yapraklı kokulu tür sayısı hem odunsu hem de otsu türler bakımından daha azdır. Çalışma alanında yer alan odunsu ve otsu süs bitkileri içerisinde çiçek ya da yaprakta koku düzeyi yüksek olan tür sayısı 34'tür. Bunların 20'si odunsu; 14'ü de otsu türlerdir. Koku özelliğine sahip süs

bitkileri kentsel yeşil alanlarda en yoğun olarak ev bahçelerinde kullanılmaktadır. Odunsu ve otsu karakterdeki 54 tür ev bahçelerinde estetik ve fonksiyonel amaçlarla kullanılmaktadır. Ev bahçelerindeki kullanımda bireylerin tercihleri ön plandadır. Bu durum, iyileştirme bahçelerinde çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan bitki türlerinin seçimi aşamasında yol gösterici olacaktır. Bu nedenle, kent ölçeğinde ev bahçelerinde bulunan kokulu bitki türleri tespit edilmeli; yerel ya da bölgesel ölçekte hastane bahçelerinde ya da iyileştirme bahçelerinde bu türlerin kullanılması sağlanmalıdır. Çalışmada kokulu bitkilerin estetik ve fonksiyonel amaçlarla kullanımları değerlendirildiğinde; tespit edilen türlerin 61'inin yaprağı, 62'sinin çiçeği, 33'ünün formu, 23'ünün de meyvesi ile tercih edildiği belirlenmiştir. Bu durum, koku özelliği olan türlerin estetik özellikleri ile kentsel yeşil alanlarda kullanılabilirliğinin bir göstergesidir. Böylece, insanların farklı duyularını aynı anda kullanabilmesine ve duygusal olarak kendini iyi hissedeceği alanlar yaratılmasına olanak sağlanmaktadır. Bu nedenle kentsel yeşil alanlarda kokulu türlere yer verilmesi; yoğun olarak kullanılabilmeleri için de çoğaltılması/üretimi gerekmektedir. Devlet kurumlarına ve belediyelere ait fidanlıklar ile özel fidanlıkların bu bitki türlerini üretmesi sağlanmalıdır. Alanda tespit edilen kokulu türlerin 55'i odak noktası oluşturma, 41'i yönlendirme, 27'si sınırlandırma, 24'ü gölge oluşturma, 20'si perdeleme özelliği ile tercih edilmiştir. Bu durum, koku özelliği olan türlerin fonksiyonel özellikleri ile kentsel yeşil alanlarda kullanılabilirliğinin bir göstergesidir. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü İskenderun'da bitkilerin gölge yaratma özelliği ile kullanımının daha ön planda olması gerekirken; yine estetik özelliği dikkate alan odak noktası oluşturma amacıyla kullanılması dikkat çekmektedir. Kent kültürünün de bunda etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında en yoğun koku özelliğine sahip ve yeşil alanlarda yoğun kullanılan türler içerisinde 3 odunsu, 3 otsu tür dikkat çekmektedir. Bu türlerin tamamı kentsel yeşil alanlarda estetik ve fonksiyonel özellikleri ile kullanılmaktadır. *Citrus aurantium* hem yaprağı hem de çiçeğinin kokusu ile etkilidir. Ancak, çiçeklerinin sahip olduğu koku yapraklarından daha fazladır. Yaprakındaki koku ancak ezildiğinde hissedilebilmektedir. Oysa, çiçeklendiği dönemde sahip olduğu yüksek düzeydeki hoş koku bulunduğu alanı kullananlar tarafından rahatlıkla hissedilmektedir. *Laurus nobilis* türü yapraklarının kokusu ile oldukça etkilidir. Yaprakları ezildiğinde sahip olduğu çok yoğun hoş kokusu ile tercih edilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nin doğal bitkilerinden biri olması nedeniyle önemlidir. *Nerium oleander*, çiçeklerinin yoğun kokusu ile etkilidir. Çiçeklerinin hoş kokusu bulunduğu alana yayılmaktadır. Kentsel yeşil alanlarda özellikle yollarda kullanımı dikkat çekmektedir. Akdeniz Bölgesi'nin doğal bitkilerinden biri olması nedeniyle önemlidir. *Chrysanthemum indicum* hem çiçek hem de yapraklarının kokusu ile etkilidir. Ev bahçelerinde kullanımı daha fazladır. *Lavandula officinalis* hem yaprak hem de çiçeklerinin kokusu ile etkilidir. Yoğun hoş kokusu nedeniyle kullanım alanı oldukça geniştir. *Rosmarinus officinalis* yapraklarının keskin kokusu ile tercih edilmektedir. Kent içerisinde farklı alanlarda yoğun bir kullanıma sahiptir. Yapraklarının çay, baharat vb. olarak tüketilmesi özellikle ev bahçelerinde kullanımını arttırmaktadır. Elde edilen tüm veriler, kokulu bitkilerin kentsel yeşil alanlarda kullanımının tercih edildiğini göstermektedir. Çiçek ya da yapraklarının hoş kokusu yüksek olan bu türler, kentsel yeşil alanlarda, o alanı kullanan bireyleri fiziksel, zihinsel ve psikolojik olarak olumlu etkilemesi nedeniyle önerilmektedir. Bu bitkiler, zaman, olay ve mekanların hatırlanmasında katkı sağlaması nedeniyle iyileştirme bahçelerinde kullanılmalıdır. Bazı hastaların geçmişi hatırlamasına önemli katkı sağlayacağı düşünüldüğünde kentsel alanda, özellikle ev bahçelerinde geleneksel olarak geçmişten bugüne kadar yoğun olarak kullanılan türlerin tespit edilmesi gerektiği söylenebilir. Devlet kurumları ve Belediyelerin bu bitkilerin üretimine ve kentsel yeşil alanlarda kullanımına önem vermesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ACAR, B., POLAT, A.T. (2019). Fragrant Ornamental Plants. 6th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment (Icsae-6), Proceeding Book, Konya-Turkey.
- AKBEN, C., COŞKUN, H. (2018). Aromatik Kokuların Bilişsel ve Duygusal Etkileri Üzerine Bir İnceleme. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 215-235.
- BOZDOĞAN SERT, E., TOKGÖZ, G., YOLCU, N. (2020). Contributions of the Plant Species Used in House Gardens of İskenderun (Hatay) for Landscape Architecture Studies. *Journal of Agriculture Faculty of Bursa Uludağ University*, 34 (Special Issue), 71-85.
- COŞKUN, N. (2011). Kokulu Bitkiler ve Koku Bahçeleri Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı ABD, Yüksek Lisans Tezi, 132S.

- ÇERİKAN, F.U. (2020). İlkelden Moderne Kokunun Tüketimi ve Türk Kültüründeki Yansıması. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 48, 394-409.
- ÇINAR, S., KIRCA, S. (2010). Türk Kültüründe Bahçeyi Algılamak. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 60(2), 59-68.
- Dirik, H. (2008). Plantasyon (Bitkilendirme ve Dikim) Teknikleri. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4729, Orman Fak. Yayın No: 490, İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müd., İstanbul, 542 S.
- DOBSON, H.E.M. (2006). Relationship Between Floral Fragrance Composition and Type of Pollinator. In: *Biology of Floral Scent*. CRC Press, pp.147-198.
- HGK (2014). Harita Genel Komutanlığı, <https://www.harita.gov.tr>
- HATAY VALİLİĞİ (2020). <http://www.hatay.gov.tr>
- HATUNOĞLU, A. (2014). Türk İslam Hekimlerinin Psikoloji Biliminin Gelişimine Katkıları ve Psikolojik Hastalıklara Tedavi Yöntemleri. *The Journal of Academic Social Science*, 2(5), 255-263.
- JO, H., RODIEK, S., FUJII, E., MIYAZAKI, M., PARK, B.J., ANN, S.W. (2013). Physiological and Psychological Response to Floral Scent. *Hortscience*, 48(1), 82-88.
- KHABBAZI, P.A., ERDOĞAN, E. (2012). İslam Bahçeleri. *Namık Kemal Ü. Tekirdağ Z.F.D.9(2)*, 20-31.
- KOUL, O., WALIA, S., DHALIWAL, G.S. (2008). Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. *Biopestic. Int.*, 4(1), 63-84.
- MAJETIC, C.J., RAGUSO, R. A., ASHMAN, T.L. (2009). The Sweet Smell of Success: Floral Scent Affects Pollinator Attraction and Seed Fitness in *Hesperis matronalis*. *Functional Ecol.*, 23, 480-487.
- METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (2019). İskenderun İlçesi Uzun Yıllar İklim Verileri.
- MİMARLAR, H.Ç. (2020). Şifa Bahçeleri'nin Terapik Faydaları ve Tasarım İlkelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Bursa Uludağ Üni. Fen Bil. Ens. Peyzaj Mim. ABD, YL Tezi, Bursa, 112 S.
- ÖZÇELİK, H., MUCA, B., ÖZAVCI, A.G.M. (2011). Isparta Yağgülü (*Rosa x damascena* Mill.) Yağı ve Çiçeklerinin Strese Bağlı Nörolojik ve Psikiyatrik Hastalıklara Etkileri. *Biyol.Bil.Ar.D.*, 4(2), 99-105.
- POUYA, S. (2019). Rekreasyon Alanlarında Bitkisel Tasarım Yaklaşımı, Malatya Kenti Örneği. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(96), 162-184.
- POUYA, S., DEMİR, S. (2017). Peyzaj Mimarlığında Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(54), 1114-1125.
- SONG, X., WU, Q. (2022). Study on Smellscape Perception and Landscape Application of Fragrant Plants. *Urban Greening*, 67.
- ŞAKAR, E. (2011). Şifalı Bitkiler ve Şifa Bahçeleri Tasarımı Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı İstanbul, S. 171.
- YEŞİL, M. (2017). Ordu Üniversitesi Cumhuriyet Yerleşkesi Bitkisel Tasarımı ve Uygulaması. *İğdır Üniveritesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 279-293.

GGG40 KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERDE AŞILAYICILARIN KRİSTALİZASYONA ETKİSİ

Samet Şahiner

Ferro Döküm Sanayii ve Dış Ticaret A.Ş.
samet.sahiner@efesan.com.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7027-788X>

Ş. Hakan Atapek

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
hatapek@kocaeli.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0964-2037>

Özet

Küresel grafitli dökme demir esaslı malzemelerin ekonomik ve rekabetçi mekanik özelliklere sahip olması, bu malzemelerin hem çeliklere alternatif bir malzeme olmasına hem de endüstriyel platformlarda geniş bir kullanım alanı bulmasına katkı vermektedir. Rekabetçi özelliklerin ortaya çıkmasında ergiyik metal hazırlama, magnezyum tretmanı ile küreselleştirme, döküm ve katılaşma süreci belirleyici unsurlardır. Bu çalışmada, GGG40 malzemesinin üretimine yönelik lantan, bizmut, zirkon-mangan, alüminyum ve antimon esaslı aşılama yapıları kullanılmış ve tretman işlemini takiben pota ve geç aşılama yapılarak malzemenin kristalizasyonu izlenmiştir. Ellingham diyagramı kullanılmış ve aşılama yapılarının oksijene olan afiniteleri dikkate alınarak aşılama malzeme seçimi gerçekleştirilmiştir. Kristalizasyonun incelenmesi termal analiz eğrileri ile gerçekleştirilmiş olup, elde edilen termal eğriler üzerinde kritik faz değişimleri ve çekinti eğilimi de irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: GGG40 alaşımı, aşılama, kristalizasyon.

EFFECT OF INOCULANTS ON CRYSTALLIZATION AND MICROSTRUCTURE OF GGG40 SPHEROIDAL GRAPHITE CAST IRON

Abstract

The economic and competitive mechanical properties of spheroidal graphite cast iron based materials contribute to the fact that these materials are an alternative material to steel and find a wide area of use in industrial platforms. The molten metal preparation, spheroidization with magnesium treatment, casting and solidification processes are decisive factors in the emergence of competitive properties. In this study, lanthanum, bismuth, zircon-manganese, aluminum and antimony based inoculants were used for the production of GGG40 material and the crystallization of the material was monitored by making crucible and stream inoculation following the treatment process. Ellingham diagram was used and inoculant material selection was carried out considering the oxygen affinity of the inoculants. Examination of crystallization was carried out with thermal analysis curves, critical phase changes and shrinkage tendency were also examined on the thermal curves obtained.

Keywords: GGG40 alloy, inoculation, crystallization.

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze dökme demirler endüstriyel bir çok iş parçasının üretiminde sahip oldukları özellikleri doğrultusunda tercihen kullanılmaktadır. Kompozisyonel olarak bakıldığında, ağırlıkça % 2'den daha fazla karbon içeren bu alaşımların metalurjik yapılarında bulunan grafit morfolojisi (lamel, küresel ve vermiküler) dökme demirlerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini doğrudan belirleyebilmektedir (Vicent et al., 2019; Fras & Górný, 2012). Küresel grafitli dökme demirler, döküm ve talaşlı imalatı kolaylıkla yapılabilen, akma ve uzama değerlerinde çelik gibi yüksek değerlere erişebilmesinden dolayı da tercih edilen bir malzemedir (Olawale et al., 2016). Küresel grafitli dökme demirlerin metalurjik yapısında bulunan grafitin nodül morfolojisi diğer dökme demirlere göre özellik kazanımı avantajı sunabilmektedir (Imasogie & Wendt, 2004; Sertucha et al., 2020). Küreselleşmenin sağlanmasında magnezyum ve seryum gibi elementlerin etkisi yüksektir (Trojan & Flinn, 1965; Onsøien et al., 1999; Oluwole et al., 2007). Dökme demirlerin karakteristik özellikleri üzerine imalat süreçlerinde aşılama yöntemi kadar, kullanılan aşılama yapılarının türü de etkide bulunmaktadır (Wang et al., 2018;

Riposan *et al.*, 2020). Bilindiği üzere, aşılama ergitme ocaklarında veya bekletme ocaklarında yapılabilmektedir (Avdusinovic *et al.*, 2015). Baryum, kalsiyum, stronsiyum gibi elementleri içeren ferrosilikonlar dökme demir üretiminde sıklıkla kullanılan aşılama ocaklarıdır (Patel *et al.*, 2013). Aşılamanın şekline ve aşılama türüne de bağlı olarak dökme demirlerde grafit çekirdeklenmesi için geçerli teoriler ve nihai katılma yapısında mikroyapısal bileşenler farklılaşabilmektedir (Sommerfeld *et al.*, 2008; Chisamera *et al.*, 2008; Sommerfeld & Tonn, 2009; Stefanescu *et al.*, 2020; Shi *et al.*, 2020). Küresel grafitli dökme demirlerde aşılama, karbür oluşumu ve/veya istenmeyen grafit morfolojileri için uygun olan aşırı ötektik aşırı soğuma derecesinde katılmamayı önlemek için genellikle grafitin küreselleşmesine olanak veren magnezyum işleminden sonra sıvı dökme demire uygulanır. Aşılama sayesinde serbest karbür içermeyen ve yüksek kaliteli grafit morfolojisine sahip dökümler elde edilebilir (Sheikh & Iqbal, 2007; Fay & Pinel, 2020).

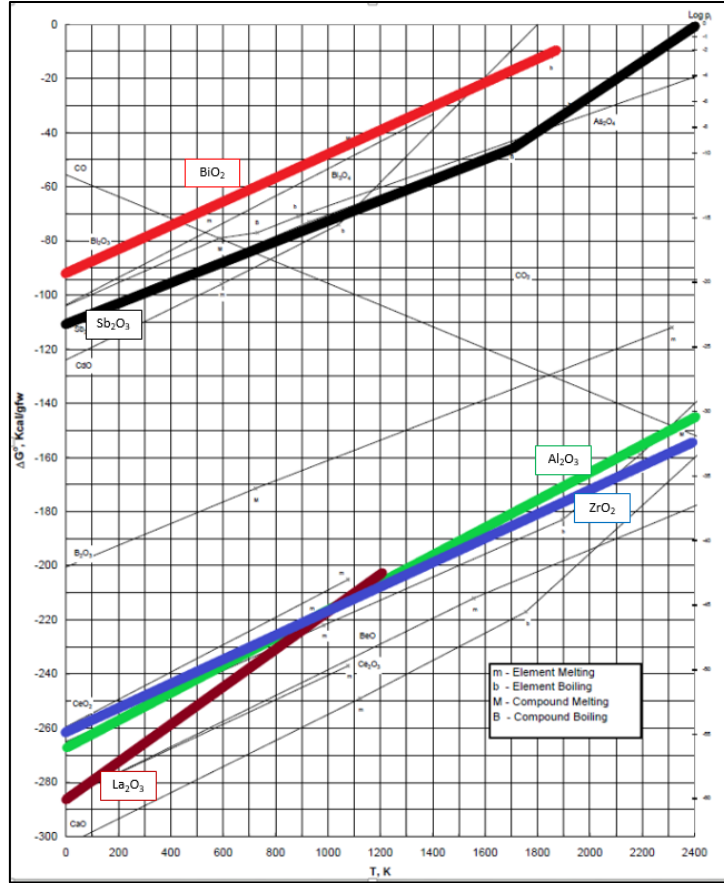
Bu çalışmada, Ellingham Diyagramı'na göre oksijen afinitesi yüksek ve düşük aşılama ocaklarının pota aşılama olarak kullanılmasının akabinde uygulanan farklı oksijen afinitesinde geç aşılama ocaklarının etkinliği incelenmiştir. ATAS termal analiz eğrileri kullanılarak GGG40 alaşımında aşılama şekli ve türüne bağlı olarak kristalizasyon ve nihai katılma yapısı irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, esasen farklı türde aşılama ocaklarının seçimi ile GGG40 malzemesinde sırasında grafitin çekirdeklenmesi süreci değerlendirilmiştir. Dökme demirlerde çekirdeklenme sıvı metal içerisinde bir oksit tabakası etrafında sülfid tabakasının oluşması şeklinde gerçekleşir. Dolayısıyla aşılama malzemelerinin oksitlenme eğilimleri çekirdeklenme ve çekirdekler üzerinde oluşacak grafitleşme için önemli bir parametredir. Oksitlenme eğilim farklılığı içeren aşılama ocaklarının kullanımı ve sıralı aşılama işleminin bir sonucu olarak farklı çekirdeklenme süreçlerinin açığa çıkması ise kaçınılmazdır. Çalışma kapsamında, Şekil 1'de verilen Ellingham diyagramı (Howard, 2006) kullanılarak en yüksek ve en düşük oksitlenme serbest enerjilere sahip iki farklı (A ve B) aşılama ocakları seçilerek döküm işlemi gerçekleştirilmiştir.

DeneySEL çalışmalarda, 4 ton kapasiteli 3,5 MVA güç ünitesine sahip Inductotherm Dual-Trak ocak kullanılarak GGG40 kompozisyonuna sahip alaşım ergitilmiş ve curufu temizlenmiştir. Yaklaşık 1530°C sıcaklıkta ocaktan alınan sıvı metal 200 kg'lık tretman potasına alınmış ve ağırlıkça % 1,3 FeSiMg kullanılarak açık potada tretman işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu tretman işlemi takiben sıvı metal 40kg'lık döküm potasına aktarılmıştır. Tablo 1'de kimyasal kompozisyonu verilen ve 0,5-2,00 mm tane boyutuna sahip aşılama ocakları (A ve B) sıvı metal içerisine 1480°C sıcaklıkta ağırlıkça % 0,3 miktarında katılarak istenen aşılama işlemi de gerçekleştirilmiştir.

Her bir numunenin pota aşılması tamamlandıktan sonra alaşıma ait kimyasal analizi yapılmış olup, Tablo 2'de her bir aşılama işlemi sonrası kompozisyonlar verilmiştir. Öte yandan Tablo 3'de kimyasal kompozisyonları verilen ve 0,2-0,5 mm tane boyutuna sahip 5 tip aşılama ocakları ağırlıkça % 0,2 seviyesinde sıvı metale ağız aşılama şeklinde dahil edilmiştir. Bizmut düşük oksitlenme eğilimi, lantan ise yüksek oksitlenme eğilimi ve nadir toprak elementi olmasının bilinen etkilerinden dolayı A ve B pota aşılama ocakları olarak seçilmişlerdir. Bu iki aşılama ocaklarının kendi aralarındaki etkileşimlerini gözlemlemek amacıyla deney matrisinde bu aşılama ocaklarında çaprazlanmıştır (Tablo 4). Bu aşamada, pota aşılama ocakları ağırlıkça % 0,3 ve geç aşılama ocakları ağırlıkça % 0,2 seviyesinde sıvı metale eklenmiştir. Döküm işleminde 315 gr sıvı metal alma kapasitesine sahip bir numune kabı kullanılmıştır. ATAS 5.2.2 sürümüne sahip termal analiz düzeneği kullanılarak soğuma koşullarında kristalizasyon takip edilmiştir. Termal analiz numuneleri, A1-B2, A2-B1, A3-B3, A4-B4 ve A5-B5 şeklinde kıyaslanmıştır. Böylelikle, bizmut ve lantanın ve dolayısıyla oksitlenme eğilimine göre erken aşılama ocaklarının geç aşılama ocaklarıyla olan uyumu incelenmiştir.



Şekil 1. Aşılmalı seçimde kullanılan Ellingham diyagramı (Howard, 2006) .

Tablo 1. Pota aşılmalı olarak kullanılan aşılmalılara ait kimyasal kompozisyonlar (ağ.-%)

Aşı kodu	Si	Ca	La	Bi	Al
A	72,80	1,44	-	1,51	0,78
B	48,21	1,60	1,88	-	-

Tablo 2. Döküm malzemelerine ait kimyasal kompozisyonlar (ağ.-%)

Döküm malzemesi	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mg	Ti	Ceş
A	3,61	2,80	0,18	0,034	0,016	0,062	0,038	0,017	0,033	0,014	4,327
B	3,60	2,78	0,18	0,033	0,017	0,053	0,028	0,011	0,037	0,015	4,311

Tablo 3. Ağz aşılmalılarına ait kimyasal kompozisyonlar (ağ.-%)

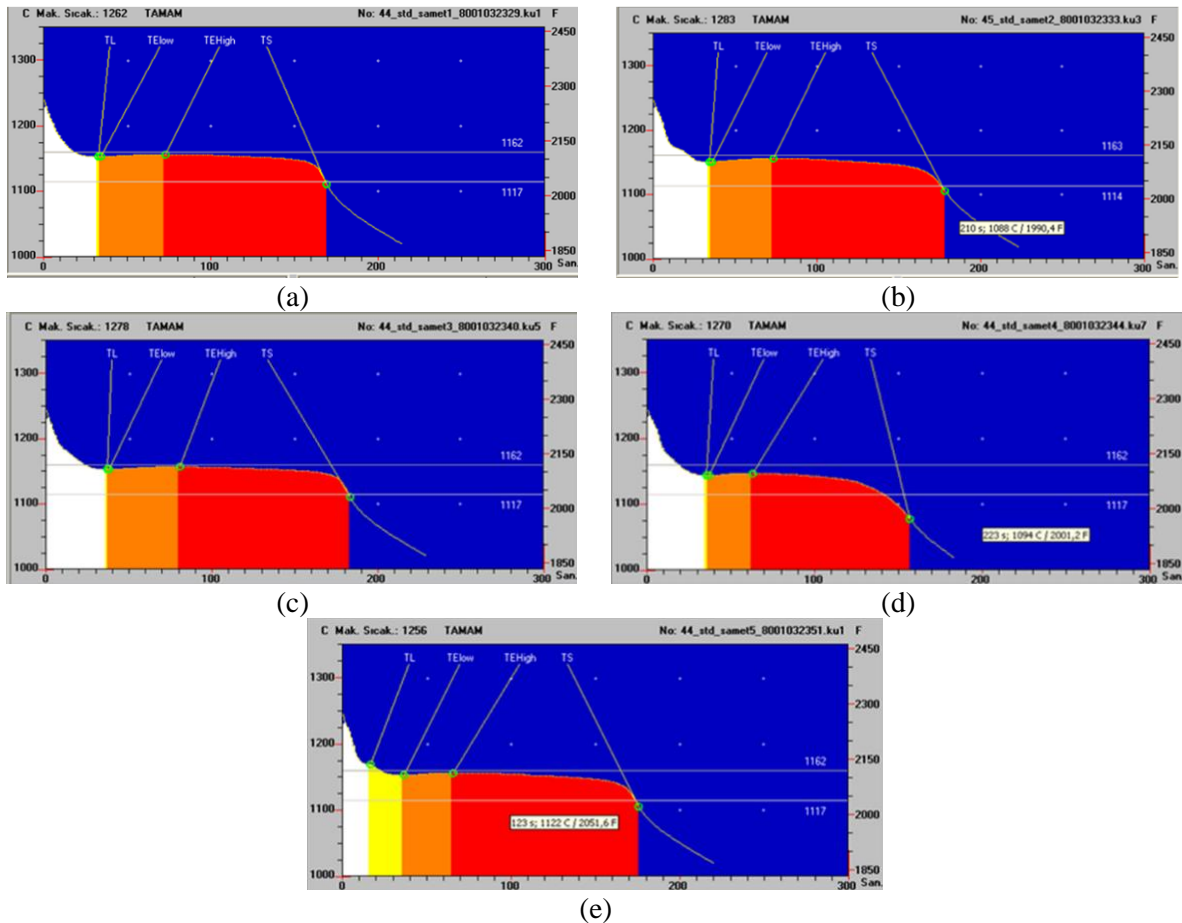
Aşı kodu	Si	Ca	Al	Bi	Sb	Zr	Mn	La	RE
1	73	1,44	0,78	1,51	-	-	-	-	-
2	48	1,60	-	-	-	-	-	1,88	-
3	70	0,92	3,81	-	-	-	-	-	-
4	72	1,79	1,22	-	1,22	-	-	-	0,67
5	67	0,62	0,93	-	-	3,87	3,50	-	-

Tablo 4. Farklı oksitlenme serbest enerjisine sahip aşılایıcıların çapraz eşleşmesini gösteren liste

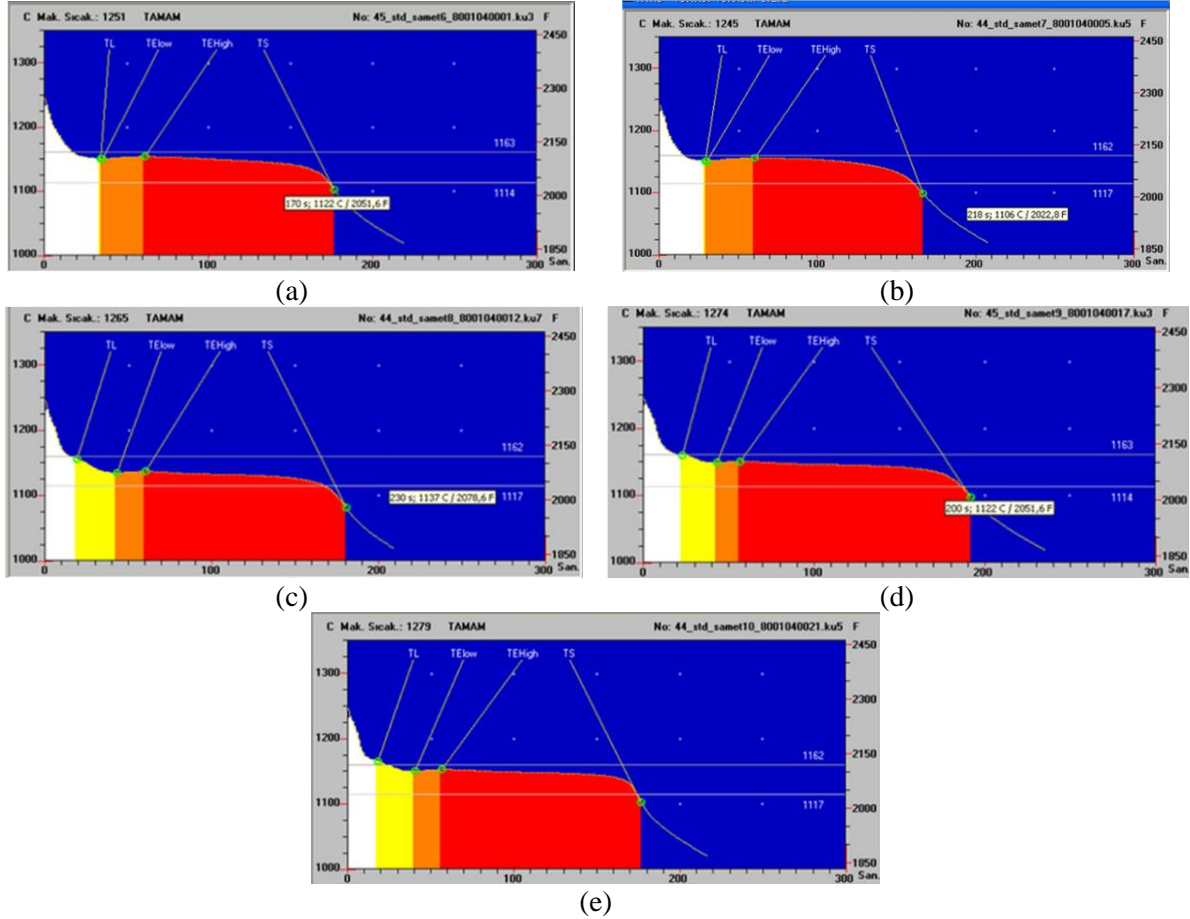
Numune	Pota aşılایıcısı	Geç aşılایıcı	Numune	Pota aşılایıcısı	Geç aşılایıcı
A1		1	B1		1
A2		2	B2		2
A3	A	3	B3	B	3
A4		4	B4		4
A5		5	B5		5

3. SONUÇ

Şekil 2 ve Şekil 3'te çalışma kapsamında elde edilen ATAS termal analiz çıktıları verilmiştir. Soğuma eğrisi, zamana bağlı olarak azalan sıcaklıkta kristalizasyonu göstermektedir. Grafikler üzerinde kristalizasyonun takibi açısından fayda sağlayan faz dönüşüm noktaları belirlenebilmektedir. Döküm esnasında elde edilen bu soğuma eğrilerinde T_L (sıvılaştırma sıcaklığı), TE_{low} (en düşük ötektik sıcaklığı), TE_{high} (en yüksek ötektik sıcaklığı), GRF1 (grafit faktör 1), GRF2 (grafit faktör 2), S1 (birincil grafitleşme bölgesi), R (ötektik katılaşmanın ilk safhası boyunca çökelen östenit ve grafit miktarı), dT/dt (birim zamanda sıcaklık azalması), T_S (katılaşma sıcaklığı) gibi verilere ulaşılabilir. Tablo 5 ve Tablo 6'da soğuma eğrilerinden elde edilen bu veriler listelenmiştir.



Şekil 2. (a) A1, (b) A2, (c) A3, (d) A4 ve (e) A5 için soğuma eğrileri



Şekil 3. (a) B1, (b) B2, (c) B3, (d) B4 ve (e) B5 için soğuma eğrileri

Tablo 5. A1-A5 döküm numunelerine ait ATAS verileri.

Numune	TL	TE _{low}	TE _{high}	R	S1	GRF		dT/dt	Ts
						1	2		
A1	1154,31	1154,31	1157,63	3,32	2	85,5	28,2	-4,098	1112,66
A2	1152,07	1152,12	1157,15	5,02	2	81	49,9	-3,097	1106,52
A3	1153,98	1153,98	1158,15	4,17	2	84,1	29,3	-3,972	1113,43
A4	1144,82	1144,82	1148,45	3,63	2	70,4	62,9	-2,962	1079,75
A5	1169,99	1153,95	1157,51	3,56	13	91,4	33,8	-3,69	1109,59

Tablo 6. B1-B5 döküm numunelerine ait ATAS verileri.

Numune	TL	TE _{low}	TE _{high}	R	S1	GRF		dT/dt	Ts
						1	2		
B1	1152,10	1152,10	1155,3	3,2	2	87,4	48	-3,176	1102,51
B2	1152,48	1152,48	1157,02	4,54	2	76,4	70,8	-2,715	1100,81
B3	1156,98	1136,12	1138,11	2	15	94,5	47,5	-3,193	1083,99
B4	1161,68	1150,22	1152,23	2,01	12	99,4	62,9	-2,744	1100,25
B5	1166,99	1151,29	1153,97	2,68	15	103,8	28,8	-4,047	1105,23

ATAS verilerinde yer alan GRF1 ve GRF2 değerleri katılaşma yapısında bulunan grafit miktarlarının öngörülmesi açısından iki önemli unsurdur. Grafitleşme açısından GRF1 değerinin yüksek olması ve GRF2 değerinin düşük olması istenir. Bu tür bir yaklaşım, katılaşma yapısında nodül sayısının yüksek ve primer grafit miktarının az olduğuna işaret etmektedir. Bu durumda yüksek nodül sayısının yanı sıra primer grafit yerine geç grafit oluşumunun gerçekleştiği ve katılaşma süreci boyunca yeterli grafit genleşmesinin sağlanabildiğini göstermektedir. Eğrilerin altındaki alanı ifade eden sarı, turuncu ve kırmızı renkli bölgeler sırasıyla S1, S2 ve S3 bölgeleridir. S1 alanı, makro büzölmeleri belirtir, mümkün

olduğunca küçük olması istenir. S1 alanının mümkün olduğunca küçük, S3 alanınınsa mümkün olduğunca geniş olması çekinti eğiliminin kompanze edilmesi için istenen değerlerdir. TE_{low} değerinin yüksek olması, düşük R değerine ulaşıldığına karşılık gelmektedir. Ayrıca bu sıcaklık değerinin T_L değerine eşit olması sıvılaştırma sıcaklığının aynı zamanda düşük ötektik sıcaklığına ulaştığı anlamına gelir. ATAS termal analizleri ile döküm numunelerde aynı zamanda çekinti oranlarının hesaplanmasına da olanak vermiştir. Tablo 7’de numuneler için hesaplanan çekinti oranları listelenmiştir.

Tablo 7. ATAS termal analiz çalışmaları ile hesaplanan çekinti oranı (%)

Numune	Çekinti oranı	Numune	Çekinti oranı
A1	-1,5	B1	-1,4
A2	-1,9	B2	-1,3
A3	-1,7	B3	-1,2
A4	-1,8	B4	-1,2
A5	-0,9	B5	-1,2

ATAS verilerine göre; (i) A1, B1 ve B5 numunelerinde en yüksek nodül sayısına ulaşılabileceği, (ii) en yüksek nodül sayısına sahip A1 numunesinin aynı zamanda ideal GRF1 ve GRF2 değerlerinden dolayı istenen boyutlarda nodüllerden oluşabileceği ve böylece düşük çekinti oranında katılaşacağı, (iii) en düşük çekinti eğiliminin A5 numunesinde gerçekleşeceği öngörülmüştür. A1, B1 ve B5 numunelerinin üretiminde kullanılan aşılamaçılarda bulunan esas elementlerin oksitlenme eğilimleri birbirine oldukça yakındır ve bu ise aşılamaçıların etkinliğini ortaya koymaktadır. Özellikle düşük oksijen afinitesi düşük olan aşılamaçıların öncül olarak, yüksek oksijen afinitesine sahip aşılamaçılarsa geç aşılamaçı olarak kullanılmasının hem nodül sayısı hemde çekinti açısından etkinliği sınırladığı gözlenmiştir. Bunun nedenleri arasında tretman sonrasında ve öncül aşılamaçıyla azalan oksijen miktarını bağlayan düşük oksijen afiniteli elementlerin, geç aşılamaçı olarak eklenen yüksek oksijen afinitesine sahip aşılamaçılar ile oksijenden kopması ve bu süreçte etkinliğini sağlayacak bileşik oluşturamaması olarak öngörülebilir.

4. TARTIŞMA

Aşılamaçıların sahip olduğu oksijen afinitesi katılaşma sürecinde birçok reaksiyon sıralamasını belirleyebilmektedir. Aşılamaçı elementler sıvı metal içerisinde grafitleşmeyi başlatacak çekirdek merkezleri olarak görev alabilmektedir. Çalışma kapsamında, çeşitli aşılamaçılar kullanımı ile GGG40 kalite malzemenin laboratuvar ölçeğinde dökümü gerçekleştirilerek kristalizasyonu takip edilmiştir. Aşılamaçı seçimlerinde düşük ve yüksek oksitlenme kabiliyetleri göz önüne alınmış ve lantan, bizmut, zirkon-mangan, alüminyum ve antimon esaslı aşılamaçıların özellikle nodül sayısına ve çekinti oranına etkisi üzerinde durulmuştur. Yapılan deneysel çalışmalar, pota aşılamaçısı ve geç aşılama sürecinde Bi+Bi, La+Bi ve La+Zr-Mn içeriğinde aşılamaçıların kullanımı ile yüksek nodül sayılarına ulaşılabileceğini ve özellikle Bi+Bi kullanımı ile en düşük çekinti oranının elde edilebileceğini göstermiştir. Çalışmaların ilerleyen aşamalarında ise katılaşma yapılarının mikroyapısal ve mekanik karakterizasyonu gerçekleştirilecektir.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Ferro Döküm San. ve Dış Tic. A.Ş’ye ve Aveks İç ve Dış Ticaret’e teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- AVSUSINOVIC H. *et al.*, (2015), Influence of inoculation methods and the amount of an added inoculant on the mechanical properties of ductile iron, *Materials and Technologies*, 49(5), 833-836.
- CHISAMERA M. *et al.*, (2008), Graphite nucleation control in grey cast iron, *International Journal of Cast Metals Research*, 21(1-4), 39-44.
- FAY A. & PINEL P., (2020), Inoculation solutions against metallurgical problems, *International Journal of Metalcasting*, 14, 1123-1135.
- FRAS E. & GÖRNY M., (2012), An inoculation phenomenon in cast iron, *Archives of Metallurgy and Materials*, 57(3), 767-777.
- HOWARD S., (2006), http://showard.sdsmt.edu/MET320/Handouts/EllinghamDiagrams/Ellingham_v22_Macro.pdf

- IMASOGIE B. I. & WENDT U., (2004), Characterization of graphite particle shape in spheroidal graphite iron using a computer-based image analyzer, *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 3(1), 1-12.
- OLAWALE J. O. *et al.*, (2016), Processing techniques and productions of ductile iron: A review, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7(9), 397-423.
- OLUWOLE L. *et al.*, (2007), Effect of magnesium and calcium as spheroidizers on the graphite morphology in ductile cast iron, *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 6(1), 25-37.
- ONSØIEN M. I. *et al.*, (1999) Mechanisms of graphite formation in ductile cast iron containing cerium and lanthanum, *International Journal of Cast Metals Research*, 11(5), 319-324.
- PATEL D. M. *et al.*, (2013), Effect of Ca and Ba containing ferrosilicon inoculants on microstructure and tensile properties of IS-210, and IS-1862 cast irons, *National Conference on Emerging trends in Engineering Technology & Management*, Proceedings, ISBN: 978-81-923049-9-1.
- RIPOSAN L. *et al.*, (2020), Effects of inoculation on structure characteristics of high silicon ductile cast irons in thin wall castings, *Metals*, 10(8), 1091.
- SERTUCHA J. *et al.*, (2020), Chunky graphite in low and high silicon spheroidal graphite cast irons-occurrence, control and effect on mechanical properties, *Materials*, 13(23), 5402.
- SHEIKH M. A. & IQBAL J., (2007), Effect of lanthanum on nodule count andn of ductile iron, *Journal of Rare Earths*, 25(5), 533-536
- SHI G. Q. *et al.*, (2020), Investigation on the graphite nucleation and growth mechanism of the compacted graphite iron, *Journal of Materials Research and Technology*, 9(4), 8186-8196.
- SOMMERFELD A. *et al.*, (2008), Graphite nucleation in cast iron melts based on solidification Experiments and microstructure simulation, *Journal of Materials Science and Technology*, 24(3), 321-324.
- SOMMERFELD A. & TONN B., (2009), Theory of graphite nucleation in lamellar graphite cast iron, *International Journal of Metalcasting*, 3, 39-47.
- STEFANESCU D. M. *et al.*, (2020), Recent developments in understanding nucleation and crystallization of spheroidal graphite in iron-carbon-silicon alloys, *Metals*, 10(2), 221.
- TROJAN P. K. & FLINN R. A., (1965), Fundamentals of magnesium addition to ductile iron, *SAE Transactions*, 73, 265-271, 294.
- VICENTE A. A. *et al.*, (2019), Nucleation and growth of graphite particles in ductile cast iron, *Journal of Alloys and Compounds*, 775(15), 1230-1234.
- WANG G. *et al.*, (2018), Effects of inoculation on the pearlitic gray cast iron with high thermal conductivity and tensile strength, *Materials*, 11(10), 1876.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PROBLEMİNE ÇÖZÜM ÖNERİSİ: AB ÇEVRE POLİTİKASI VE ATIKLARIN YÖNETİMİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR

Fatma Didem Tunçez

KTO Karatay Üniversitesi / İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Enerji Yönetimi Bölümü
didem.tuncez@karatay.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2841-6780

Leyla Baştan Töke

KTO Karatay Üniversitesi / İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Enerji Yönetimi Bölümü
leyla.toke@karatay.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2377-0249

Özet

Sanayi Devrimi'nin yaşanmasından sonra küreselleşme ve rekabet kelimeleri birlikte anılır hale gelmiştir. Rekabet nedeniyle toplumların doğaya dahi üstünlük kurmak istemesi, doğanın tahribata uğramasına neden olmuştur. Gelişmişlik uğruna yapılan faaliyetlerden dolayı iklim değişikliği başta olmak üzere pek çok çevresel problem ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu problemler uluslararası anlaşmalar ve Avrupa Birliği (AB) politikaları ile önlenmeye çalışılmaktadır. Günümüzde çevresel problemlerin başında artan atık miktarı gelmektedir. Atık miktarını azaltmaya yönelik hukuki mevzuatların yanında yeni yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir. "Sıfır atık" ve "endüstriyel simbiyoz" bu yaklaşımlardan en önemlileridir. Bu çalışma gelecek nesilleri ve çevreyi korurken aynı zamanda ülkelerin refahını sağlamayı hedefleyen çevre politikalarına paralel amaçlar içinde olan "sıfır atık" ve "endüstriyel simbiyoz" yaklaşımının gelişimini ve faydalarını ortaya konulması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, AB Çevre Politikaları, Sıfır Atık, Endüstriyel Simbiyoz

A PROPOSED SOLUTION FOR CLIMATE CHANGE: THE EU ENVIRONMENTAL POLICIES AND NEW APPROACHES TO MANAGEMENT OF WASTE

Abstract

The words globalization and competition have come to be mentioned together after the Industrial Revolution. The desire of societies to dominate even nature due to competition has caused the destruction of nature. Many environmental problems, especially climate change are encountered due to the activities carried out for the sake of development. These problems are tried to be prevented by international agreements and European Union (EU) policies. Today, the increasing amount of waste is one of the environmental problems. It is necessary to develop new approaches as well as legal regulations to reduce the amount of waste. "Zero waste" and "industrial symbiosis" are the most important of these approaches. This study aims to reveal the development and benefits of the "zero waste" and "industrial symbiosis" approach, which are parallel to the environmental policies aiming to ensure the welfare of the countries while protecting the future generations and the environment.

Keywords: Climate Change, The EU Environmental Policies, Zero Waste, Industrial Symbiosis

1.GİRİŞ

1890 yılında Sanayi Devrimi'nin yaşanmasıyla küreselleşme ve rekabet unsuru birlikte anılır hale gelmiştir. Bu durum toplumları doğaya dahi üstünlük kurma üzerine tetiklemiştir. Dolayısıyla doğa tahribata uğramıştır ve gelişmişlik uğruna yapılan faaliyetlerden dolayı iklim değişikliği başta olmak üzere büyük çevresel problemler ile karşı karşıya kalınmıştır. İnsanların sorumlu olduğu çevresel tahribat bütün dünya tarafından kabul edilmiştir ve mevcut olumsuzlukların önüne geçilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Avrupa Birliği (AB), 1970'li yıllardan günümüze çevrenin korunmasına yönelik politikalar oluşturmaya başlamıştır. Politikalara verilen önem, zaman geçtikçe artmıştır ve yenilikçi çalışmalar eklenmiştir. İklim değişikliğinin önüne geçilmesi için çözüm bulunması gereken başlıca sorunlardan biri atık problemidir. Çünkü atıkların bertarafı için bilinçsiz yöntemlerin kullanılması zararlı gazların salınımına sebep olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde atık miktarı, gelişmemiş ülkelere kıyasla daha fazladır. Dolayısıyla atık sorununu çözmeye yönelik yenilikçi

yaklaşımlar da gelişmiş ülkelerce araştırılmakta ve talep edilmektedir. Bu kapsamda sıfır atık yaklaşımı ile alternatif enerji kaynağı olarak atıkların kullanımı ve endüstriyel simbiyoz yaklaşımı bu sorunun önüne geçecek dönüşümlerdir. Bu yaklaşımların toplumun her tabakasına benimsetilmesine ihtiyaç vardır.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Dünya, oluşumundan bu yana çeşitli değişimlere maruz kalarak günümüzdeki durumuna gelmiştir. Bu değişim sürecinde canlı ekosisteminin yanında iklim de değişiklik sürecine girmiştir. İklim değişikliği “iklimin optimal durumunda veya onun değişkenliğinde uzun yıllar süren istatistiksel açıdan anlamlı bir şekilde ortaya çıkan değişiklikler” şeklinde tanımlanmaktadır (Türkeş, 2008). İklimin değişiklik sürecine girmesiyle birlikte yüzey kısmında sıcaklık 0,3 ile 0,6 derece arasında artış olmuştur. Bu artış özellikle 1925-1944 ve 1978-1997 dönemleri arasında daha hızlı yaşanarak toplumları endişelendirmeye başlamıştır (McCarty, 2001). Sıcaklığın artmasıyla birlikte kar ve buzul örtüsünde azalma, buzlanma süresinde azalma, deniz seviyesinde yükselme, kuraklık gibi hem şimdiki nesilleri hem de gelecek nesilleri tehdit eden sorunlarla karşı karşıya kalınmıştır.

4,5 milyarlık geçmişe sahip olan dünyada sürekli iklimsel değişiklik yaşanmış olmasına rağmen asıl değişiklikler ile dördüncü jeolojik zamanda karşılaşmıştır (Öztürk, 2002). Kuvaterner buzullaşması adı verilen bu dönem yaklaşık 2,6 milyon yıl önce başlamıştır ve son 900.000 yılda buzul devirlerinin etkisi daha fazla hissedilmektedir. “Milankovitch Döngüsü” adı verilen Dünya’nın Güneş etrafında dönmesiyle yaşanan değişimler esnasında buzulların belli dönemlerde en yüksek seviyeye erişmesi ile “glacial” daha sıcak dönemlerde geri çekilmesi ile ise ara buzul dönemi adı verilen “interglacial” oluşmaktadır. İçinde bulunduğumuz Kuvaterner buzullaşmasının başlangıcı ise Senozoyik dönemin sonundaki soğuma ile olmuştur (Aydın,2017). Kuvaterner Dönemleri meydana geldikleri dönem ve yerlere göre farklı isimlendirilmişlerdir. Örneğin; Alp Dağları’nda yaklaşık 200.000 yıl önceki döneme “Riss” adı verilirken Amerika Kıtası’nda aynı dönem “İllinoian” olarak anılmıştır. İnsanın tarihe çıkmasıyla etkisini gösteren iklim değişikliğine bağlı yaşanan problemlerin asıl sorumluları sanayileşmeye yoğunlaşan toplumlardır. BBC News verilerine göre iklim değişikliğine sebep olan karbondioksit (CO₂) emisyonlarının çoğu Çin, AB, ABD, Hindistan ve Rusya tarafından üretilmektedir (BBC News, 2021). Küresel karbondioksit emisyonlarının %41,5’i Çin, AB ve ABD tarafından üretilirken, 2018 verilerine göre emisyonların %26,1’ini Çin, %12,67’sini ABD ve %7,52’sini AB üretmektedir (Geri Dönüşüm Ekonomisi, 2021). Dolayısıyla günümüzde gelişmiş toplumların iklim değişikliğine daha çok odaklandığı ve alternatif çözümler aradığı görülmektedir.

Uluslararası anlamda çevresel problemler ilk olarak 1972 yılında Stockholm Konferansı ile ele alınmıştır. Konferans Türkiye’nin de içinde bulunduğu 113 ülkenin katılımı ile gerçekleştirilmiştir (Kaypak, 2012). Konferansın düzenlenme sebebi, pek çok ülkeyi tedirgin eden çevresel zararların önüne geçme ihtiyacından kaynaklanmıştır. 1972 yılında Birleşmiş Milletler’in (BM) yürüttüğü “İnsan ve Çevre” adlı uluslararası konferans pek çok ülkeden gelen temsilcilerin katılımı ile sonuçlanmıştır. 26 ilkedan oluşan bu uluslararası konferansta endüstrileşmenin getirdiği çevre problemleri temel konu olmuştur. Çevre üzerine temel koruma ve tehdit unsurları ikinci ile yedinci ilkeler arasında ele alınmıştır. İlkelerde yenilenebilir ve yenilenemez kaynakların ihtiyaç kadarının kullanılmasının önemi ve tabiatın zarar görmemesi için toplulukların sorumluluklarını bilmeleri gerektiği vurgulanmıştır (Türkiye Barolar Birliği, 2014; Shelton, 2008). 1975 yılında Birleşmiş Millet Çevre Programı (UNEP) tarafından desteklenen iki bilim adamı tarafından ele alınmıştır. Uluslararası anlamda sorunların önüne geçmeye yönelik çalışmaların başlaması ise 1977 yılında olmuştur. ABD, Finlandiya, Norveç, Kanada ve İsveç’in talepleri doğrultusunda UNEP Uzmanlar Konferansı düzenlenmiş ve “Ozon Tabakası İçin Dünya Eylem Planı” kabul edilmiştir (Duru, 2001). Dünya ekosistemine verilen zararın önüne geçmeye yönelik olarak bir sonraki adım Amerika Birleşik Devletleri’nin (ABD) öncüsü olduğu kloroflorokarbon (CFC) kullanımını düşürmeyi amaçlayan yükümlülükleri içeren Viyana Sözleşmesi’dir. 1985 yılında imzalanan bu sözleşme Kanada ve İskandinav ülkeleri tarafından da desteklenmiştir (Duru, 2001). Türkiye bu sözleşmeyi 1990 yılında onaylamıştır. Sözleşmeyi onaylayan ülkeler “ozon tabakasında meydana gelen değişikliklerin insan ve çevre üzerinde zarara sebep olduğunun bilinci içinde çevreyi korumaya kararlı olacakları” konusunda uzlaşmaya varmışlardır (Resmi Gazete, 1990).

İngiliz araştırma ekibinin de ozon tabakasının incelendiğini fark etmesiyle 1987 yılı mayıs ayında ozon tabakasının incelenmesine sebep olan madde kullanımının ve üretiminin kontrol edilmesi amacıyla Montreal Protokolü düzenlenmiştir. Gelişmiş ülkelerin desteği ile 1990 yılında protokolün uygulanabilmesi için çok taraflı fon oluşturulmuştur (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2011). Devam eden zaman dilimlerinde düzenlemelerin takibi için 1990, 1992, 1995, 1997, 1999 ve 2000 yıllarında protokoller tekrarlanmıştır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018). 1992 yılında çevresel sorunlara yönelik olarak iklim değişikliğinin ele alındığı Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansta iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik ve çölleşme konuları ele alınmıştır. Konferansın sonunda Birleşmiş Millet İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi imzaya açılmıştır (Öztürk & Öztürk, 2019). 2015 yılında Birleşmiş Millet İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında 2020 yılından sonraki dönemde iklim değişikliği ile mücadele için düzenlenen Paris İklim Anlaşması 2016 yılında onaylanmıştır. Paris İklim Anlaşması'nda insan hakları, iklim adaleti ve toprak ana gibi konulara yer verilmiştir (Kaya, 2017). Uluslararası düzenlemelerin yanında çevreye verilen önem, Avrupa Birliği tarafından düzenlenen politikalar ile daha da dikkat çeker hale gelmiştir. Takip eden yıllarda diğer ülkeler tarafından yapılan düzenlemelerde de Avrupa Birliği Çevre Eylem Programları etkili olmuştur.

3. AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE POLİTİKALARI

Küreselleşme sürecine girilmesiyle beraber toplumlar daha çok çalışmakta, daha çok tüketmektedir. Gelişimini hızlandırmak isteyen toplumlar aynı zamanda sera gazı etkisini artıracak şekilde fosil yakıt kullanmakta, atık miktarını çoğaltmakta ve buna bağlı olarak bütün ekosistem bozularak iklimsel değişiklik sürecine girilmektedir. Çevreye verilen zararların önüne geçmek amacıyla hukuki anlamda 1 Ocak 1970 tarihinde ABD'de Ulusal Çevre Politikası Kanunu gündeme gelmiştir. Ulusal Çevre Politikası Kanunu ile Çevresel Etki Değerlendirme Raporu, yürütülecek faaliyetler için ön şart olarak kabul edilmiştir. 1973 yılında Avrupa Topluluğu Komisyonu tarafından "Avrupa Toplulukları Çevre Eylem Programı" tavsiye edilmiş ve üye ülkelere kabul edilmiştir. Programda çevre tahribatını önlemeye yönelik tedbirler alınmıştır ve "kirleten öder" ilkesi kabul edilmiştir (Çolak, 2012:23).

Birinci çevre eylem programı 1973-1977 yılları arasında yürütülen faaliyetleri kapsayan hedefler içermektedir. Programın temel ilkeleri; kirliliğin kaynağında önlenmesi, çevrenin planlama ve karar alma sürecinde olması, kirleten öder ilkesi, çevre bilincinin yükseltilmesi için eğitim verilmesi, çevre hakkında bilgilendirme programının yürürlüğe girdirilmesi, topluluk politikalarının, gelişimini devam ettiren ülkeler üzerindeki etkisine odaklanılması, küresel iş birliğinin önemini vurgulanması, amaçlara göre izlenecek eylemlerin belirlenmesi, milli programların uyum ve koordinasyonunun sağlanması şeklindedir (Aydın & Çamur, 2017). İkinci çevre eylem programı 1977-1981 yılları arasındaki faaliyetleri kapsamaktadır. Bu programın ilkeleri bir önceki programda hedeflenip hayata geçirilemeyen ilkeler üzerinedir. Bu ilkeler; konu üzerine eğitimin verilmesi, toplumun çevre üzerindeki durumunu belirten raporların hazırlanması ve sivil toplum kuruluşları ile Avrupa Çevre Bürosu'nun iş birliği içinde olması şeklinde düzenlenmiştir (Çokgezen, 2007).

1982-1986 yılları arasındaki üçüncü çevre eylem programında çevre kirliliğini kontrol etmek yerine önleyici politikalara yer verilmiştir. İklim, çevre ve hammadde bütün unsurların özenle korunması gerektiği vurgulanmıştır. Çevre faaliyetlerinin sanayiden tarıma kadar bütün sektörlerle iç içe ele alındığı takdirde başarıya ulaşacağı belirtilmiştir. Programda, yeni teknolojilerin geliştirilmesiyle yeniliklerin hızlanacağı ve istihdam alanı oluşturulacağı ele alınan önemli unsurlardandır (Çokgezen, 2007; Aydın & Çamur, 2017; Erdem & Yenilmez, 2017; Turan Bayram ve ark., 2011). Dördüncü çevre eylem programı 1987-1992 yıllarını kapsamaktadır. Bu program Avrupa Tek Senet'in imzalanmasının ardından oluşturulmuş ilk programdır. Avrupa Tek Senedi, çevreye verilen zararları ele almaktadır ve çevrenin korunmasını Avrupa Topluluğu'nun sorumluluk alanına dahil etmektedir. Dönüm noktası olarak adlandırılabilir olan bu programda denge arayışına gidilmiştir ve çevre kirliliğinin ilk seviyesinde önüne geçilmesiyle maliyet avantajının elde edileceği vurgulanmıştır. Programın faaliyette olduğu 1992 yılında Maastricht Antlaşması imzalanmıştır. Antlaşmada çevrenin korunması ilkesi ele alınarak Avrupa Birliği hedeflerine açık bir şekilde dahil edilmiştir (Çokgezen, 2007). Politikaların mali ve teknik araçları önemli kılınmıştır. 1993 yılında yürürlüğe giren bu antlaşma ile "sürdürülebilirlik" kavramı gündeme gelmiştir (Erdem & Yenilmez, 2017; Aydın & Çamur, 2017; Çolak, 2012; Altıkat &

Ekmekyapar Torun, 2011). Temeli 1970’li yıllara dayanan sürdürülebilirlik, “bir fırsat veya fiilin sürekli olarak devam ettirilebilmesi imkanı” olarak tanımlanmıştır (Çokişler, 2017). Beşinci çevre eylem programı 1993-2000 yıllarını kapsamaktadır. Bu programda “sürdürülebilirlik” kavramına “kalkınma” kavramı da eklenerek “sürdürülebilir kalkınma” ile “çevre” arasındaki bağ üzerinde durulmuştur. Sürdürülebilir kalkınma, iktisadi gelişme sürecinin, çevre kirlenmesi, doğal kaynakların bitirilmesi gibi problemlere sebep olduğunun fark edilmesiyle önem kazanmıştır. Bu kavram, gelecek nesillerin çıkarlarının büyük titizlikle önemsenmesi için tanımlanmıştır (Chichilnisky, 1997). Sürdürülebilir kalkınma, bugünün kalkınması gerçekleştirilirken, yenilenemeyen kaynakların kullanımından uzak durulması üzerine odaklanan bir kalkınma anlayışıdır (BSTS/İktisadi Terimler Sözlüğü, 2004). Diğer dört programa göre daha kapsamlı olan bu programda doğal kaynak korunması, iklimin değişmesi, biyoçeşitlilik, su ve hava kirliliği konularına odaklanılmıştır (Erdem & Yenilmez, 2017; Çökgezen, 2007).

Altıncı çevre eylem programı 2001-2010 yılları arasında oluşturulan ilkeleri barındırmaktadır. Programın öncelik verdiği konular iklim değişikliği, doğa ve biyoçeşitlilik, doğal kaynaklar ve atıkların yönetimi, çevre ve sağlık olmak üzere dört unsurdan oluşmaktadır (Erdem & Yenilmez, 2017). Yedinci çevre eylem programı 2013-2020 yılları arasındaki faaliyetleri kapsamaktadır. “Gezegenin Sınırları İçinde Daha İyi Yaşamak” mottosu ile yayınlanan bu programda sürdürülebilir kalkınma anlayışı içinde gelinecek noktanın yetersiz olduğu belirtilerek kısa vadede 2020 yılına kadar ulaşılması gereken hedefler ve uzun vadede 2050 yılına kadar ulaşılması gereken hedefler üzerinde durulmuştur. Programda birlik halinde hareket edilerek doğal sermayenin, çevrenin ve toplum sağlığının korunması, çevre ve iklim politikalarına yatırım yapılması, şehirlerde sürdürülebilirliğin sağlanması ve birliğin uluslararası anlamda çevre ve iklim sorunlarında etkinliğinin artırılması vb. ilkelerine odaklanılmıştır (Yaman & Gül, 2018). Çevre eylem programlarının hedefleri, aynı yıllarda düzenlenmiş konferanslar ve imzalanan anlaşmalar doğrultusunda günümüzde de gelecek nesillerin refahını kapsayacak şekilde devam etmektedir. Çevreyi koruyamaya yönelik çalışmalar kapsamında geliştirilen yaklaşımlarda atık, büyümenin yan ürünü olarak çözülmeyi bekleyen önemli bir problemdir (Meyers G. ve ark., 2006). Bu problemi çözüp, atıkların değerlendirilmesini ve ekolojik dengenin korunmasını sağlayacak alternatiflerden en önemlileri “sıfır atık” ve “endüstriyel simbiyoz” yaklaşımlarıdır.

4. SIFIR ATIK ve ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ

Atık, “üretim aşamasından tüketime kadar olan bütün aşamalarda açığa çıkan ve kullanıcının artık işine yaramayacak durumda olan maddelerdir” (TDK Güncel Türkçe Sözlük, 2019). 2017 yılında Sunpreet Singh ve arkadaşları tarafından atık, “genellikle çevremizde geri dönüşmesi, yeniden kullanılması, azaltılması ve hatta mümkünse ortadan kaldırılması gereken maddeler” olarak tanımlanmıştır (Singh S., ve ark. 2017). Ortaya çıkan fazla atık, herhangi bir modern toplumun yetersizliğinin ve kaynakların yanlış tahsis edildiğinin göstergesidir (Zaman A. & Lehmann S., 2013). Bu durum toplumlar adına geri dönüşü zor olan ekosistem tahribatına yol açtığından dolayı atıkları değerlendirmenin yolları aranmaktadır. “Atıklar, geri dönüştürülmeye hazır kaynaklardır” bakış açısıyla geliştirilen “sıfır atık yaklaşımı; israfın önüne geçilmesini, kaynakların verimli kullanımını, ortaya çıkan atıkların miktarının azaltımını, etkin bir toplama sisteminin işletilmesini, atıkların dönüşümünü kapsayan atık önleme yaklaşımıdır” (Sıfır Atık, 2019). Sıfır atık yaklaşımı prensipleri, geri dönüşümün ötesinde öncelikle atıkların inovatif ürün tasarımı ile ortaya çıkmasından kaçınma ve azaltma, sonrasında kalan atıkların geri dönüşümü ve gübre haline getirilmesine dayanmaktadır (Zaman A., & Lehmann S., 2013). Avrupa Çevre Ajansı, atık yönetiminin ötesine geçerken hammadde bağımlılığının en aza indirilmesi gerekliliğini, bunu yaparken hem çevreye hem de ekonomiye katkı sağlanacağını vurgulamaktadır (Avrupa Çevre Ajansı, 2016). Sıfır atık yaklaşımı ile kaynakların ve çevrenin üzerindeki baskının azaltılması hedeflenmektedir.

Sıfır atık yaklaşımı sayesinde gelecekte, doğadan ilham alarak atıkların kaynak olduğu ve organik atıkların verimli gübre olarak kullanıldığı sürdürülebilir modellerin tasarlanması beklenmektedir. Sıfır atık prensibine göre tasarlanmış mevcut altyapıyı, toplulukları ve fabrika binalarını güçlendirirken aynı zamanda yenilerini de geliştirmek hedeflenmektedir (Zaman A. & Lehmann S., 2011). Avustralya’daki bir kaldırım kenarı geri dönüşüm şirketinin yaklaşık 400.000 ton atığı geri dönüştürmesiyle elde ettiği 72 milyon \$’lık net kazanç göz önünde bulundurulduğunda bu yaklaşımın hem çevresel hem de

ekonomik açıdan ne tür katkılar sağlanacağına göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Singh S., ve ark., 2017). Çevre tahribatını önlemeye ve ekonomiyi kalkındırmaya yönelik diğer bir yaklaşım olan “endüstriyel simbiyoz”, sanayi kaynaklı olan atıkların değerlendirilmesine yönelik biyolojiden esinlenilerek ortaya çıkarılan bir kavramdır. Bu kavram “sıfır atık” yaklaşımı ile aynı amaca hizmet etmektedir. Endüstriyel simbiyoz, kendi kendini organize eden bir kavramdır ve ortaya çıktıktan sonra koordinatörler tarafından yönetilmektedir. Bu yaklaşımın her yerde başarıya ulaşabilmesi için güven ve ortak norma sahip olunması gerekmektedir. Endüstriyel simbiyoz ile rekabet avantajı ve ekonomik faydalar sağlanması için iş birliği içinde olunması ve coğrafi bakımdan yakın olunması gerekmektedir (Lombardi, D.R. & Laybourn, P., 2012). Endüstriyel simbiyozda önemli olan husus çevresel sürdürülebilirliği sağlayabilmektir. Geliştirilen yeni yaklaşımların ortak amacı çevre yönetimi ve yeşil süreçlerin gerekliliğini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda atıkları önleme ve azaltma yöntemleri önemlidir ve iş birliği içinde çalışıldığı takdirde hem çevre adına hem de ekonomik açıdan fırsatların elde edilmesi beklenmektedir (Leigh M. & Li X.,2015).

Endüstriyel simbiyozun karbondioksit emisyonunun azaltılmasının mevcut ve potansiyel performanslarının, alternatif endüstriyel simbiyoz senaryoları için bir vaka çalışması olmayı amaçlayan bir çalışmada karbondioksit analiz yöntemi aracılığıyla farklı senaryolar içerisinde karbondioksit emisyonu hesaplanmıştır. Bu doğrultuda, sera gazı emisyonlarının daha da azaltılabileceğinin mümkün olduğu, bunu sağlayabilmek için hükümet tarafından teşvik programlarının sunulması gerektiği sonucuna varılmıştır (Hashimoto S., ve ark. 2010). Endüstriyel simbiyoz yaklaşımı dünyanın her yerinde uygulanmaya çalışılmaktadır. Yeni yeşil bir düzeni kazandıracak olan bu yaklaşımın çevresel ve ekonomik faydaları üzerine Çin’de yoğunlaşmıştır. Çin’de endüstriyel simbiyozun gelişimi 1991-2002, 2003-2006 ve 2007-2011 yıllarını kapsamaktadır. Kazanılması hedeflenen çevresel ve finansal avantajlar bu konudaki itici güç olmuştur (Yu F. ve ark., 2015). Endüstriyel simbiyoz yaklaşımı sayesinde atıkların kaynak olmasıyla sanayi bölgelerindeki işletmelerin maliyetlerinde azalma sağlanmıştır. Bu durum Hindistan Sanayi Bölgesi’nde ele alınmıştır ve böyle bir yaklaşımın maliyette azalmayı sağlaması için atıkların üretildikleri yerlerde ya da yakınlardaki sanayi tesisleri aracılığıyla kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Bain A., ve ark., 2010).

Endüstriyel simbiyoz yaklaşımı geçtiğimiz zamanlarda sadece yakın konumlandırma ile ele alınmış olsa da küresel bir dünyada rekabet için yeterli değildir. Bunun için sürdürülebilir kalkınma devamlılığı açısından sadece şehir dışında bulunan endüstrileri yeniden konumlandırma anlayışından farklı bir yol izlenerek eko-endüstriyel kalkınma için atıkların akıllı yöntemlerle işletilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Çin’de eko-endüstriyel gelişimin faydaları irdelenmiştir. Endüstriyel simbiyoz yaklaşımı sayesinde kaynak tasarrufunun ve karbondioksit emisyon azaltımının sağlanabileceği görülmüştür (Dong L., ve ark., 2016). Günümüzde gıda ihtiyacından ticaret faaliyetlerine kadar bütün faaliyetlerin internet ortamına taşınmıştır. Endüstriyel simbiyoz yaklaşımının da ekolojik ve ekonomik faydaları toplumlara kazandırması adına küçük ve orta ölçekli işletmelere yönelik inovasyon çalışmaları yapılmaktadır. Sanayi simbiyoz topluluklarını desteklemek amacıyla çok dilli bir web sayfalarının oluşturulmasına yoğunlaşılmalıdır. Yunanistan’da oluşturulan dört seviyeli bir model, farklı kaynak sınıflandırmaları için oluşturulmuştur. Yaklaşım, veriyi yeniden kullanmak ve birleştirmek için kullanılmıştır. Bu hizmetin Yunanistan’ın en büyük sanayi bölgesinde veriye gerçek hayattan erişmeyi sağlamaktadır (Cecelja F., ve ark., 2015).

Avrupa Birliği, 2019 yılında iklim değişikliği ile mücadele için 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla %55 azaltmayı ve 2050 yılına kadar Avrupa Kıtası’nın tamamını sıfır emisyon durumuna getiren ilk kıta olmayı hedefleyen yeşil mutabakat adlı yeni ekonomik dönüşüm stratejisini açıklamıştır (Diriöz, 2021). Yeşil mutabakat ile belirlenen hedeflere küresel ölçekte ulaşabilmek için çevreye zarar vermeden sürdürülebilir büyümeyi sağlayan yeşil ekonomi kapsamında sıfır atık ve endüstriyel simbiyoz yaklaşımlarının yaygınlaştırılmasıyla ülkelere hem çevresel hem de ekonomik faydaların sağlanması beklenmektedir.

5. SONUÇ

İklimin değişiklik sürecine girmesi sanayileşme ile hızlanmıştır. Bu duruma çevre kirliliği de eklenince toplumlar önlem arayışı içine girmiştir. 1900’lü yıllarda ilk olarak Avrupa Birliği (AB) tarafından

çevresel tahribatın önlenmesine yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Günümüze doğru geldikçe artan bilinçlenme sayesinde hukuki boyuta ek olarak toplumlara ivme kazandıracak yenilikçi yollar aranmaya başlanmıştır. İklim değişikliği bugünkü hızıyla devam ederse içinde bulunulan durumdan daha vahim sonuçlara yol açacağı aşikardır. İklim değişikliği önlenemezse kuraklık, salgın hastalık, toplu ölüm, deniz seviyesinin yükselmesi, canlıların nesillerinin tükenmesi, sel vb. doğal afetlerin artması gibi sorunlar ile karşılaşılacaktır. Ancak çevre politikaları uygulanmaya çalışılırken genellikle finansman eksikliği yaşanmakta ve Ar-Ge'ye gereken önem verilmemektedir. Bu durumun önüne geçilmesi için toplumlara öncelikle eğitim verilmelidir. Devamlılığın sağlanmasına yönelik teşvik, ödül veya ceza yaptırımlarının getirilmesi gerekmektedir. Küresel ısınmanın etkilerini minimize edebilmek için atık miktarını azaltma yöntemlerinden olan “sıfır atık” ve “endüstriyel simbiyoz” yaklaşımı bütün topluma benimsetilmelidir. Atıkların değerlendirilmesiyle temiz çevre ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine aynı anda ulaşılabilecektir. Globalleşmenin etkisiyle sorunların da küreselleşmesi sebebiyle uluslararası boyutta planlar geliştirilmelidir. Geleceğe yönelik geliştirilen stratejilerde küresel düşünüp yerel olarak her bölgede harekete geçilmelidir.

KAYNAKLAR

- Avrupa Çevre Ajansı. (2016), *Yeşil Bir Ekonomi İçin Atık Yönetiminin Ötesine Geçmek*, 01.12.2021 tarihinde <https://www.eea.europa.eu/tr/articles/yesil-bir-ekonomi-icin-atik> adresinden alındı.
- Aydın, A. H., Çamur, Ö. (2017). Avrupa Birliği Çevre Politikaları ve Çevre Eylem Programları Üzerine Bir İnceleme. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(13), 21-44.
- Aydın, B. (2017). *Kuvaterner Dönem*, 14.06.2019 tarihinde <https://www.ekopangea.com/2017/08/31/kuvaterner-donem/> adresinden alındı.
- Bain, A., Shenoy, M., Ashton, W., Chertow, M. (2010). Industrial and Waste Recovery in an Indian industrial Area, *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1278- 1287.
- BBC News, (2021). *İklim krizi: Dünyayı en çok kirleten ülkeler, karbon emisyonunu azaltmak için neler yapıyor?*, 10.12.2021 tarihinde <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-59088481> adresinden alındı.
- Cecelja, F., Raafat, T., Trokanas, N., Innes, S., Smith, M., Yang, A., Zorogios, Y., Korkofygas, A., Kokossis, A. (2015). E-symbiosis: Technology-enabled support for Industrial Symbiosis targeting small and medium Enterprises and Innovation, *Journal of Cleaner Production*, 98, 336-352.
- Chichilnisky, G., (1997). What is Sustainable Development, *Land Economics*, 73(4), 467-91.
- Çokgezen, J. (2007). Avrupa Birliği Çevre Politikası ve Türkiye, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 23(2), 91-115.
- Çokışler, E. & Çokışler, N., (2017). Sürdürülebilir Kalkınma Kavramına Getirilen Eleştiriler, *International Journal of Contemporary Tourism Research*, 1(2017), 1-7.
- Çolak, E. (2012). Avrupa Birliği Mevzuatı Çerçevesinde Atık Yönetimi: Kuşatac Örneği, *Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı*, İzmir.
- Dinah, S. (2008). Stockholm Declaration (1972) and Rio Declaration (1992). In *Max Planck Encyclopedia of Public International Law*, Oxford University Press.
- Diriöz, A. O. (2021). AB Yeşil Mutabakat Kapsamında Yeşil Ekonomiye Dönüşüm Süreci, Türkiye-AB İlişkilerine Olası Etkilerinin Değerlendirilmesi, *Uluslararası Suçlar ve Tarih* (2021), 107-130.
- Dong, L, Fujita, T, Dai, M, Geng, Y, Ren, J, Fujii, M, Wang, Y, Ohnishi, S., (2016). Towards pretentative eco-industrial development: An industrial and urban symbiosis case in one typical industrial city in China, *Journal of Cleaner Production*, 114(2016), 387-400.
- Duru, B. (2001). Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni, *Mülkiye Dergisi*, 25(230), 301-333.
- Erdem, M. S., Yenilmez, F., (2017). Türkiye'nin Avrupa Birliği Çevre Politikalarına Uyum Sürecinin Değerlendirilmesi, *Optimum Journal of Economics and Management Sciences*, 4(2), 91-119.
- Geri Dönüşüm Ekonomisi, (6 Nisan 2021). *En Çok Karbon Salan Ülkeler*, 10.12.2021 tarihinde <https://geridonusumekonomisi.com.tr/en-cok-karbon-salan-ulkeler.html> adresinden alındı.
- Hashimoto, S., Fujita, T, Geng, Y, Nagasawa, E., (2010). Realizing CO2 emission reduction through industrial symbiosis: A cement production case study for Kawasaki, *Resources, Conservation and Recycling*, 54(10), 704-710.
- Kaya, Y. (2017). Paris Anlaşmasını İklim Adaleti Perspektifinden Değerlendirmek. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, Özel Sayı: Paris İklim Zirvesi ve Yansımaları, 87-106.
- Kaypak, Ş. (2012). Çevre Hukukunun Ulusal ve Uluslararası Boyutları, *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (10), 205-242.
- Leigh, M, Li, X., (2015). Industrial Ecology Industrial Symbiosis and Supply Chain Environmental Sustainability: A case study of a large UK distribütör, *Journal of Cleaner Production*, 106, 632-643.
- Lombardi, D. R., Laybourn P., (2012). Redefining Industrial Symbiosis, *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 28-37.

- McCarty, J. P., (2001). Ecological Consequences of Recent Climate Change. *Conservation Biology*, 15(2), 320-331.
- Meyers, G., McLeod, G., Anbarci, M., (2006). An international waste convention: Measures for achieving sustainable development, *Waste Management and Research*, 24(6), 505- 513.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47-65.
- Öztürk, M., Öztürk, A. (2019). BMİDÇS'den Paris Anlaşması'na: Birleşmiş Milletler'in İklim Değişikliğiyle Mücadele Çabaları, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 527-541.
- Resmi Gazete, (1990). *Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesine Katılmamızın Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun*, 13.12.2021 tarihinde <http://www.insanhaklarisavunuculari.org> adresinden alındı.
- Singh, S., Ramakrishna, S., Gupta, M. (2017). Towards zero waste manufacturing: A multidisciplinary review, *Journal of Cleaner Production*, 168(2017), 1230-1243.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2018). *Montreal Protokolü*, 14.06.2019 tarihinde <https://iklim.csb.gov.tr/montreal-protokolu-i-4364> adresinden alındı.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2019). *Sıfır Atık Nedir?* 13.12.2021 tarihinde <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/sifir-atik-nedir> adresinden alındı.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı, (2011). *Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü*, 14.06.2019 tarihinde <http://www.mfa.gov.tr/viyana-sozlesmesi-ve-montreal-protokolu.tr.mfa> adresinden alındı.
- TDK Türk Dil Kurum, Güncel Türkçe Sözlük, 20.06.2019 tarihinde <http://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı.
- TDK Türk Dil Kurumu, Bilim ve Sanat Terimleri Sözlüğü/İktisadi Terimler Sözlüğü, (2004). 08.04.2018 tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı.
- Turan Bayram, T., Altıkat, A., Ekmekyapar Torun, F. (2011). Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Politikaları, *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1): 33-38.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, *İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi*, 1(1), 26-37.
- Türkiye Barolar Birliği, (2014). 1972- Stockholm Bm İnsan ve Çevre Konferansı Bildirgesi, *Uluslararası Çevre Koruma Sözleşmeleri*, (65-73), Ankara: Türkiye Barolar Birliği Yayınları: 247.
- Yaman, K., Gül, M. (2018). Kuruluşundan Günümüze Avrupa Birliği'nin Çevre Politikası. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2(2), 198-217.
- Yu, F., Han, F., Cui, Z. (2015). Evolution of Industrial Symbiosis in an eco-industrial Park in China, *Journal of Cleaner Production*, 87, 339-347.
- Zaman, A., Lehmann, S. (2011). Urban growth and waste management optimization towards 'zero waste city', *City, Culture and Society*, 2(4), 177-187.
- Zaman, A., Lehmann, S. (2013). The zero waste index: A performance measurement tool for waste management systems in a 'zero waste city. *Journal of Cleaner Production*, 50(2013), 123-132.

MİNİ ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN FREN PEDALININ TASARIM İYİLEŞTİRMESİ

Efe SAVRAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
efesavran@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9518-6498

Mehmet Kıvanç TURAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
mkivancturan@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1605-9678

Fatih KARPAT

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
karpata@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8474-7328

Özet

Can kaybının yaşandığı kazalarda taşıt etkisinin düşük olmasına rağmen fren kusurunun etki oranının yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu nedenden dolayı araçlardaki fren pedalının tasarımı yüksek önem arz etmektedir. Ergonomi, yorulma ömrü ve parça hafifliği gibi kriterler fren pedalı tasarımında kullanılabilirlik açısından önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada Bursa Uludağ Üniversitesi bünyesinde geliştirilmiş olan enerji verimliliği taşıtı için bir fren pedalı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, alüminyum 6061 T6 alaşımı seçilerek ANSYS Workbench yazılımının yardımıyla nümerik olarak gerçekleştirilmiştir. Ağdan bağımsızlık testleri ile uygun ağ eleman boyutu belirlenip statik yapısal analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda kütle azaltımı gerçekleştirilmiş olup yorulma ömrü açısından da değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fren Pedalı, Yapısal Analiz, Tasarım, İyileştirme, Yorulma

DESIGN IMPROVEMENT OF THE BRAKE PEDAL FOR MINI ELECTRIC VEHICLES

Abstract

It is stated that although the vehicle effect is low in accidents with loss of life, the effective rate of the brake fault is high. For this reason, the design of the brake pedal in vehicles is of great importance. Criteria such as ergonomics, fatigue life, and part lightness play an important role in terms of usability in brake pedal design. In this study, a brake pedal design was carried out for an energy efficiency vehicle developed within Bursa Uludağ University. This study was carried out numerically with the help of ANSYS Workbench software by selecting aluminum 6061 T6 alloy. Appropriate mesh element size was determined by mesh convergence tests and static structural analysis was performed. As a result of the analysis, the mass reduction was realized and evaluated in terms of fatigue life.

Keywords: Brake Pedal, Structural Analysis, Design, Improvement, Fatigue

1. GİRİŞ

Kara taşıtları günümüz ulaşımının önemli parçalarından biridir. Başta otomobiller olmak üzere birçok farklı türü bulunan bu ulaşım unsuru günlük hayatta en fazla kullanılan taşıt türüdür. Kullanım oranı yüksekliğine paralel olarak ulaşım araçlarında en fazla kaza kara taşıtlarında gerçekleşmektedir. Karayolları Genel Müdürlüğü raporuna göre (KGM,2021), 2020 yılında gerçekleşen ölümlü ve yaralanmalı kazalarda taşıt faktörünün kazaya etki oranı %2.69'dur. Taşıt faktörü içerisinde kusurlu fren %10.98 gibi kayda değer bir orana sahiptir. Bu durum fren sistemlerinin tasarımının önemini ortaya koymaktadır. Fren sistemleri el ve ayak (servis) freni olarak ikiye ayrılmaktadır. El freni mekanik ve elektrik destekli olarak ikiye ayrılırken ayak freninin birçok farklı türü bulunmaktadır. Fren pedalı tüm ayak fren sistemlerinin ortak parçalarından biridir. Fren pedalının tasarımında ergonomi ve yorulma ömrü temel değerlendirme kriterlerini oluştururken günümüzde buna hafiflik de eklenmiştir. Hafiflik, günümüz otomotiv endüstrisinin en önemli konularından biridir. Taşıt ağırlığının azaltılması yakıt tüketimi açısından büyük önem arz etmektedir. Günümüzde her ne kadar elektrikli taşıt kullanımı artsa

da petrol türevi yakıt kullanan taşıtlar pazarın büyük bölümünü hâlâ kapsamaktadır. Bu taşıtların yakıt tüketiminin azaltılması çevreye verdikleri zararlı gazın da azalmasına katkıda bulunacaktır.

Bu noktada gerek alüminyum, magnezyum, kompozit gibi hafif malzemeler kullanılarak gerekse topoloji optimizasyonu ile kullanılan parçaların ağırlığı azaltılmaktadır. Fren pedalları üzerine yapılan hafifletme çalışmalarında malzeme değişiminden ziyade daha çok topoloji optimizasyonu üzerine yoğunlaşmıştır. Bütünlüğü tehlikeye sokulmadan ağırlığı azaltılması istenilen bir araç için fren pedalı tasarımının yapıldığı bir çalışmada (Sudin ve diğ., 2014), ürünün geliştirilmesinin erken aşamalarında optimal tasarımının sağlanabilmesi için tasarım iyileştirmesi yapılmıştır. Çalışma içerisinde pedalın var olan malzemesine müdahale edilmeden ağırlığın azaltılması hedeflenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre yeni tasarımın eskiye göre %22 daha hafif olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca optimize edilmiş tasarım ile kütle olarak 0,74 kg' dan 0,58' a inildiği, maksimum deplasmanın 3,9 mm' den 5,6 mm' ye çıktığı, Von Mises geriliminin 289 MPa' dan 348 MPa' a çıktığı görülmüştür. Çalışkan ve diğ. yaptıkları çalışmada rejeneratif frenleme esnasında konvansiyonel fren pedalı hissiyatının korunması için kuvvet geri beslemeli bir fren pedalı amaçlanmıştır (Caliskan ve diğ., 2018). Deneysel sonuçlar pedal hissiyatının seri elastik pedal ile kompanse edilmesinin sert frenlemeyi azalttığını, güvenliği ve sürüş deneyimini artırdığını göstermektedir.

Ağırlık ve maliyet azaltımının amaçlandığı bir çalışmada (KALE, 2016), tek parçadan oluşan fren pedalı yerine iki parçalı fren pedalı tasarlanmıştır. Geleneksel fren pedalı modellerinde 8 mm kalınlığında saç malzemeler tercih edilmektedir. Bu çalışma içerisinde ise 8 mm kalınlığında tek parça yerine kendisinden beklenen ergonomik şartlara uygun olarak 2 parçalı olarak tasarlanmıştır. 2 parçalı olarak tasarlanan pedallarda 1,2 mm, 1,4 mm iki ayrı kalınlıktaki malzeme kombinasyonu kullanılmıştır. Tasarımlar Ansys programında analiz edilip tek parça tasarıma göre kıyaslanmıştır. Kıyaslamalar sonucunda 8 mm tek parçada 107,46 MPa, 1,4mm – 1,4 mm eşleniğiyle 131,48 MPa, 1,4 mm – 1,2 mm eşleniğiyle 154,7 MPa ve 141,36 MPa ve 1,2 mm – 1,2 mm eşleniğiyle ise 154,71 MPa gerilim değerleri görülmüştür. Parçaların yorulma ömürlerine bakıldığında 1,4 mm – 1,2 mm eşleniğiyle 646.350 çevrim, 1,2 mm – 1,2 mm eşleniğiyle 646.160 ve diğer kombinasyonlarda 1.000.000 çevrim ömrü elde edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, geliştirilen fren pedalları ile birim pedal maliyeti azaltılmıştır.

Tasarım iyileştirmesinin amaçlandığı bir başka çalışmada (Patil ve diğ., 2020), pedal parametreleri kullanılarak bilgisayar ortamında tasarım yapılmıştır ve Ansys programında yapısal çelik kullanılarak 200 N kuvvet altında statik yapısal analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre parçadan malzeme boşaltımı yapılmıştır ve ortaya daha hafif bir pedal tasarımı çıkarılmıştır. İyileştirme yapılan son parça aynı şartlar göz önünde bulundurularak yeniden Ansys programında statik yapısal analize sokulmuştur ve elde edilen maksimum gerilimin güvenlik limitleri altında olduğu görülmüştür. Dhande ve diğ. çalışmalarında polimerik esaslı fren pedalı analiz etmiştir (Dhande ve diğ., 2014). Çalışma içerisinde malzeme değerlendirmesi, ergonomik kriterlerin göz önüne alınması ve son profil tasarımına ulaşılması ve cam fiberli polyamid kompozit malzemenin detaylı analizi gibi çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında kompozit malzeme kullanımıyla ağırlık olarak % 66,7 tasarruf elde edileceği görülmektedir. Izgi yaptığı çalışmada eklemeli imalat modeli kullanılarak daha hafif bir pedal modelinin ortaya çıkması amaçlanmıştır (Izgi, 2021). Çalışma sonucunda genel kütlede %54,07 azalma elde edilmiştir. Tasarıma müdahale etmeden önce gerilim değeri 108 MPa ve deplasman 1,099 mm' dir ve müdahale sonrası bu değerlerin 196,1 MPa ve 1,295 mm olduğu görülmüştür. Fren pedalında ağırlık azaltımına odaklanılan başka bir çalışmada (Kulangara ve diğ., 2021) tasarım iyileştirmesinin ardından pedal üzerindeki dolu malzeme bölgesi kafes yapısı ile değiştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda kütle 0,8374 kg' dan 0,6598 kg' a indiği, deplasmanın 3,10 mm ' den 3,19' a yükseldiği ve Von Mises gerilim değerinin 215,80 MPa' dan 221 MPa' a yükseldiği görülmektedir.

Daha hafif fren pedalının amaçlandığı başka bir çalışmada (Nandanwar ve diğ., 2021), topoloji optimizasyonunda 1,3 minimum güvenlik katsayısı şartıyla 0,4184 mm maksimum deplasman değeri elde edilmiştir. Optimizasyon sonucunda kütle 363 g' dan 211g' a indirilmiştir. Bu çalışmada Bursa Uludağ Üniversitesi bünyesinde geliştirilmiş olan enerji verimliliği taşıtı için bir fren tasarımı gerçekleştirilmiştir. Çalışma ANSYS Workbench yazılımı ile nümerik olarak gerçekleştirilmiş olup malzeme olarak alüminyum 6061 T6 alaşımı kullanılmıştır. İlk aşamada statik yük altında yapıdaki

gerilme değerleri incelenmiştir, sonrasında topoloji optimizasyonu sonucu referans alınarak tasarım düzenlenip kütle hafifletilmiştir. Ayrıca yorulma analizi ile parça kullanım ömrü de değerlendirilmiştir.

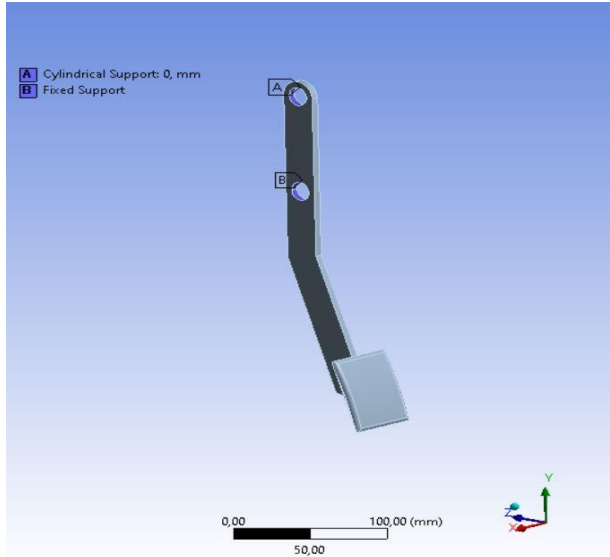
2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada ilk olarak pedalin başlangıç tasarımı yapılmıştır. Bu noktada Patil ve diğ. Yaptığı çalışmada (Patil ve diğerleri, 2020) verilen pedal geometrisi referans alınmıştır. Pedal oranı için Kale'nin yaptığı çalışmada (KALE, 2016) hidrolik fren sistemleri için verilmiş olan 1/3 oranı temel alınmıştır. Tasarım aşamasının ardından oluşturulmuş geometri ANSYS Workbench (ANSYS Inc., Canonsburg, ABD) yazılımında oluşturulmuş olan statik yapısal analiz dosyasına aktarılmıştır. Bu geometri için malzeme olarak alüminyum 6061 T6 alaşımı seçilmiş olup geometriye tanımlanmıştır.

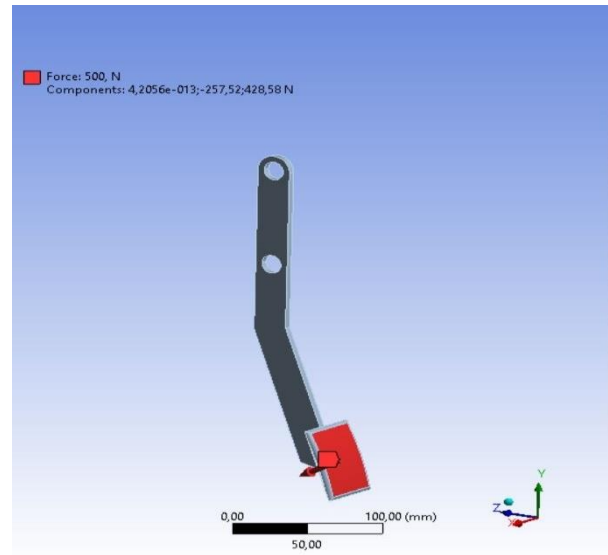
Tablo 1. Malzeme Özellikleri

Yoğunluk (g/cm ³)	Elastisite modülü (GPa)	Poisson Oranı	Akma Gerilmesi (MPa)	Çekme Gerilmesi (MPa)
2.713	68.9	0.33	259.20	313.10

Ağ yapısı için eleman boyutu, tasarlanan pedal kalınlığının 5 mm olması sebebiyle ilk aşamada 2,5 mm olarak girilmiştir. Sonraki aşamada sınır koşulları tanımlanmıştır. Yapının üst bölümündeki deliğe silindirik destek tanımlanmış olup bu destek teğetsel yönde serbest iken radyal ve eksenel yönlerde sabitlenmiştir. Alttaki deliğe sabit destek tanımlanmış olup böylece tüm yönlerde hareketi kısıtlanmıştır.



Şekil 1. Sınır Şartları

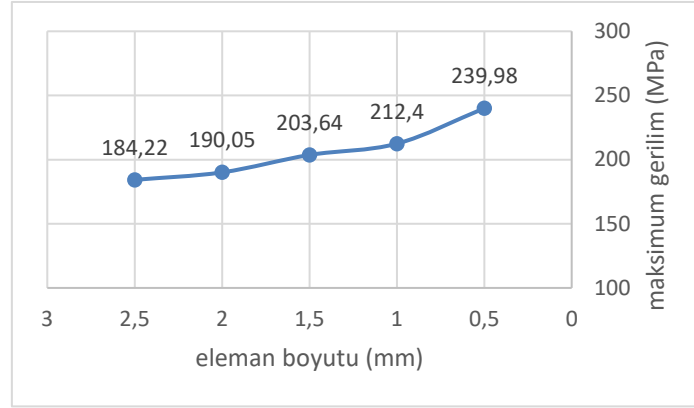


Şekil 2. Yükleme

Yükleme olarak Toyota standartlarının kullanıldığı çalışma (KALE, 2016) referans alınarak 500 N'luk bir kuvvet uygulanmıştır. Yapısal analizlerde gerilme değeri ağ yapısına oldukça bağlıdır. Bu sebeple ağ yakınsaması ile sonucun kontrolü yapılmıştır. Eleman boyutu 2,5 mm'den 0,5 mm'ye kadar 0,5 mm farkla oluşturulmuştur.

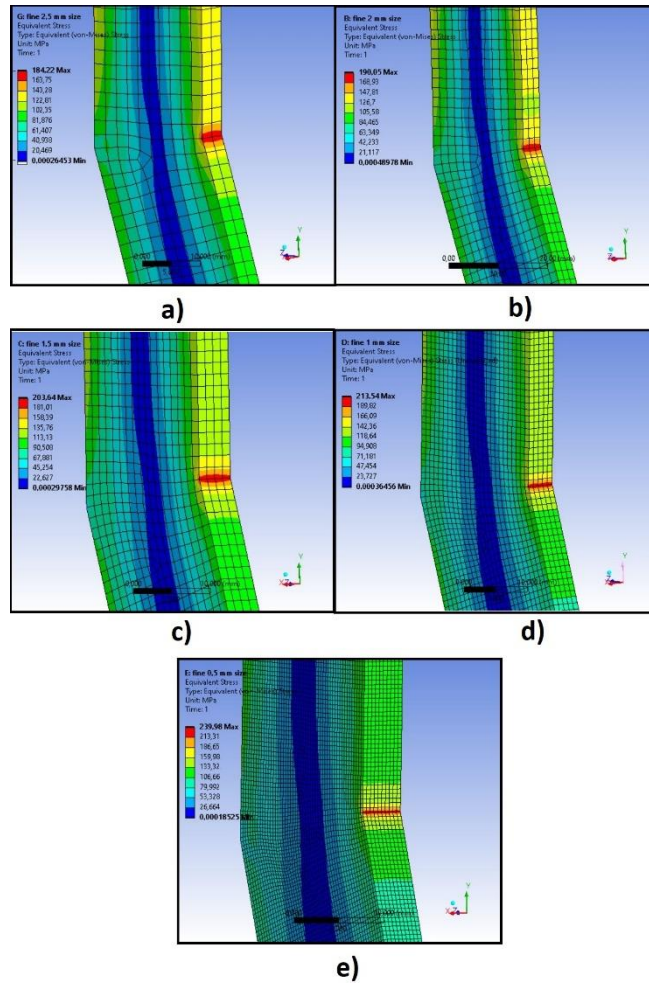
Tablo 2. Tasarım iyileştirmesi öncesi yakınsama değerleri

Eleman Boyutu (mm)	Maksimum Gerilim (MPa)
0,5	239,98
1	212,4
1,5	203,64
2	190,05
2,5	184,22



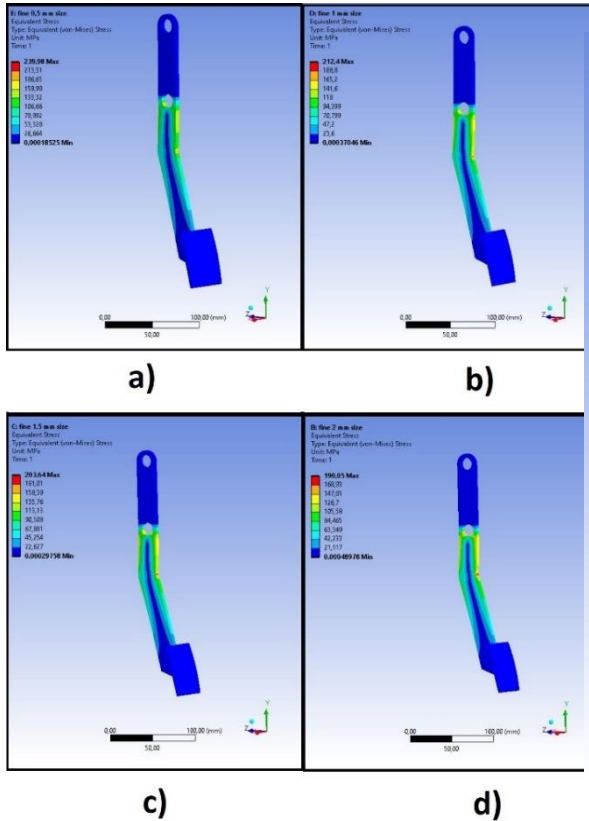
Şekil 3. Ağ yakınsaması grafiği

Ağ yakınsaması sonucunda 1 mm eleman boyutunun ideal boyut olduğuna karar verilmiştir. 2,5 mm eleman boyutu için gerçekleştirilen analizde maksimum gerilme 184,22 MPa olup eleman boyutu küçüldükçe maksimum gerilmede artış görülmektedir. 0,5 mm eleman boyutu ve daha küçük boyutlarda tekillik oluştuğu görülerek (bkz. Şekil 4.) eleman boyutunda 0,5 mm' nin altına inilmemiştir. Eleman boyutuna göre gerilme değişimi hem tablo 2' de hem de şekil 3' teki grafikte görülmektedir.

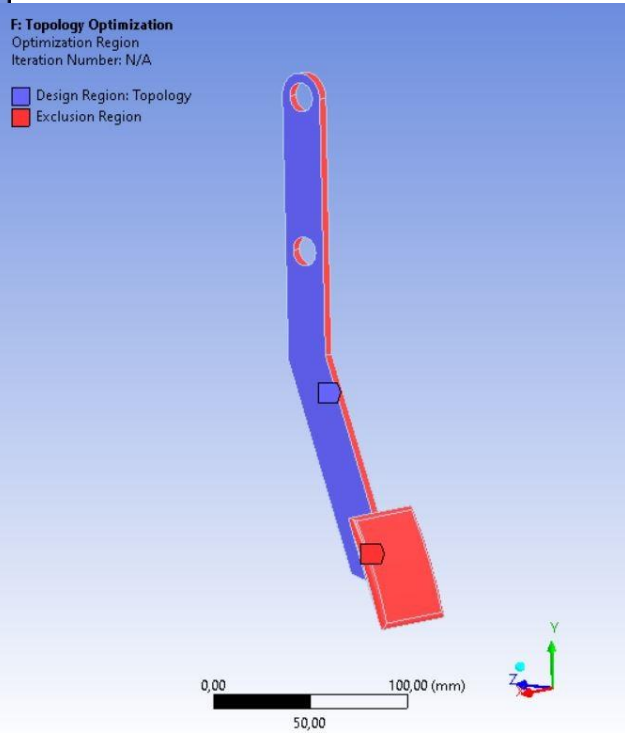


Şekil 4. Eleman boyutuna göre maksimum gerilmeler:
a) 2,5 mm, b) 2 mm, c) 1,5 mm, d) 1 mm, e) 0,5 mm

Bunlara ek olarak verilen 1 mm eleman boyutu için skewness değeri 0,1485 olarak görülmüştür. Bu değer oldukça iyi bir ağ yapısı olduğunu göstermektedir. 1 mm eleman boyutu için analiz aşamasında statik yapısal analizin yanı sıra parçanın yorulma ömrünün değerlendirilmesi için yorulma analizi de yapılmıştır. Yorulma analizinde ortalama gerilim teorisi olarak Gerber kullanılmış olup yükleme tipi olarak sıfır tabanlı (zero based) yükleme tercih edilmiştir. Gerilim kontürünün elde edilmesinin ardından yine Ansys Workbench programının topoloji optimizasyon modülü kullanılarak çalışmanın kütle azaltımı aşamasına geçiş yapılmıştır. Bu aşamada malzeme boşaltımının sınır koşulları olarak parçanın delik iç yüzeyleri ve en kesit yüzeyleri seçilmiştir (bkz. Şekil 6.). Optimizasyon sonrası oluşan yüzeylerin daha pürüzsüz olması istenildiği için optimizasyon tipi Level set based tercih edilmiştir. İşlem sınırlandırması olarak yarı yarıya malzeme boşaltımı hedeflendiği için Response Constraint kısmında kalacak olan kütle değeri % 50 olarak girilmiştir. 30 iterasyon sonucunda elde edilen topoloji referans alınarak parçanın ilk hâli düzenlenip gerilim doğrulaması için yeniden statik yapısal analize sokulmuştur.



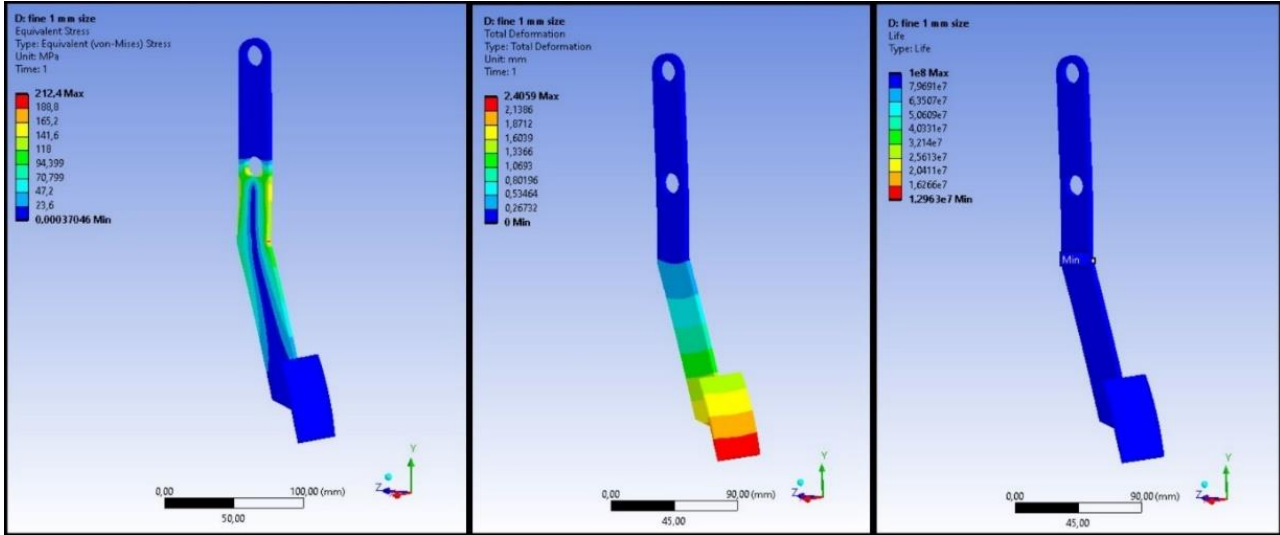
Şekil 5. Eleman boyutuna göre gerilme değerleri:
a) 0,5 mm, b) 1 mm,
c) 1,5 mm, d) 2 mm



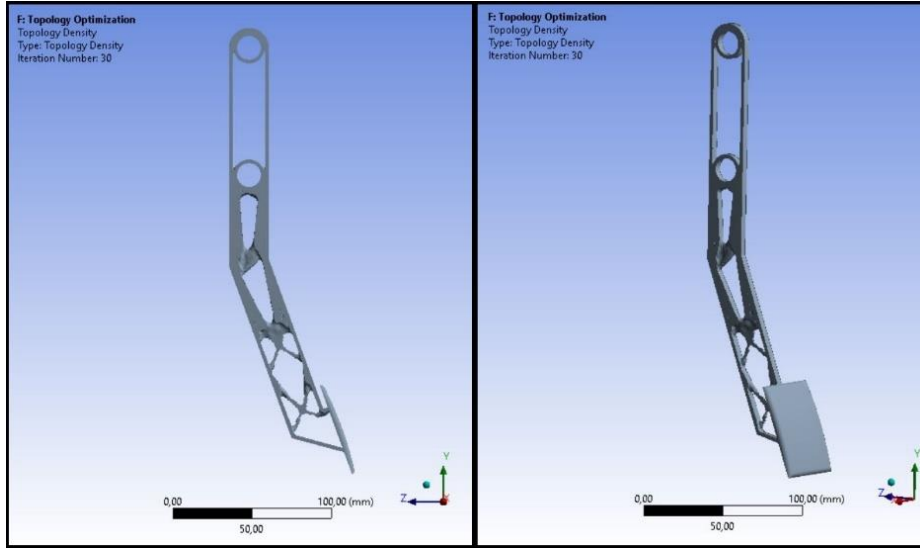
Şekil 6. Topoloji optimizasyon sınır koşulları

3. SONUC

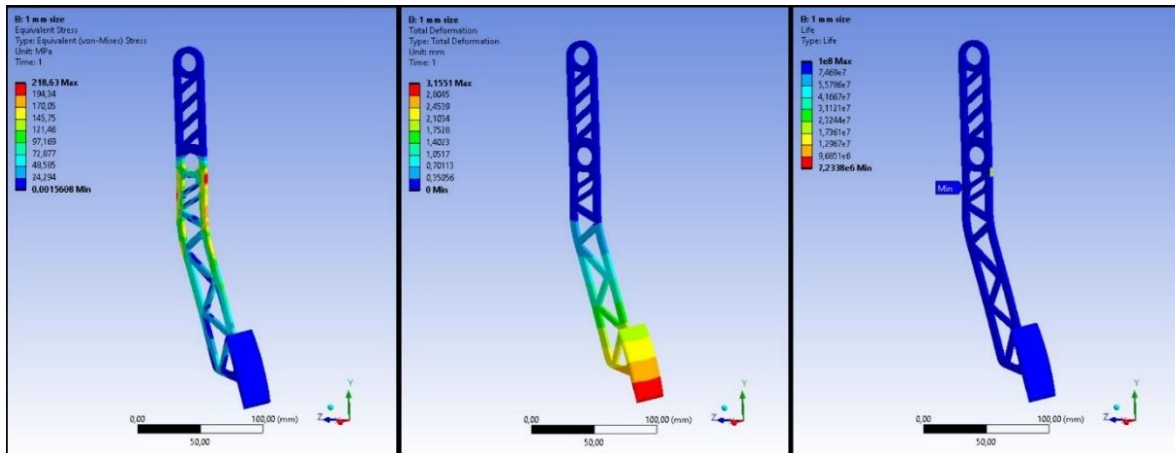
Günümüz otomotiv sektörü için ağırlık tasarrufu önemli bir konudur. Bu noktada gerek düşük yoğunluklu malzeme kullanımı gerekse tasarım iyileştirmesi ile kullanılan elemanların ağırlığı azaltılmak istenmektedir. Bu çalışmada bir enerji verimliliği taşıtı için alüminyum malzemeden yapılmış düşük ağırlıklı bir pedal geliştirilmiştir. Yapılan tasarım iyileştirmesiyle yorulma ömrünün 7,23 milyon olmasıyla beraber toplam ağırlık % 27,34 azaltılmıştır. Ağırlığı azaltılan parçada maksimum gerilme 218,63 MPa olarak gerçekleşmiş olup maksimum deplasman 3,1551 mm olmuştur. Bu işlem neticesinde ortaya çıkan maksimum gerilme değeri önceki tasarıma çok yakın olup yalnızca 1,029 kat artmıştır. Bunun yanı sıra 1 mm eleman boyutuna göre ilk parçanın yorulma yönünden sürekli mukavim iken ikinci parçada ömür değeri 7,23 milyon devir olarak bulunmuştur. Bu durumda parçanın hâlâ sürekli mukavim olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 7. İlk parçanın analiz sonuçları



Şekil 8. Topoloji optimizasyonu sonucu



Şekil 9. Parçanın son halinin analiz sonuçları

Tasarım iyileştirme çalışmasında topoloji optimizasyonu sonucuna göre düzenlenen parçanın kontrol analizi sonucunda maksimum gerilme ve yorulma ömür değerinin istenen değerler arasında olduğu

için topoloji optimizasyon işlemi aşamasındaki kütle azaltım oranı değiştirilmemiştir. Sonuç olarak maksimum gerilme ve yorulma ömrü değerleri uygun aralıkta tutularak kütle değeri dikkate değer oranda azalmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yazarlarından olan Mehmet Kıvanç TURAN ve Efe SAVRAN TÜBİTAK 2244 programı kapsamında bursiyerdir. TÜBİTAK'a verdiği destekten dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Caliskan, U., Apaydin, A., Otaran, A. ve Patoglu, V. (2018). A Series Elastic Brake Pedal to Preserve Conventional Pedal Feel under Regenerative Braking. *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 1367–1373. doi:10.1109/IROS.2018.8594317
- Dhande, K., Jamadar, N. ve Ghatge, S. (2014). Design and Analysis of Composite Brake Pedal: an Ergonomic Approach. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 3(3), 474.
- Izgi, B. (2021). Topological Optimization of Brake Pedal for Metal Additive Manufacturing : A Case Study, *14*(2). doi:10.30495/admt.2021.1931105.1285
- KALE, S. (2016). AĞIRLIĞI AZALTILMIŞ FREN PEDALI TASARIMI VE TEST DÜZENEĞİ GELİŞTİRİLMESİ. *YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ*.
- KGM. (2021). Trafik Kazaları Özeti 2020. *T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü*.
- Kulangara, A. J., Rao, C. S. P. ve Cherian, J. (2021). Topology optimization of lattice structure on a brake pedal. *Materials Today: Proceedings*, 47(xxxx), 5334–5337. doi:10.1016/j.matpr.2021.06.059
- Nandanwar, T., Waghela, K., Gupta, E. ve Narendiranath Babu, T. (2021). Topology Optimization of the Bell Crank & Brake Pedal. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1123(1), 012035. doi:10.1088/1757-899x/1123/1/012035
- Patil, N. U., Sawant, A., Patel, H., Salve, V. ve Khadk, V. (2020). Design and Analysis of Brake Pedal ., *13*(2), 1113–1127.

FİLAMENT EKSTRÜZYON MAKİNELERİNDE PID İLE SICAKLIK DENETİMİ

Murat OFLEZER

Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği
murat@3dfilamex.com, ORCID: 0000-0002-0745-2689

Emin YILDIRIZ

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği
eminyildiriz@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6003-6780

Özet

Üç boyutlu yazıcılarda kullanılan filamentler, ekstrüzyon makinelerinde üretilirler. Filament üretiminde genel olarak sıcaklık hassasiyeti büyük bir önem taşımaktadır. Filament üretim süreci dakikalar aldığından geleneksel PID denetimi aç-kapa röle veya kontaktör ile istenilen sıcaklık hassasiyeti elde edilmesi zordur. Bu cihazların sıcaklık ölçümleri hassas olsa bile; sistemin verdiği tepki ve ısıtıcı kontrollerinin filament ekstrüzyonuna uygun olmamasından dolayı, $\pm 5^{\circ}$ C hassasiyet ile çalışmaktadırlar. Bu hassasiyet, filament ekstrüzyon sistemleri için oldukça düşüktür. Bunun sonucunda oluşan ısı dalgalanmaları sırasında eriyik plastikte yanma, kırılabilirlik, düşük çap hassasiyeti gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada SSR (Solid State Role) çıkışı olan, hassas sıcaklık ölçümü kullanan, plastiğin sıcaklığını ayarlanan değerde $\pm 1^{\circ}$ C hassasiyette tutan bir PID denetleyicisi tasarlanmıştır. Geliştirilen ekstrüzyon makinesinde yapılan deneysel sonuçlar ile istenilen sıcaklık hassasiyeti elde edilmiş ve yüksek kalitede filament üretimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Filament üretimi, PID denetleyici tasarımı, Sıcaklık denetimi, ekstrüzyon ile üretim

Temperature Control of Filament Extrusion Machine with PID

Abstract

The filaments used in 3D printers are produced in extrusion machines. In general, temperature sensitivity is of great importance in filament production. Since the filament production process takes minutes, it is difficult to achieve the desired temperature sensitivity with traditional PID control on-off relay or contactor. Even if the temperature measurements of these devices are sensitive, they work with a sensitivity of $\pm 5^{\circ}$ C, since the response of the system and the heater controls are not suitable for filament extrusion. This sensitivity is quite low for filament extrusion systems. As a result of this, problems such as burning, brittleness, low diameter sensitivity occur in the molten plastic during temperature fluctuations. In this study, a PID controller with SSR (Solid State Role) output, using sensitive temperature measurement, keeping the temperature of the plastic at the adjusted value $\pm 1^{\circ}$ C was designed. With the experimental results made in the developed extrusion machine, the desired temperature sensitivity was achieved and high-quality filament production was realized.

Keywords: Filament extrusion, PID controller design, Temperature control,, extrusion production

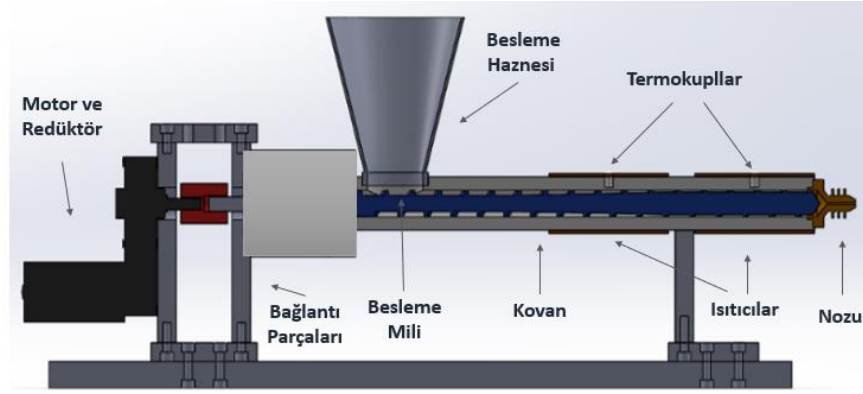
1. GİRİŞ

Günümüzde eğitimden tekstile, sağıktan inşaata kadar hemen hemen tüm sektörlerde 3B yazıcılar yaygın şekilde kullanılmaktadır. Eklemeli imalat sistemleri içerisinde yer alan 3 boyutlu yazıcılar; bilgisayar ortamında modellenmiş katı model çizimlerini, fiziksel nesnelere dönüştüren makinelerdir [1]. Geleneksel imalat yöntemlerine göre; daha hızlı üretim yapılabilmesi, plastiğe şekil vermek için kalıp gereksinimi duymaması ve 3D modellerin üretiminde enjeksiyon sistemlerine göre daha detaylı olması 3 boyutlu yazıcıları günümüzde daha popüler kılmıştır [2]. 3B yazıcılar kullandıkları teknoloji ve malzemeye göre farklı kategorilere ayrılırlar [1]. Bunlardan polimer türlerini kullanarak malzeme ekstrüzyonu işlemi ile yazım yapan 3B yazıcılar günümüzde en yaygın kullanılanlarıdır. Bu 3B yazıcılara FDM teknolojisi denilmektedir. FDM teknolojisine sahip 3B yazıcılar; filament haline dönüşmüş olan polimerin sıcak nozuldan geçerek eriyik hale gelmesi ve 3D çizimin yatay katmanındaki g koduna göre hareket etmesi ile çalışmaktadır [3]. Filamentler, Polilaktik asit (PLA), Akrilonitril

Butadin Stiren (ABS), naylon, reçine ve sağlamlığı arttırmak için bu malzemelere çeşitli katkı malzemeleri ekleyerek elde edilen farklı kompozit malzemeler ile üretilebilmektedirler [4]. Bu malzemeler arasında çoğunlukla PLA ve ABS polimerleri tercih edilmektedir. Bu malzemelerin geri dönüşüm kabiliyetlerinin yüksek olması ve kolayca temin edilebilmesi, bu ürünlerin popülerliğinin artmasına neden olmuştur [3]. 3 boyutlu ürün baskısının kaliteli ve hızlı olarak gerçekleştirilmesi için kullanılan filamentin de hassas bir üretimden geçmiş olması gerekir. İyi bir filament esnek, kırılabilirliği düşük, yüksek çap hassasiyeti ($\pm 0.05\text{mm}$), camı geçiş sıcaklığı ekstrüzyon sırasında bozulmamış ve filament rulosu boyunca polimerin eşit bir şekilde erimesi gibi kalite unsurunu yüksek oranda etkileyen özelliklerine sahip olması beklenir [5]. Filament üretiminde, sıcaklık hassasiyeti, nozul çapı ve motor hız kontrolü büyük önem taşımaktadır. 3 boyutlu yazıcıların nozul uçları genel olarak 0.4 mm çapındadır. Kullanılacak filamentlerde ısı değişimlerinden kaynaklı bölgesel yanmış plastik, erimemiş tanecikler ve polimerin bağlarının birbirine tam tutunamamasından kaynaklı kırılabilirlik gibi istenmeyen durumlar olursa, üretim sırasında nozul ucu tıkanır ve o ana kadar basılan baskı kullanılamaz. Bu sorunlardan yola çıkarak filament üretiminde kullanılan standart tek noktadan ısı ölçümü yapabilen ve röle çıkışına sahip sıcaklık denetleyicilerinin yerine, sıcaklık hassasiyeti yüksek bir PID denetleyicisi gerekmektedir.

Filament ekstrüzyon makineleri genel olarak mil-kovan takımı, rulman kutusu, redüktör, motor, bağlantı elemanları, rezistanslar, besleme haznesi, nozul (çıkış ucu), PID denetleyici ve termistörlerden oluşmaktadır. Şekil 1' de yatay eksenli ekstrüzyon makinesinin iç aksamı görülmektedir. Benzer bir yapılandırma dikey eksenli üretim için de kullanılmıştır [6, 7]. Kovanın içerisinde dönen bir mil sayesinde, besleme haznesine eklenen granüller ısıtma bölgesine doğru belirli bir hızda ilerletilerek polimerlerin belirli ve sabit bir sıcaklıkta erimesi sağlanır. Bunun için polimerin türüne göre 180 ile 400°C arasında optimum değere kadar sıcaklığın artması gerekir [8, 9]. Bu eriyik haldeki plastik, nozul ucundan istenen çapta çıkıp su veya hava ile soğutulularak filamentte dönüşmektedir [4]. Burada eritilerek akışkanlık özelliği kazandırılan hammadde, istenilen çapta üretilerek üç boyutlu yazıcıda kullanıma hazır bir film şerit haline getirilmektedir. Günümüzde kullanılan 3 boyutlu yazıcılar evrensel olarak 1,75 ve 2,85 mm çapındaki filamentleri kullanmaktadır.

Malzeme ekstrüzyonu süreci ile çalışan 3B yazıcılardan basılan ürünün kalitesi; basınç, erimiş filamentin akış hızının sabitliği ve nozul çapı gibi 3B yazıcı özelliklerine ve kullanılan filamentin özelliklerine bağlıdır [5]. Plastik ekstrüzyon makinesi ile filament üretiminde, kullanılan hammadde türüne göre kovan iç sıcaklığının ve vida hızının hassas şekilde denetlenmesi gerekir. Düşük iç sıcaklıkta polimerin tam erimemesi sonucu taneciklenme, renk dalgalanması, kırılabilir filament üretimi gibi sorunlar yaşanırken, yüksek iç sıcaklıkta polimerin kovan içinde yanması, polimerin bağ yapısının bozulması ve filamentte kırılabilirliğin artması gözlemlenebilir. Bu nedenle kovan iç sıcaklığının hassas şekilde denetlenmesi gerekir. Günümüzde ekstrüzyon makinelerinde, denetim gereken her sistem için ortak elektronik bileşenler ile tasarlanmış ve standart yazılımlardan oluşan PID denetleyicileri kullanılmaktadır [10]. Aynı zamanda bu PID denetleyicilerin tek bir termokupl girişi ve röle çıkışı vardır. Bu da çok noktadan ısıtıcı ekstrüzyon makinelerinde birden fazla PID denetleyicisinin kullanılmasını gerektirir. Bu sorunlar göz önünde bulundurularak filament üretimine uygun rezistansları, motoru ve sıcaklık ölçümünde kullanılan termokuplları dokunmatik bir panel üzerinden kontrol etmeye olanak sağlayan aynı zamanda 4 farklı ısıtma bölgesi için kullanılacak bir PID denetleyici tasarımına gerek vardır.



Şekil-1: Ekstrüzyon Makinesi İç aksamı

Genel olarak PID denetleyiciler; pistonlu basınç denetiminden, motor hız kontrolüne sıcaklık ölçmeye kadar çok fazla endüstriyel süreci desteklemek için tasarlanılmışlardır [11, 12, 13]. Denetim kısımlarında sadece P (Oransal), I (İntegral), D (Türevsel) parametreleri ayarlanabilir. Genel olarak bu denetleyiciler, $\pm 5^\circ$ hassasiyetle ve röle veya kontaktör gibi aç-kapa mantığı ile çalışmaktadır. Polimer yapısının ve akışkanlığının bozulmaması için ise ayarlanan sıcaklık değerinden maksimum $\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık hassasiyeti ile çalışması gereklidir. Bunun için Cohen-Coon, Yuwana- Seborg ve Ziegler-Nichols gibi yöntemler incelenerek en uygun PID algoritması bulunmuştur. Seçilen yöntemin algoritmasına göre gerekli kodlar yazılarak işlemcinin çalıştırılması sağlanmıştır. PWM sinyalleri ile çalışan SSR (Solid State Role) kullanılmıştır. Geliştirilen PID'in deneysel çalışmaları Şekil-2' de yer alan mini filament ekstrüzyon cihazı ile yapılmıştır.



Şekil-2: Mini filament ekstrüzyon makinesi

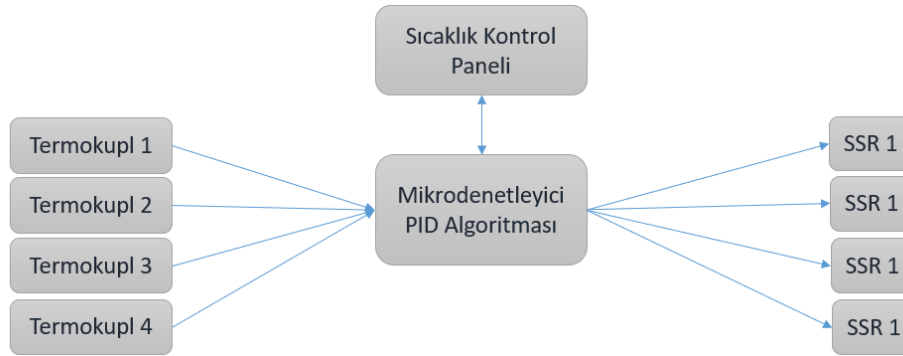
2. MATERYAL VE METOD

Plastik ekstrüzyon sistemlerinde plastiğin eritildiği ve nozul ucuna kadar olan kısmına kovan adı verilmektedir. Isıtıcı rezistanslar ve ısı ölçümü için kullanılan termokupllar bu kovan üzerine yerleştirilmiştir. Kovanlar genel olarak 3 bölümden oluşmaktadır. Bunlar; besleme bölgesi, sıkıştırma bölgesi ve ölçme bölgesidir. Genel olarak ekstrüzyon sistemlerinde, bu 3 bölgenin ısı ölçümleri ve ısı ayarlarının ayrı ayrı yapılması gereklidir. Bunun sebebi plastiğin besleme bölgesinden ölçüm bölgesine kadar gelen kısımda plastiğin belirli sıcaklıklarla artırılması gerekliliğidir. Eğer sıcaklıklar düzgün bir şekilde artırılmazsa polimerde yanma, bağ yapısının bozulması ve çıkan eriyik haldeki plastiğin çapının kararsız olması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır.

2.1. Materyal seçimi

Geliştirilen PID denetleyicinin denemelerini yapmak için 20mm çapında 400mm uzunluğunda ve 55mm kovan kalınlığına sahip mini bir ekstrüzyon makinesi kullanılmıştır. Bu makinenin kovan uzunluğu kısa olduğu için 2 bölgeyi ısıtma ve denetim yapılmıştır. Şekil 2' de deneysel sonuçların alındığı ekstrüzyon makinesi görülmektedir. Filament üretiminde ise hammadde olarak 4043D PLA kullanılmıştır. 4043D PLA' dan filament üretimi için kovan sıcaklığının 180°C olması gerekir. Deneysel sonuçların doğruluğu için, ekstrüzyon makinesinin vida hızını denetleyen motor hız kontrolü, termokupllar ve diğer bileşenler, seçilen filament ürününe göre ayarlanmıştır [14]. Şekil 3' de sistemin genel şeması görülmektedir. Sıcaklık hassasiyeti dikkate alınarak Cr-Al alaşımly K tipi termokupl tercih edilmiştir. Isıtıcı kontrol

kısmında standart olarak kullanılan aç-kapa rölelerin ısıtıcıların denetimi için yetersiz gelecektir. Bunların yerine PWM sinyalleri ile hassas bir şekilde çalışabilen SSR'ler (Solid State Role) kullanılmıştır. Standart PID denetim cihazları ile yapılan ön çalışmada röle sistemi kullanan modellerin ayarlanan sıcaklık değerden $\pm 5^\circ$ sapmaya neden olduğu gözlemlenmiştir. SSR röleler PWM sinyalleri ile AC kırpmaya yaparak çalıştıkları için, set değerine yaklaşırken aç-kapa işlemini 100 milisaniyede bir yaparak sıcaklık değerinin sapma miktarını düşürmektedirler.



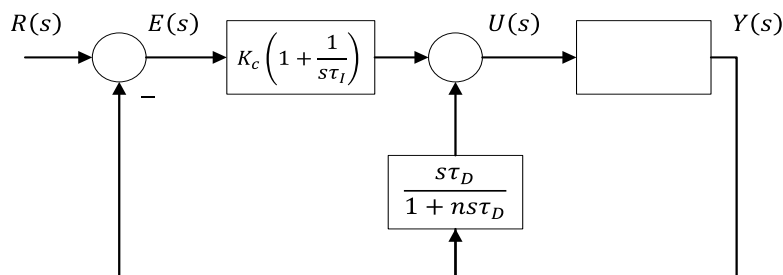
Şekil-3: Denetim sisteminin genel şeması

2.2. PID denetleyici tasarımı

Plastik ekstrüzyon işlemi sırasında ısı değerlerinin ayarlanan değerlerde sabit tutulması için PID kapalı çevrim denetim algoritması kullanılmıştır. PID denetleyici hata sinyalinin değişiminden ve geçmiş değerlerinden de faydalanarak çıkış üretir. İstenilen değer ile ölçülen değer arasındaki farkı azaltacak şekilde K_p , K_I ve K_D parametrelerinin seçilmesi gerekir (1). Bu parametreleri belirlemek için COHEN-COON, YUWANA-SEBORG ve ZIEGLER-NICHOLS gibi yöntemler kullanılır [13]. Bu çalışmada, filament ekstrüzyon sistemlerinde etki – tepki süreleri çok yavaş olduğundan YUWANA-SEBORG yöntemi tercih edilmiştir. Kovani 20°C (oda sıcaklığı)'den filament üretmek için kullanılan ortalama sıcaklık olan 200°C 'ye ısıtmak için genel olarak 20 dakika kadar bir zaman geçmektedir [14]. Isınan metal kovani ısıyı üzerinde tutması ve yayması için geçen zaman fazladır. Aynı zamanda kullanılan mil-kovani uzunlukları, kovani çapı, sıkıştırma oranı ve motor hızı her ekstrüzyon makinesinde farklılık göstermektedir. Seçilen materyal özelliklerine göre yapılan ön benzetimler sırasında en iyi sonuç YUWANA-SEBORG yönteminde görülmüştür. Şekil 4'de PI-D etkileşimsiz denetim ile sıcaklık kontrolünde kullanılan kapalı döngü kontrol sistemi görülmektedir [12]. s düzlemindeki PID çıkışı $U(s)$, denklem (2)'den hesaplanır. Burada n , filtre faktörüdür. $P(s)$ kontrol edilmek istenen sıcaklık sisteminin transfer fonksiyonunu ifade eder.

$$u(t) = \bar{u} + K_c \left[e(t) + \frac{1}{\tau_I} \int_0^t e(t) dt + \tau_D \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (1)$$

$$U(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{s\tau_I} \right) E(s) - \frac{s\tau_D}{1 + n s\tau_D} Y(s) \quad (2)$$



Şekil-4: PID ile kapalı döngü sıcaklık kontrolü

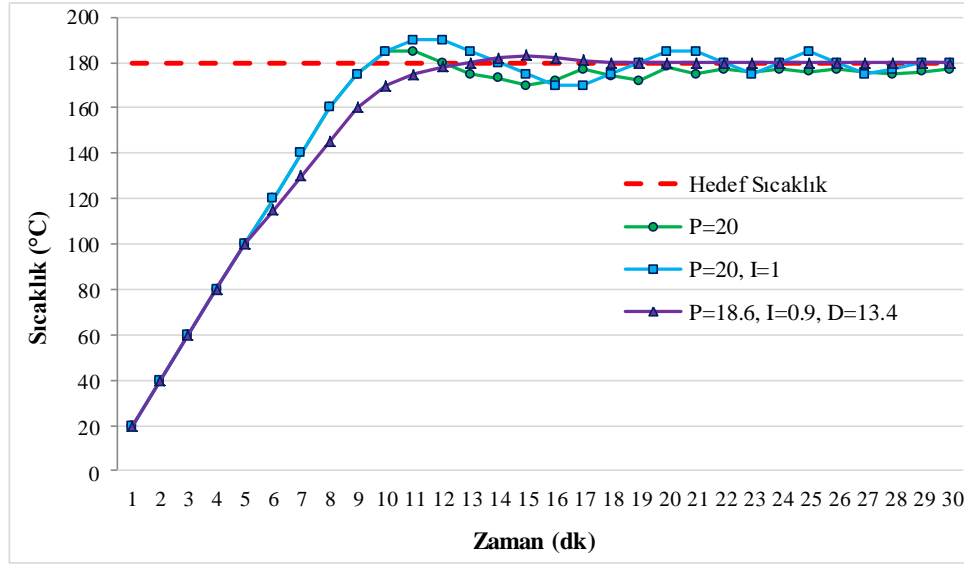
Çıkış değişkeninin belirli sıcaklık değerinde salınması dikkate alınarak süreç kazancı (K_m), zaman sabiti (τ_m) ve zaman gecikmesi (d_m) hesaplanır. Kontrol parametrelerinin YUWANA-SEBORG yönteminde hesaplanması için eşitlik (3)-(5) kullanılır [9]. Bu denklemlerde kullanılan katsayılar integral hata kriteri (IAE) ve zaman ağırlıklı mutlak hatanın integrali (ITAE) kriterlerine göre belirlenir [6].

$$K_C = \frac{a}{K_m} \left(\frac{d_m}{\tau_m} \right)^{-b} \quad (3)$$

$$\tau_I = \tau_m * c + \left(\frac{d_m}{\tau_m} \right)^d \quad (4)$$

$$\tau_D = e \left(\frac{d_m}{\tau_m} \right)^f \tau_m \quad (5)$$

YUWANA-SEBORG yöntemi kullanılarak P, I ve D değerleri deneysel olarak bulunmuştur. Önce istenilen sıcaklık değeri ayarlanmıştır. İntegral ve türevsel denetim terimleri sıfır alınmış ve küçük değerlerden başlanarak bir oransal denetim değeri belirlenmiştir. Bu denetim etkisinde iken ayarlanan sıcaklık noktasına uygun bir kademe etkisi verilmiştir. Oransal denetim değeri (P) ayarlanan sıcaklık değeri $\pm 5^\circ$ ve salınımlı olacak şekilde ayarlanmıştır. Çıkış değişkeninin belirli sıcaklık değerinde salınması sonunda süreç kazancı (K_C), zaman sabiti (τ_I) ve zaman gecikmesi (τ_D) hesaplanmıştır. Benzetim denemeleri sonucunda farklı katsayılar ile elde edilen sıcaklık-zaman grafikleri Şekil-5' de verilmiştir. Seçilen katsayılar ile ekstrüzyon sisteminin ısınma ve kararlı hale gelme süresi 20 dakika olarak ölçülmüştür.



Şekil-5: Benzetim denemeleri

3. DENEYSSEL BULGULAR

Tasarımı yapılan PID kontrol sistemi, mini filament makinesi üzerine entegre edilmiştir. Isıtma bölgelerinde bulunan termokupllar ve rezistanslar, PID denetleyici ile ayarlanan sıcaklık değerine getirilmiştir ve filament üretimi gerçekleşmiştir. 180° de üretimi yapılan 1.75 mm çapındaki PLA filamentin çap hassasiyeti $\pm 0.05\text{mm}$ 'dir. Çap hassasiyeti 3 boyutlu yazıcılar için referans değerler arasındadır [14]. Üretim süresi saatlik olarak ~ 333 metre / 1000 Gr olacak şekilde üretim yapılmıştır. Üretim hızı 2 katına çıkarılmış ve üretilen filamentin kırılma testi yapılmıştır. Hıza bağlı olarak kalitede herhangi bir düşüş gözlenmemiştir. Üretilen 1.75 mm çapındaki filamentten bir kısım Şekil-6' de gösterilmiştir. Üretilen filament ile 3 boyutlu yazıcıdan çeşitli test baskılar da alınmış (Şekil 7), baskı sırasında bir sorun ile karşılaşılmamıştır.



Şekil-6: Üretilen PLA filament



Şekil-7: Üretilen filament ile 3B baskı örneği

4. SONUÇ

Mevcut durumda 3 boyutlu yazıcıların hammaddesi olan filamentlerin üretiminde ısı denetimi için standart PID kontrol cihazları kullanılmaktadır. Bu PID'ler röle denetimlidir ve kullandıkları termokupulların ölçüm hassasiyetleri düşük cihazlardır. Bu PID denetleyicilerin sağlıklı filament üretimi için gerekli olan ± 2 °C sıcaklık hassasiyetine sahip olmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile ekstrüzyon makinelerinde filament üretiminde sıcaklık hassasiyeti artırılarak üretilen filamentin kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Filamentin üretimi sırasında sıcaklık değişimleri ± 1 °C 'de tutularak sıcaklık değişimlerinden kaynaklı filamentin kırılması ve renk değişimleri gibi sorunlar önlenmiştir. Geliştirilen PID denetleyici ile sıcaklık ölçüm hassasiyeti yüksek ve SSR (Solid State Role) ile hassas ısıtıcı denetimi yapılmıştır. Filamentler sıcaklıkları sabit tutularak üretileceği için daha hassas çap denetimi, yanık içermeyen polimer karışımı ve daha düşük kırılma özelliklerine sahip olmaktadır. Geliştirilen sistem diğer yüksek ısı denetimi gerektiren endüstriyel alanlara da uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Yuran, A. F. & Yavuz, İ. (2021). *Endüstri 4.0 Ve 3 Boyutlu Yazıcıların Karşılaştırılması* . Mühendis ve Makina , 62 (704) , 580-606.
- [2] Kökhan, S. & Özcan, U. (2018). 3d Yazıcıların Eğitimde Kullanımı. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 2(1), 81-85.
- [3] Başçı Ü.G., Yamanoglu R., “Yeni Nesil Üretim Teknolojisi : FDM ile Eklemeli İmalat” *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 5(2): 339-352, (2021).
- [4] Çanti, E. , Aydın, M. & Yıldırım, F. (2018). *Production and Characterization of Composite Filaments for 3D Printing* . *Politeknik Dergisi* , 21 (2) , 397-402.
- [5] Karagöz, İ., Danış Bekdemir, A. & Tuna, Ö. (2021). *3B Yazıcı Teknolojilerindeki Kullanılan Yöntemler ve Gelişmeler Üzerine Bir Derleme*. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* , 9 (4) , 1186-1213.

- [6] Aydın, M. , Güler, B. & Çetinkaya, K. (2018). *Dikey Ekstrüzyon (Filament) Sistemi Tasarım Ve Prototip İmalatı* . International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry , 2 (1) , 1-10.
- [7] Özbilgi A. (2019). *Plastik Enjeksiyon Makinesi Tasarımı Ve İmalatı*. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.
- [8] IEMAI - PEEK Technical Data Sheet(TDS), 14 Aralık 2021 tarihinde https://www.iemai3d.com/wp-content/uploads/2020/12/PEEK_TDS.pdf adresinden alındı.
- [9] NatureWorks – Ingeo™ Biopolymer 4043D Technical Data Sheet(TDS) 14 Aralık 2021 tarihinde https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Technical-Data-Sheets/TechnicalDataSheet_4043D_3D-monofilament_pdf.pdf adresinden alındı.
- [10] Emko Ecopid Pıd Temperature Control Unit Instruction Manuel 14 Aralık 2021 tarihinde <https://tde-instruments.de/wp-content/uploads/2019/09/EMKO-ecoPID-PID-Temperature-Controller-Instruction-Manual.pdf> adresinden alındı.
- [11] Demirci A. (2010). *Plastik Ekstrüderlerinde Isıtma-Sogutma Proseslerinin İncelenmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.
- [12] Uçar C. (2007). *Endüstriyel Sistemlerde İleri Kontrol Algoritmalarının Uygulanması*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- [13] Gani, A. , Kılıç, E. , Keçecioglu, Ö. F. , Açıkgöz, H. & Şekkeli, M. (2016). *Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan Karışım Tankının Seviye Ve Sıcaklık Denetimi İçin PID Ve Bulanık Mantık Denetleyici Tasarımı* . Mühendis ve Makina , 57 (675) , 41-48.
- [14] Çelik B. , Şener B. , Serin G. , Unver H. O. (2020). *Ergiyik Filament Fabrikasyonu, 3B Yazıcılar İçin Kompozit Filament Ekstrüder Makinesi Geliştirilmesi*. Makina Tasarım ve İmalat Dergisi; 17(2): 65-75.

REKLAM FAALİYET SÜRECİ İÇİN UYGUN ÇEVİRİMİÇİ SOSYAL MEDYA SİTESİNİN SEÇİMİ

Neslihan Öncü

Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilişim Sistemleri Mühendisliği

Özet

Her geçen gün değişen ve gelişen internet ve mobil teknoloji ile insanlar arası etkileşimde sosyal medya büyük bir önem taşımaktadır. Sosyal medya platformları, insanlar arasında iletişimi sağlayabilmenin yanında kullanıcılara bir çok farklı ilgi alanları ile bağlantı kurabilmelerini de sağlamaktadır. İnsanların sosyal medya üzerinde etkileşimin artması, işletmelerin pazarlama ve reklam faaliyetlerinde sosyal medya araçlarını benimsemesinde önemli rol oynamaktadır. Böylece sosyal medya pazarlaması işletmeler için geleneksel yöntemlerin yanında günümüzde sıklıkla tercih ettikleri yeni bir pazarlama kanalı haline gelmiştir. Yürütülen reklam faaliyetleri ile işletmeler sosyal medya araçları üzerinden daha büyük hedef kitlelere ulaşmayı sağlamıştır. Sosyal medya platformlarını kullanarak yapılan ürün tanıtım ve kampanya haberleri tüketiciye daha kolay ve hızlı bir şekilde ulaşabilmelerine imkân sağlamıştır. Ancak sosyal medya platformlarının sayısının artması işletmelerin reklam faaliyetlerini yürütecekleri sosyal medya kanalının belirlenmesinde bir karar verme problemi haline gelmektedir. Bu çalışmada, sosyal medya platformlarından en çok kullanılan Instagram, Twitter, Facebook ve Youtube üzerinden karşılaşılan ürün/hizmet ve reklam kampanyaları ile ilgili sorularla birlikte demografik bilgilerinde sorulduğu bir anket çalışması yapılmıştır. Ankete toplamda 217 kullanıcı cevap vermiştir. Bu veri seti, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucu ile, kullanıcıların demografik kırımlarına göre, işletmelerin reklam faaliyetleri için seçebilecekleri en uygun platformu belirlemeyi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Medya, Reklam, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

SELECTION OF THE SUITABLE ONLINE SOCIAL MEDIA SITE FOR THE ADVERTISING ACTIVITY PROCESS

Abstract

Social media is of great importance in interpersonal interaction with the ever-changing and developing internet and mobile technology. Social media platforms not only enable communication between people, but also enable users to connect with many different areas of interest. The increase in people's interaction on social media plays an important role in the adoption of social media tools in marketing and advertising activities of businesses. Thus, social media marketing has become a new marketing channel that businesses frequently prefer today, alongside traditional methods. With the advertising activities carried out, businesses have made it possible to reach larger target audiences through social media tools. Product promotion and campaign news made using social media platforms enabled them to reach consumers more easily and quickly. However, the increase in the number of social media platforms becomes a decision-making problem in determining the social media channel where businesses will carry out their advertising activities. In this study, a survey was conducted in which demographic information was asked along with questions about the product/service and advertising campaigns encountered on Instagram, Twitter, Facebook and Youtube, which are the most used social media platforms. A total of 217 users responded to the survey. This data set was analyzed using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process method. With the analysis result, it is aimed to determine the most suitable platform that businesses can choose for their advertising activities, according to the demographic breakdown of the users.

Keywords: Social Media, Advertising, Fuzzy Analytical Hierarchy Process

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde internet erişimine sahip olan insanların çoğu sosyal medya platformlarını kullanmaktadır. Bu platformlar günden güne kullanıcı sayılarını arttırırken, bu alan işletmelerin dikkatini çekmeyi başarmıştır. İşletmeler ürün ve hizmetlerinin tanıtımını yapmak, satışlarına arttırmak,

markalarına ait sadakati arttırmak için sosyal medya platformlarını kullanmaya başlamışlardır. Bu sosyal medya platformlarından en yaygın olarak kullanılanları Instagram, Facebook, Twitter ve Youtube'dur (Fondevila-Gascón et al. 2020). Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ile işletmelerin çevrimiçi ortamlara olan yönelimi hızla artmaktadır. Tüketicilerin ise sosyal medya platformlarına olan büyük ilgisi bu platformlardan hem insanlar ile iletişimlerini sağlamalarını hem de ilgi duydukları alanlar hakkında bilgi sahibi olmalarına yardımcı olmaktadır (S et al. 2020). Bu neden ile sosyal medya, kullanıcıların bilgiye erişiminden reklam faaliyetlerine, satın alınan bir üründen satın alma sonrası etkileşime kadar tüm süreçlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. İşletmeler ise reklam faaliyetlerindeki bu yeniliği göz ardı edememekte ve her bir işletme kendi ürün ya da hizmetlerinin özelliklerini sunabilecekleri en uygun platformu seçmeleri önemli bir noktadır (GEDİK 2020).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Kullanıcılar, birçok ortamdan rahatça ulaşabildikleri ve aktif bir şekilde kullandıkları sosyal ağ sitelerine her gün yaklaşık beş milyon ziyaretçi uğramaktadır subha. Sosyal medyaya duyulan ilginin her geçen gün artması ile rekabetçi küresel pazarın da daha geniş bir kitleye ulaşabilmek için bu mecraayı kullanmak istedikleri gözlenmektedir. Sosyal ağ siteleri günümüzde ziyaretçilerinin hızla artması ile reklam verenlerin tüketicileri ile iletişime geçebilecekleri gerçek zamanlı bir platform olarak ilgi çekmektedir. Sosyal ağ sitelerinin reklamcılığı; tüketicileri çekecek pazarlama stratejilerini uygulayabilecekleri internet web 2.0 tabanlı bir reklam biçimidir (Nofal, Calicioglu, and Aljuhmani 2020).

Reklam, geleneksel yöntemlerde bir çok farklı kanallar ile yapılabildiği gibi sosyal medya platformları kullanıldığında da birçok platformda farklı farklı stratejiler ile tüketiciye ulaşması gerekmektedir. Literatürde sosyal medyanın reklam faaliyetleri üzerindeki etkisini araştıran çalışmada, altı aylık bir dönemde elde ettiği veriler ile 611.081 reklam gösterimi, 15.082 tıklama ve 2.672 sosyal medya mesajını kullanarak bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu araştırmaya göre sosyal medya kanalı kullanılarak mevcutta bulunan tüketicileri ile yeni kazanacakları kitleye ulaşabilmelerine kolaylık sağlamıştır. Tüketicilerin reklam gösterimlerinden ilgili ürüne tıklayarak ulaştıklarını ve bunun marka için olumlu bir etki yarattığını ortaya çıkarmıştır (Bormann, Olbrich, and Schultz 2019). 2016 ABD seçimlerinde Facebook, Twitter, Instagram ve Snapchat sosyal medya platformlarından yapılan reklam ve tanıtımlarda karşılaştırmalı olarak sonuçlar analiz ediliyor. Reklam ve tanıtımlarda sosyal medya platformlarından Facebook'un önemli bir rol oynadığı sonucuna varılıyor (Bossetta 2018).

Sosyal medya platformu seçimi için yapılan araştırmalarda, literatürde bulanık sayılar kullanılarak yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Yaptığı araştırmalardan birine göre seyahat sektöründe seyahat acentelerin reklamlarını yapacakları en uygun sosyal medya platformunu seçmeyi amaçlamıştır. Topladığı veri setine Fuzzy Vikor yöntemini uyguladığında seyahat sektörünün reklamlarını vermeleri için en uygun platformun Instagram olduğunu ortaya çıkarmıştır (Çalik 2020). Bir diğer yapılan araştırmaya göre COVID-19 etkisiyle değişen dünyada eğitim alanında en uygun sosyal medya aracını bulmayı amaçlamıştır. Araştırmaya göre toplanan veriler ile Fuzzy Topsis yöntemi uygulanarak en uygun sosyal medya platformunun Youtube olduğu ortaya çıkarılmıştır (Sam, Naicker, and Rajkoomar 2021). Sosyal medya platformu seçimi için yapılan bir diğer araştırmada COPRAS-G yöntemi kullanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre en uygun sosyal medya platformu olarak Facebook seçilmiştir (Tavana et al. 2013).

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Teknolojinin gelişmesiyle doğru orantılı olarak sosyal medya platformlarının günlük hayatımızın her alanında kullanmaya başladığımız günümüzde, işletmelerin reklam faaliyetlerini bu alandan insanlara sunması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılarak, işletmelerin reklam faaliyetlerini gerçekleştirecekleri en iyi sosyal medya araçlarını seçmeleri konusunda yardımcı olmayı hedeflenmiştir. Yapılan anket çalışmasında sosyal medya kullanıcılarının reklam faaliyetleri ile ilgili sorular sorulmuştur. Sorulara verdikleri cevaplar toplanıp, kullanıcıların demografik bilgilerine göre, en uygun sosyal medya aracı bulmak için çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma, Integration Service ile bir paket oluşturularak anket verilerinin alıp, bu verileri Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi için uygun hale getirmiştir. Her bir demografik bilgi

için ayrı ayrı sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Çıkan sonuçlara göre, sosyal medya kullanıcıların demografik bilgilerine göre reklam faaliyetleri farklı sosyal medya platformları kullanılarak gerçekleştirilmesi işletmeler için olumlu sonuçlara ulaştıracağı düşünülmüştür.

3.1. Veri seti

Bu tez çalışmasına ait veri seti, Google Form üzerinden hazırlanan anket yoluyla elde edilmiştir. Anket sorularına cevap veren kullanıcılardan demografik bilgileri istenmiştir. Demografik bilgiler olarak kullanıcıların cinsiyeti, yaşı, eğitim durumu ve gelir durumuna ait bilgileri kategorize edilmiş cevaplardan işaretlemeleri beklenmiştir. Çalışmada kullanılacak olana kriterler ve alternatifler için karşılaştırılmalı sorular hazırlanıp kullanıcılara yöneltilmiştir. Sorulara verilen cevaplar Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminde kullanılacak olan sözel ifadelerle çevrilmiş hali olarak hazırlanmıştır. Ankete cevap veren kullanıcıların demografik bilgilerine göre kırılımları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Veri Seti Demografik Kırılımı

Sıra No	Demografi	Demografi Adı	Kullanıcı Sayısı
1	Toplam Anket	Toplam Anket	200
2	Cinsiyet	Kadın	134
3		Erkek	66
4	Yaş	18 - 29	65
5		30 - 39	52
6		40 - 49	47
7		** 50 - 59	36
7		** 60 ve üzeri	
8	Eğitim Durumu	Lise	67
9		Lisans	102
10		** Yüksek Lisans ** Doktora	31
11	Gelir Durumu	Gelirim yok	34
12		2500 - 5000 TL	68
13		5001 - 7500 TL	57
14		**7501-10000 TL ** 10001 ve üzeri	41

3.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminin Integration Service paketi ile uygulaması

Reklam faaliyetlerini gerçekleştirirken en uygun çevrimiçi sosyal medya platformunu belirlemek için yapılan ön veri hazırlığından sonra Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi uygulamak için çalışma başlatıldı. Bu yöntemde genişletilmiş Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmanın ilk aşaması olarak görülen kriterlerinin birbirlerine olan önceliklerinin belirlenmesi ve alternatiflere göre ağırlıklarının tespit edilmesi gerekmektedir. Kriterlerin ve alternatiflere ait sorulara cevap veren kullanıcıların sözel değerlendirme karşılıkları Tablo 2 ‘deki gibidir.

Tablo 2. Bulanık Sayılara Karşılık Gelen Sözel İfadeler

Kriterlerin önemleri belirlenirken kullanılan sözel ifade	Üçgensel Bulanık Sayılar	Alternatifler değerlendirilirken kullanılan sözel ifade
Eşit Derecede önemli	(1,1,1)	Kesinlikle Katılmıyorum
Biraz önemli	(2,3,4)	Katılmıyorum
Çok önemli	(4,5,6)	Kararsızım
Oldukça önemli	(6,7,8)	Katılıyorum
Kesinlikle önemli	(9,9,9)	Kesinlikle Katılıyorum

Problemin çözümü için belirlenen kriterler içerik kalitesi, sosyal tatmin, kitle uygunluğu ve tahriştir. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yönetimi için kullanılan tüm formüller bir excel dosyasında şablon olarak hazırlanmıştır. Anket sonuçlarına aşt excel çıktısından demografik kırılımlarında dahil olduğu 14 farklı sonucun çalıştırılması için Integration Service paketi hazırlanmıştır. Integration Servis paketi ile yapılan geliştirmelerde kullanılan proje parametreleri ile istenilen demografik bilgilere göre anket cevapları kırılımı gerçekleştirilmektedir. Proje parametreleri kullanılarak veri setinin seçilen parametre verilerine göre gelebilmesi için Criteria ve Alternative adında iki stored procedure yazılmıştır. Bu componentler ile yapılan hesaplamalar sonrasında Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi hesaplaması için hazırlanan excel taslak olarak bir component ile alınıp dinamik bir süreç oluşturulmaktadır. Hesaplama sonucu ilgili dosya yoluna parametrelerin ismi ile bir excel çıktısı oluşturmaktadır. Araştırma için hazırlanan bu paket sayesinde, demografik kırılımlarda istenen tüm süreçler sistematik bir hale gelmiştir. Anket çıktısındaki verilerden, Bulanık Analitik Hiyerarşi sürecindeki tüm hesaplamalara ve bu araştırmaya sonucuna kadar tüm aşamalar bu paket sayesinde daha kolay ve hızlı şekilde sonuca ulaştırmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada reklam faaliyet süreci yürüten işletmeler için en uygun sosyal medya sitesinin bulunması hedeflenmiştir. Yapılan çalışmaya göre, tüm demografik bilgiler için gerçekleştirilen Bulanık Analitik Hiyerarşi süreci yöntemi ile ulaşılan sonuçlar Tablo 4’de verilmektedir. Anket sorularına cevap veren kullanıcıların tüm cevaplarını BAHS yöntemi uygulandığında kriterler için oluşan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	İçerik Kalitesi	Sosyal		
		Tatmin	Kitle Uyum	Tahriş
İçerik Kalitesi	(1,1,1)	(4,5,6)	(4,5,6)	(4,5,6)
Sosyal Tatmin	(1/6,1/5,1/4)	(1,1,1)	(4,5,6)	(4,5,6)
Kitle Uyum	(1/6,1/5,1/4)	(1/6,1/5,1/4)	(1,1,1)	(4,5,6)
Tahriş	(1/6,1/5,1/4)	(1/6,1/5,1/4)	(1/6,1/5,1/4)	(1,1,1)

Kriterler için setez bilgileri elde edildikten sonra, tüm işlemler alternatifler için tekrarlanmaktadır. Öncelik değerleri belirlenip kriterlere göre her alternatifin sonuçları Tablo 4’ deki gibi elde edilir ve tüm sonuçlar karşılaştırılır. Anket katılımcılarının sosyal medya hesabı cevabına evet yanıtını veren 200 kullanıcının sorulara verdiği cevaplar kullanılarak yapılan araştırma sonucunda, reklam faaliyetleri için en uygun platform olarak Youtube ve Instagram için ilk sırada eşit sonuç gelmektedir. Facebook ve Twitter ise ikinci sırayı almaktadır.

Tablo 4. Kriterlere göre her alternatif bilgisinin sonuçları

Kriterlere göre her alternatif bilgisinin sonuçları					
	Öncelik Ağırlıkları	Instagram	Twitter	Facebook	Youtube
İçerik Kalitesi	0,57	0,25	0,25	0,25	0,25
Sosyal Tatmin	0,26	0,37	0,13	0,13	0,37
Kitle Uyum	0,12	0,37	0,13	0,13	0,37
Tahriş	0,05	0,25	0,25	0,25	0,25
Toplam	1,00	0,30	0,20	0,20	0,30

Tablo 5’de gösterildiği gibi tüm kullanıcıların cevaplarına bakıldığında yapılan hesaplamalar sonucu reklam faaliyetleri için en uygun sosyal medya platformunun Youtube ve Instagram olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuçlar demografik kırılımlara göre farklılık göstermektedir. Reklam faaliyetlerinde;

- 40-49 yaşındaki kullanıcıların Instagram ve Facebook aynı seviyede,
- Eğitim durumu lise cevabını veren kullanıcıların ise Instagram ve Youtube,
- Gelir durumu 2500-5000 aralığı olan kullanıcılar Youtube ve Instagram,
- Gelir durumu 7501-10000 olan kullanıcıların ise Youtube etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 5. Çalışmaya ait sonuçlar

Demografi Adı	Sıralama			
	1	2	3	4
Toplam Anket	*Youtube	*Instagram	**Twitter	**Facebook
Kadın	Instagram	Youtube	Facebook	Twitter
Erkek	Instagram	Youtube	*Twitter	*Facebook
18 - 29	Instagram	Youtube	Twitter	Facebook
30 - 39	Instagram	Youtube	Facebook	Twitter
40 - 49	*Instagram	*Facebook	**Twitter	**Youtube
& 50 - 59	*Youtube	*Instagram	**Twitter	**Facebook
& 60 ve üzeri				
Lise	*Instagram	*Youtube	*Facebook	Twitter
Lisans	Instagram	Youtube	Twitter	Facebook
& Yüksek Lisans	Instagram	Youtube	Facebook	Twitter
& Doktora				
Gelirim yok	Instagram	*Youtube	*Facebook	*Twitter
2500 - 5000 TL	*Youtube	*Instagram	Facebook	Twitter
5001 - 7500 TL	Youtube	Instagram	Twitter	Facebook
& 7501 - 10000 TL	Instagram	Youtube	Facebook	Twitter
& 10001 ve üzeri				

5. TARTIŞMA

Daha büyük veri veri setleri kullanılarak çalışma sonucu genişletilebilir. Büyük veri setleri analiz edildiğinde demografik kırılımlara veya araştırma için farklı alanlar kullanılarak işletmeler için önemli görülen değişkenler ile sonuçlar üretilebilir.

KAYNAKLAR

- Bormann, Patrick M., Rainer Olbrich, and Carsten D. Schultz. 2019. "The Effect of Social Media and Advertising Activities on Affiliate Marketing." *International Journal of Internet Marketing and Advertising* 13(1): 47.
- Bossetta, Michael. 2018. "The Digital Architectures of Social Media: Comparing Political Campaigning on Facebook, Twitter, Instagram, and Snapchat in the 2016 U.S. Election." *Journalism and Mass Communication Quarterly* 95(2): 471–96.
- Çalik, Ahmet. 2020. "Evaluation of Social Media Platforms Using Best-Worst Method and Fuzzy Vikor Methods: A Case Study of Travel Agency." *Iranian journal of Management Studies* 13(4): 645–72.
- Fondevila-Gascón, Joan Francesc, Marc Polo-López, Josep Rom-Rodríguez, and Pedro Mir-Bernal. 2020. "Online Platform Influence on Consumer Behavior." *Sustainability (Switzerland)* 12(4).
- GEDİK, Yasemin. 2020. "Pazarlamada Yeni Bir Çerçeve: Sosyal Medya ve Web 2.0." *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*: 252–69.
- Nofal, Reema, Cemal Calicioglu, and Hasan Yousef Aljuhmani. 2020. "The Impact of Social Networking Sites Advertisement on Consumer Purchasing Decision: The Mediating Role of Brand Awareness." *International Journal of Data and Network Science* 4(2): 139–56.
- S, Sreejesh, Justin Paul, Carolyn Strong, and Jose Pius. 2020. "Consumer Response towards Social Media Advertising: Effect of Media Interactivity, Its Conditions and the Underlying Mechanism." *International Journal of Information Management* 54(May): 102155. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102155>.
- Sam, Caitlin, Nalindren Naicker, and Mogiveny Rajkoomar. 2021. "Selection of Social Media Applications for Ubiquitous Learning Using Fuzzy TOPSIS." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 12(2): 231–39.
- Tavana, Madjid et al. 2013. "A Novel Hybrid Social Media Platform Selection Model Using Fuzzy ANP and COPRAS-G." *Expert Systems with Applications* 40(14): 5694–5702. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.05.015>.

YAPAY ZEKA DESTEKLİ PATENT ARAŞTIRMA YAZILIMI

Rıdvan Taşkiran

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
ridvann.taskiran@gmail.com , ORCID: 0000-0003-4503-7520

Fatih Çağırankaya

Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
fatih.cagirankaya@teknorot.com ORCID: 0000-0002-3537-1659

Özet

Yapay zeka tabanlı yazılımlar günümüzde birçok alanda varlığını kabul ettirmektedir. Bu bağlamda yapay zekanın en önemli kaynaklarından biri olan görüntü işleme yöntemleri de en başta otonom araçlar olmak üzere buna benzer uygulamalarda büyük bir gelişim kaydetmiştir. Görüntü işlemede kullanılan yöntemler (filtreleme ve ön işleme, çerçeveleme, pencereleme, FFT) sayesinde elde edilen görüntü işlenebilecek bir veri haline getirilmekte ve daha sonrasında kullanılan yapay zeka algoritmaları ile birlikte amaca uygun olarak kullanılabilir. Elde edilen görüntüye uygulanan ön işleme yöntemlerinin yanı sıra verilerin anlamlı bir bütünlük oluşturmasını sağlamak amacıyla öz nitelik matrisleri çıkartılmaktadır. Bu matrisler ile elde edilmek istenen cisme ait öz nitelik matrisi yapay zeka algoritmaları kullanılarak karşılaştırılmakta, ardından yüksek doğruluk oranına sahip olan eşleşmeler elde edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, görüntü işleme, en yakın komşuluk metodu

ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED PATENT SEARCHING SOFTWARE

Abstract

Artificial Intelligence-based softwares are accepted in many areas of our lives. Image processing applications which are one of the most important sources of Artificial Intelligence, have had a remarkable development, especially on autonomous cars over the years. Images can be processable with image processing applications (filtering and pre-processing, framing, windowing, and FFT) and with the artificial intelligence algorithms are usable for the main purpose. Besides the pre-processing applications, attribute matrices are created to get significant consequences. With this attribute matrix and desired to be found object's matrix can comparable with artificial intelligence-based algorithms and getting high accuracy rate results can be achievable with this method

Keywords: Artificial intelligence, image processing, nearest neighbor method

1. GİRİŞ

Fikri ve sınai haklar geçmişten günümüze kadar gelişen süreçte artan önemi ile birlikte bugün gelişmeyi büyümeyi kendine hedef edinen her kurumun önem vermesi gereken ve küresel alanda faaliyet gösterdiği sektörde lider olan firmalar incelendiğinde de her yıl bu konuda ciddi finansman ve iş gücünün kullanıldığı bir iş koludur. Bu firmaların korumaya almış olduğu buluş sayısı yıllık bazda ciddi seviyelere ulaşmıştır. Gelişen bu endüstri ile birlikte patent / faydalı model araştırmaları konusunda internet üzerinden ücretsiz ulaşılabilir hizmetlerin yanı sıra, firmaların piyasaya sürmüş olduğu patent araştırma programları da bulunmaktadır. Bu programlarda kullanıcılara arama yaparken aramayı kolaylaştıracak çeşitli araçlar (anahtar kelime, IPC / CPC kod yardımcıları, patent haritaları vb.) sunmaktadır. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte yapay zeka çalışmalarının önemli bir kısmını kapsayan görüntü işleme uygulamaları da önem kazanmıştır. Spesifik olarak bu uygulamaların kullanıldığı alanları sıralamak gerekirse güvenlik sistemleri, günlük hayat uygulamaları ve son yıllarda varlığını ciddi oranda artıran otonom araç endüstrisini örnek olarak verilebilmektedir. Örnek verilen alanlarla ilgili görüntü işleme aşamaları özelleşmiş adımlardan oluşmaktadır ve kimi alanda daha kısa tepki süreleri gerekir iken kimi alanda ise algoritmanın vereceği tepki süresi kabul edilebilir olmaktadır. Hedeflenen program tepki süresi kullanıcının Google üzerinden yapmış olduğu herhangi bir aramada ne

kadar bekleme süresine sahip ise o derecede bir süre olacaktır. Bu yayının yapılmasında temel amaç olarak belirlenen yapay zeka destekli patent araştırma yazılımı da bu alan hizmet etmesi amaçlanan bir yazılım olacaktır. Kullanıcının yazılım ile paylaşacağı görsel veya teknik çizime istinaden bu cisme benzer görsellere sahip patent önerileri program tarafından paylaşılacak ve kullanıcının bulmak istediği patente yönelik herhangi teknik altyapıya sahip olmasını gerektirmeden bu araştırmayı kolaylıkla yapabiliyor olması sağlanacaktır.

2. Görüntü İşleme ve Sınıflandırma Metotları

2.1 Görüntü İşleme

Görüntü işleme, girdi olarak görüntü alan, bunu işleyerek kullanılan uygulamaya uygun çıktı görüntüsü elde eden bir işlemdir. Tüm görüntü işleme tekniklerinin temel amacı, üzerinde işlem yapılan görüntü veya nesnenin daha kolay anlaşılmasını sağlamaktır [1]

2.1.1 Ön İşleme Yöntemleri

Elde edilen görüntünün özelliklerinin net olarak çıkarılmasını ve bu nedenle doğruluk oranını arttıracak faaliyetleri içeren aşamadır.

2.1.1.1 Kenar Bulma

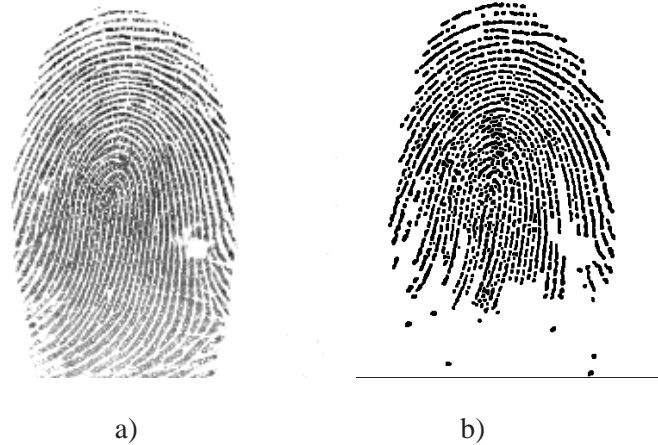
Kenar algılama, görüntüdeki bilgileri çıkarmak için uygulanan ilk adımdır. Kenar algılama işleminin amacı, görüntüdeki bir alanın veya sınır nesnelere görünümünü iyileştirmektir [2]. Burada MATLAB ortamında Image Processing Toolbox kullanılarak görüntü üzerinde filtreleme yöntemleri kullanılabilir. Bu kısımda Canny, Gauss Laplace, Prewitt, Roberts ve Sobel yöntemleri görüntü üzerinde deneme yapılarak görüntünün karakteristik özelliklerini net olarak ortaya koyan yöntem üzerinden devam edilmelidir.

2.1.1.2 Görüntü İkileştirme

Burada görüntü üzerinde bulunan geçiş renkleri elimine edilerek zıt renkler üzerinden özellik çıkarımına uygun görüntünün çıkarılmasıdır. Özellik elde etmek için kullanılan birçok algoritma, ikileştirilmiş görüntüler üzerinde işlem yapmaktadır. İkileştirme adımı, gri ölçekli görüntünün ikili görüntüye dönüşmesini sağlamaktadır. Bu işlem sonrasında, görüntüyü hatları arasındaki farkların daha belirgin olarak ortaya çıkarmakta ve dolayısı ile özellik elde etmek kolay hale gelmektedir.

2.1.1.2 Morfolojik İşleme

Bu aşamada morfolojik işlemler yapılmaktadır. MATLAB de bu işlem için "Bwmorph" komutu bulunmakta olup, bu komutun birçok parametresi bulunmaktadır. Bu parametreler aracılığı ile parmak izi üzerinde aşındırma, açma-kapma, genişletme gibi işlemler yapılabilmektedir. Bwmorph üzerine ise imfill komutu uygulanmaktadır. İmfill komutu temel olarak, resim bölgelerini ve deliklerini doldurarak eksikleri tamamlamaktadır. Aşağıdaki şekilde uygulanan ve verimli sonuç alınan bazı yöntemler gösterilmektedir.



Şekil 1. a) Parmak İzinin orijinal hali b) Üzerinde morfolojik işlem yapılmış parmak izi

İşlenmiş fotoğraftın alt kısımları siliniş olarak gözükse de bizim için önemli olan özellik çıkarılacak noktaların kesinleşmiş, belirgin hale gelmiş olmasıdır. Özellik çıkarma esnasında fotoğrafın alt kısmı kesilmekte ve önemli kısımdan özellikler çıkarılıp karşılaştırma adımına geçilmektedir.

2.1.1.3 FFT (Fast Fourier Transform)

Korelasyon karşılaştırması ayrık frekans alanında gerçekleştirilebilmektedir. Bunun için öncelikle görüntüler üzerine aşağıda formülde verilen iki-boyutlu Fourier Dönüşümü (FFT) yapılır. Bu işlem ile görüntüler ayrık frekans alanına aktarılmaktadır.

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-j2\pi(ux/M+vy/N)} \quad (1)$$

Taşınan iki görüntü piksel piksel çarpılıp toplanarak ayrık alanda korelasyon sonucuna eşit olur. Bu şekilde frekans alanına aktarım yapılarak görüntünün işleme alınması, taşınan pikselleri birbirinden bağımsız yaparak özellik kaybının önüne geçmesini sağlamaktadır.

Yerel çizgi doğrultusu ve frekansı açıklık hesaplaması olmaksızın bir takım bağlamsal filtreleme işleminde kullanılmaktadır. Burada baskın frekansına bağlı özel bir blok 41 artırımı yerine, bloğun büyüklüğü FFT ile birkaç defa çarpılır. Görüntü ayrık olarak küçük bloklara (32x32 piksellik) bölünür ve bloğun Fourier dönüşümü bir K gücüyle artırılarak güç spektrumu çarpılmaktadır. [3] [4]

$$I_{enh}[u, v] = F^{-1}\{F(I[u, v]) \times |F(I[u, v])|^K\} \quad (2)$$

Eşitlikteki K, deneyerek hesapladığımızda bulunan seçilmiş bir sabittir. Büyük K seçimi çizgilerin belirginliğini artırır, çizgilerde küçük delikleri doldurur. Daha büyük K seçiminde yanlış bağlanmış çizgiler sonucunu verir. Bu sebeple olağandışı bir çatallanma meydana gelir. Daha sonrasında işaretin ters Fourier Dönüşümü"nü almak için F-1(F(u,v)) olarak çözüm yapılır:

$$f(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) e^{j2\pi(ux/M+vy/N)} \quad (3)$$

$x = 0,1,2, \dots, 31, y = 0,1,2, \dots, 31$

2.1.2 Özellik Çıkarımı

Parmak izlerini birbirlerinden ayırmak için parmak izi görüntüsü kullanılarak özellikler bulunması gerekir. Bu tezde parmak izi için kullanılan özellikler; enerji, varyans, kurtosis, medyan, skewness, entropi ve parlaklıktır.

1) Enerji

2) Varyans: Varyans bir dağılımın kendi ortalamasından sapmasının karesinin beklenen değeridir. Varyans kavramı dağılıma ait her bir değer dağılımın ortalamasından ne kadar uzak olduğuyla ilgilidir.

3) Kurtosis (Basıklık) : Normal dağılım eğrisinin ne kadar dik veya ne kadar basık olduğunu gösteren terimdir. Tam çan eğrisinin basıklık katsayısı "sıfır"dır. Basıklık katsayısı pozitif ise, eğri normale göre daha diktir. Negatif ise normale göre daha basıktır.

4) Medyan: Medyan, bir sayısal veri serisi sıralandığında ortada kalan sayıdır.

5) Skewness (Çarpıklık) : Veri dağılımının normalden uzaklaşarak sağa veya sola doğru meyillenen yamuk bir şekil almasını ifade eden terimdir. Çarpıklık arttıkça mod ve ortalama birbirinden uzaklaşır. Pozitif ve Negatif olmak üzere iki tip çarpıklıktan söz edilebilir. Eğer ortalama medyandan küçük ise dağılım sola (negatif) çarpık olur. Eğer ortalama medyandan büyük ise dağılım sağa (pozitif) çarpık olur.

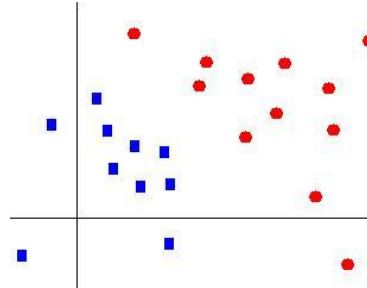
6) Entropi: Bir sistemin düzensizliğinin ölçüsüdür.

7) Parlaklık

2.2 Sınıflandırma

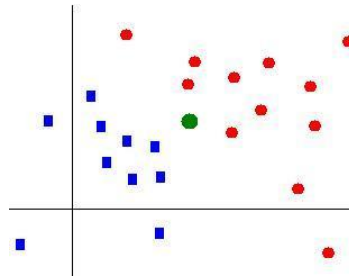
2.2.1 KNN Nedir?

Sınıflandırmada kullanılan bu algoritmaya göre sınıflandırma sırasında çıkarılan özelliklerden, sınıflandırılmak istenen yeni bireyin daha önceki bireylerden k tanesine yakınlığına bakılması yöntemidir. Örneğin $k = 3$ için yeni bir eleman sınıflandırılmak istendiğinde sınıflandırılmış elemanlardan en yakın 3 tanesi alınır. Bu elemanlar hangi sınıfa dâhilse, yeni eleman da o sınıfa dâhil edilir. Mesafe hesabından genelde Öklid Mesafesi kullanılabilir.

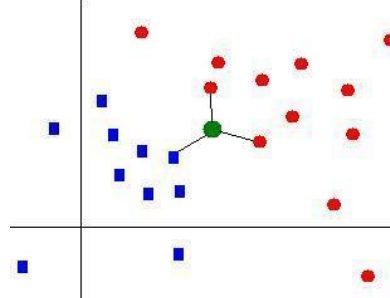


Şekil 2. KNN Sınıflandırma

Örneğin yukarıda verilen ve özelliklerine göre 2 boyutlu koordinat sistemine yerleştirilmiş olan örnekleri ele alalım. Bu örneklerin birbirinden ayrılması problemidir ve buradaki yöntemlerle çözülmektedir. KNN yöntemine göre aşağıdaki şekilde yeni bir üyenin geldiğini düşüldüğünde:

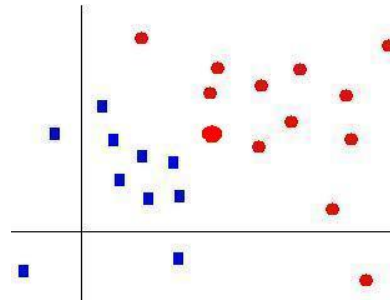


Şekil 3. Sınıflandırmaya yeni üye girişi



Şekil 4. $k=3$ için komşuluk ilişkisi

En yakın 3 üyenin iki tanesi kırmızı yuvarlak üyeler olduğuna göre yeni üye bu şekilde sınıflandırabilmektedir:



Şekil 5. Yeni üyenin sınıfının belirlenmesi

4.7 KNN Algoritması

Veri tabanına daha önceden işlenerek kaydedilen kaynak sinyallerle, konuşmacının seslendirmiş olduğu işlenmiş ses sinyalinin karşılaştırıldığı bölümdür. Ses tanıma üzerine birçok yöntem bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda k-en yakın komşu algoritması kullanılmıştır. KNN algoritması bir çeşit sınıflandırıcıdır. KNN ile veri tabanındaki bütün referans sinyallerle kullanıcının seslendirdiği tanınacak ses sinyali karşılaştırılır ve en yakın referans sinyali bulunmaya çalışılır. Eğer bulma oranı belli bir değerden daha az ise kelime bulunamamış demektir.

İki örnek arasındaki yakınlık derecesi aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanır.

$$D(X,Y) = \sqrt{\sum_i^n (X_i - Y_i)^2}$$

3. SONUÇ

Sonuç olarak araştırması yapılacak olan görüntünün elde edilmiş durumundan başlayarak sırasıyla ön işleme, özellik çıkarımı ve sınıflandırma adımlarının her biri sistemin doğruluğuna etki etmektedir. Burada doğruluk oranını etkileyen önemli özellikler belirlenirken farklı kombinasyonlar kullanılarak çalışma tamamlanacaktır. Eğer elde edilen sonuçlar neticesinde hedeflenen doğruluk oranları elde edilemez ise sınıflandırma algoritması yeniden değerlendirilecektir.

4.TARTIŞMA

Bu çalışmada, görüntü işleme konusunda kullanılan ön işleme ve özellik çıkarım yöntemleri ile sınıflandırma yöntemlerinden KNN algoritması incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda;

- (i) FFT dönüşümü sonucunda çıkartılan özellikler dönüşüm öncesi özellikler ile birleştirildiğinde doğruluğa olumlu katkıda bulunmuştur.
- (ii) Öz nitelik matrisinde yapılan denemeler sonucunda çıkartılan özellikler doğruluk oranına direkt olarak katkı etmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Ar-Ge Direktörümüz Sn. Murat Arslanoğlu'na, Ar-Ge Proje Müdürümüz Sn. Fatih Çağırkaya'ya, Ar-Ge Ürün Geliştirme Müdürümüz Sn. Gökhan Akgül'e ve Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] K.K. Singh, and A. Singh. "A study of image segmentation algorithms for different types of images." International Journal of Computer Science Issues (IJCSI) 7.5 (2010): 414.
- [2] R. Munir, "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik." Bandung: Informatika. (2004).
- [3] Candela, Grother, Watson Comparison of FFT Fingerprint Filtering Methods for Neural Network Classification
- [4] Maltoni, Handbook of Fingerprint Recognition

YUSUFÇUK ALGORİTMASI KULLANILARAK DOĞALGAZ ÇEVİRİM SANTRALLERİNDE YÜK FREKANS KONTROLÜ

Bülent HOŞ

Düzce Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / 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

Cenk ANDIÇ

İstanbul Teknik Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Fakültesi / Elektrik Mühendisliği
andic18@itu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-1123-899X

Özet

Gaz türbinleri elektrik enerjisi üretim sistemleri içinde basit ve düşük yatırım maliyeti olmasından en çok tercih edilenidir. 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 denir. Yük-frekans kontrolünün ikinci görevi, işletim maliyetlerini düşürmek için talep edilen yükü şebekeye bağlı güç sistemleri arasında paylaştırarak dengeli bir üretim yapılmasını sağlamaktır. Bundan dolayı elektrik enerjisi üretimi için kullanılan gaz türbininin dinamikleri ve parametre tahmini çok önemlidir. Bu çalışmada, Yusufçuk Algoritması (DA) kullanılarak gaz çevrim santralinde yük-frekans Proportional- Integral-Derivative (PID) kontrolü yapılmıştır. Çalışmalarda Matlab/Simulink ortamında oluşturulan Rowen modeli 265-MW tek şaftlı ağır hizmet gaz türbininin (HDGT) 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 DA elde edilmiştir. ZNM ve DA yöntemleri ile elde edilen sonuçları karşılaştırılmıştır. DA tarafından hesaplanan PID katsayıları ile çalıştırılan sistemin referans hıza ulaşma zamanı, ZNM yönteminden daha hızlı olduğu görülmüştür. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre DA yöntemi, gaz çevrim santrallerinde frekans kontrolü için alternatif ve güvenilir bir çözüm yöntemi olarak önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır hizmet tipi gaz türbini, Rowen model, Optimizasyon, Yusufçuk algoritması, Yük-frekans kontrolü.

LOAD FREQUENCY CONTROL IN NATURAL GAS CYCLE POWER PLANTS USING DRAGONFLY ALGORITHM

Abstract

Gas turbines are the most preferred electric power generation systems due to their simplicity and low investment cost. 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. Therefore, the dynamics and parameter estimation of the gas turbine used for electric power generation are very important. In this study, load-frequency Proportional-Integral-Derivative (PID) control was performed in the gas cycle power plant using the Dragonfly Algorithm (DA). A simplified mathematical model of the Rowen model 265-MW single shaft heavy-duty gas turbine (HDGT) created 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 DA known as optimization method. The results obtained with ZNM and DA 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 DA is faster than the ZNM method. According to the results obtained in the study, DA method is proposed as an alternative and reliable solution method for frequency control in gas conversion plants.

Keywords: Heavy duty gas turbine, Rowen model, Optimization, Dragonfly 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 shaftlı 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 DA kullanarak PID kontrolör katsayılarının bulunması ile ilgili literatürde farklı çalışmalar yapılmış olduğu görülmüştür (Aboelela ve ark., 2011; Bozali, 2012).

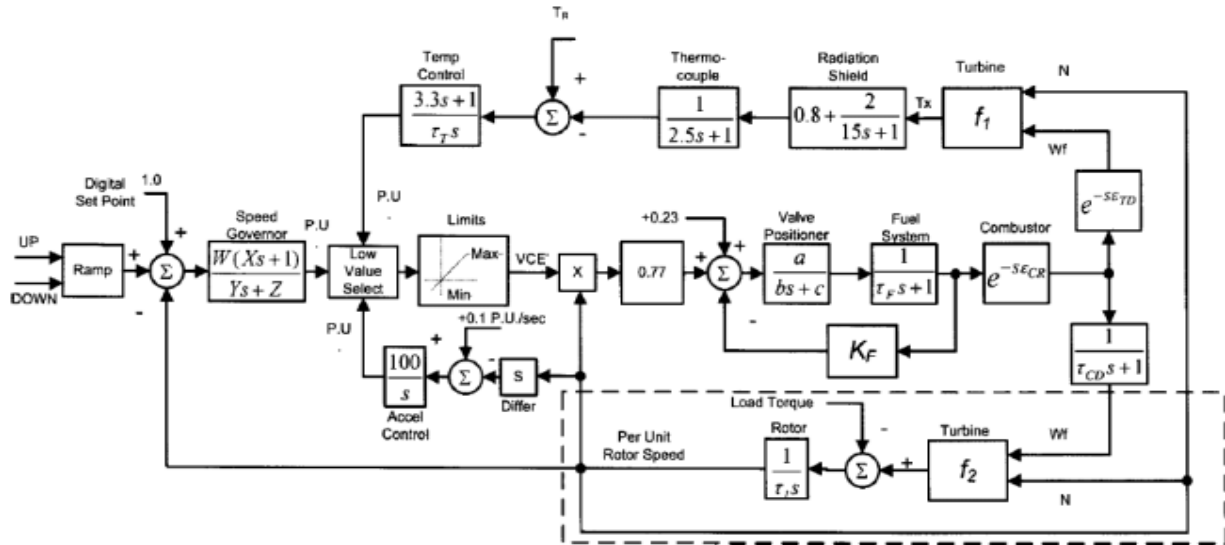
Gaz türbini hızının denetlenmesindeki etkilerini görmek için bir PID kontrolör ile bulanık kontrolör yöntemleri arasında karşılaştırmalı bir çalışma yapılmıştır (Amar ve ark., 2015). Elektrik enerji üretim kapasitesi 18.2 ile 106.7 MW arasında değişen HDGT modelleri için bulanık mantık tabanlı kendini 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 DA 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 olmamayla başa çıkmak için literatürde yayımlanmış diğer tekniklerden daha üstün olduğunu göstermiştir (Gheisarnejad ve ark., 2018).

Bu çalışmada gaz santralinde YFK DA ile gerçekleştirilmiştir. Dinamik çalışmalarda kullanılan Rowen modeli 265-MW tek şaftlı ağır hizmet gaz türbinlerinin parametreleri operasyonel ve performans verileri kullanılarak tahmin edilmiştir (Saravanan ve ark., 2016). Kontrolör olarak PID kontrolör kullanılmıştır. DA 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 diğerlerine 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).

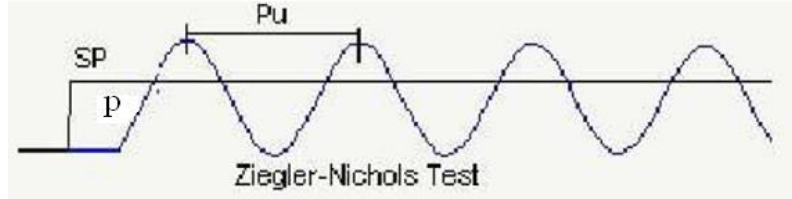
$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (1)$$

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 K_u , osilasyon frekansına P_u gösterilmektedir (Öztürk ve ark., 2015).



Şekil 2. Sistemin osilasyona gittiği andaki cevabı

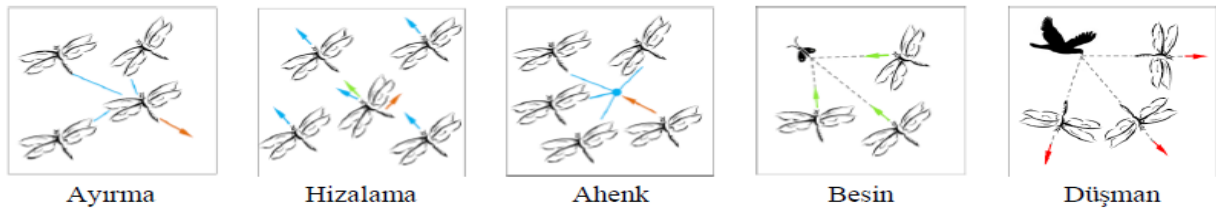
Tablo 1. PID Kontrol için ZNM parametreleri tespit tablosu

Kontrolör Tipi	K_C	t_i	t_D
P	$K_u/2$	-	-
PI	$K_u/2.2$	$P_u/1.2$	-
PID	$K_u/1.7$	$2/P_u$	$P_u/8$

4. YUSUFÇUK ALGORİTMASI

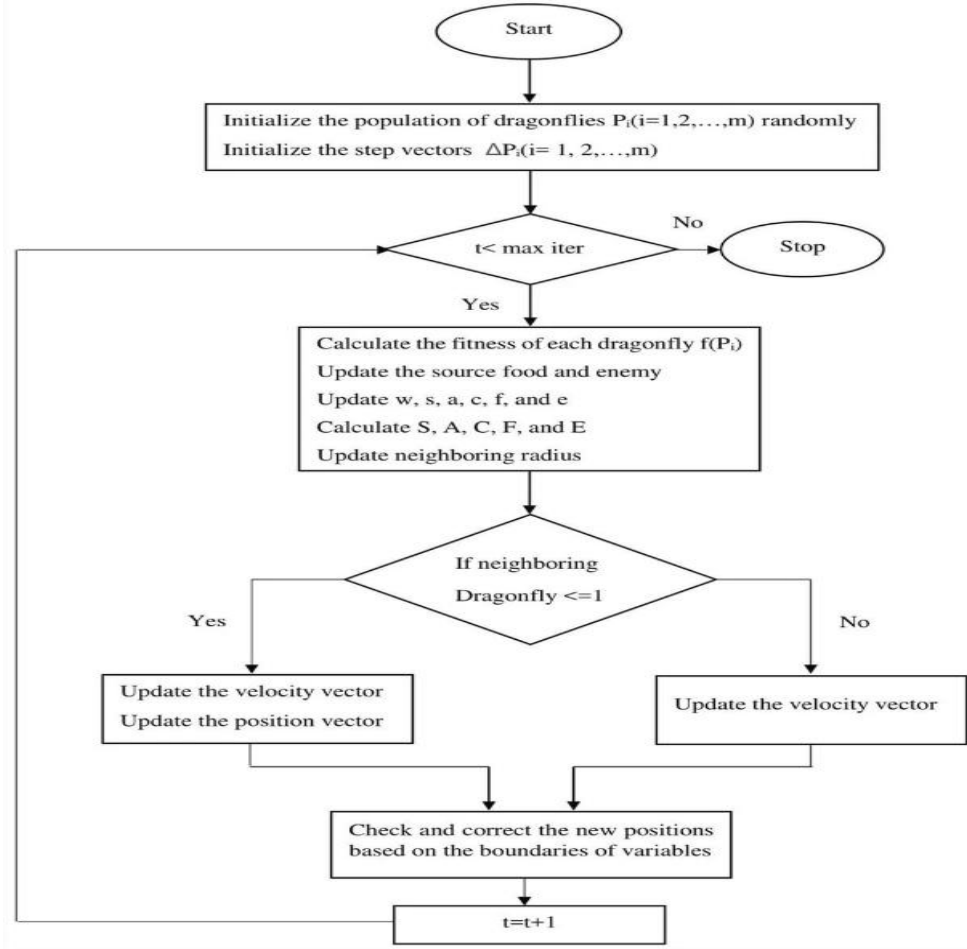
Yusufçuk algoritması (DA) Prof. Dr. Seydali Mirjalili tarafından 2016 yılında geliştirilen en son optimizasyon algoritmalarından birisidir (Mirjalili, 2016). DA farklı gerçek dünya problemlerini optimize etme yeteneği makine öğrenmesi ve görüntü işleme gibi uygulamalarda iyi performans göstermiştir. (Chnoor ve ark., 2019). Yusufçuk sineği büyük birleşik gözleri, güçlü kanatları ve uzunca vücutlarıyla dünya da çok farklı türlere sahiptir. Avlanma özelliklerinde eşsiz ve nadir görülen zeki davranışlara sahiptir. DA ana ilham kaynağı, statik ve dinamik sürü davranışlarından kaynaklanmaktadır. Statik sürüde yusufçuk sinekleri küçük gruplar halinde uçar ve avlanmak için ileri geri hareket ederler. Uçma yolu güzergahında yerel hareketler ve ani değişiklikler statik sürünün ana karakteristik özellikleridir. Dinamik sürülerde çok sayıda yusufçuk büyük grup halinde göç için uzun yolculuk yaparlar (Katircioğlu, 2017).

Reynold'a göre sürü davranışları üç temel prensip içerisindedir. Ayırma; Komşuluk içerisindeki diğer kişiler ile çarpışmayı önlemek anlamına gelmektedir. Hizalama; Komşuluk içerisindeki diğer bireyler ile hız uyumunu göstermektedir. Ahenk; Komşuluk kütesinin merkezine doğru bireylerin eğilimine atıf yapmaktadır (Reynolds, 1987; Katircioğlu, 2017). Herhangi bir sürünün asıl amacı hayatta kalabilmektir ve bundan dolayı bireyler gıda kaynaklarına doğru yönelmelidirler. Ayrıca bu ana eylemin yanında sürü dışarıdan düşmanları tarafından rahatsız edilebilirler. Bu iki davranış da eklenirse, konum güncelleme işleminde beş ana faktör kullanılmaktadır ve Şekil 3'de gösterilmiştir (Mirjalili, 2016; Katircioğlu, 2017).



Şekil 3. Sürü içerisinde bireyler arasındaki beş ana faktör

Şekil 4'de Yusufçuk algoritmasının akış şeması gösterilmiştir (Meraihi ve ark., 2020).



Şekil 4. Yusufçuk Algoritması Akış Şeması

5. PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ

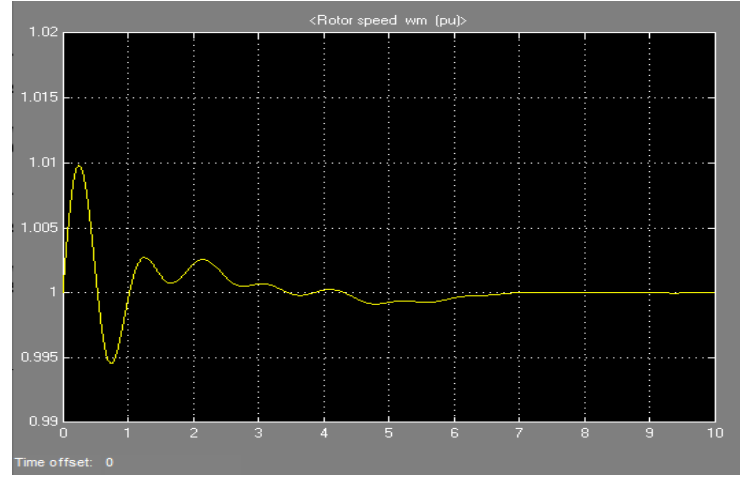
Klasik yöntem olarak optimum PID kazançlarını bulmak için ZNM kullanılmıştır. Başlangıçta, integral ve türev kazançları sıfıra ayarlanmış ve grafikten nihai kazanç (K_u) ve nihai periyot (T_u) belirlenmiştir. Routh-Hurwitz kriteri daha sonra orantılı kazanç (K_p) aralığını belirlemek için kullanılır. Bunların ZNM ayar tablosunda değiştirilmesiyle aşağıdaki optimum PID kontrolör kazanç değerleri elde edilir:

$$K_p = 0.11,$$

$$K_i = 0.68,$$

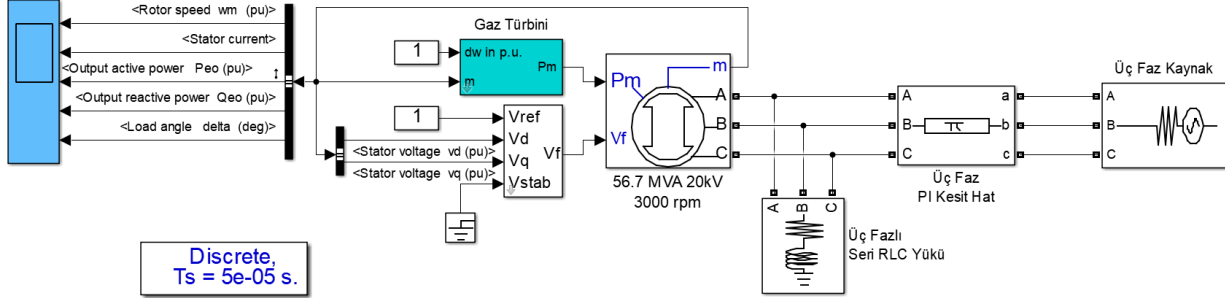
$$K_d = 0.41.$$

Bu değerlere göre türbin hızının yük frekansta ZNM PID kontrolör tarafından istenen cevaba getirmek için Şekil 5'de gösterilmiştir.

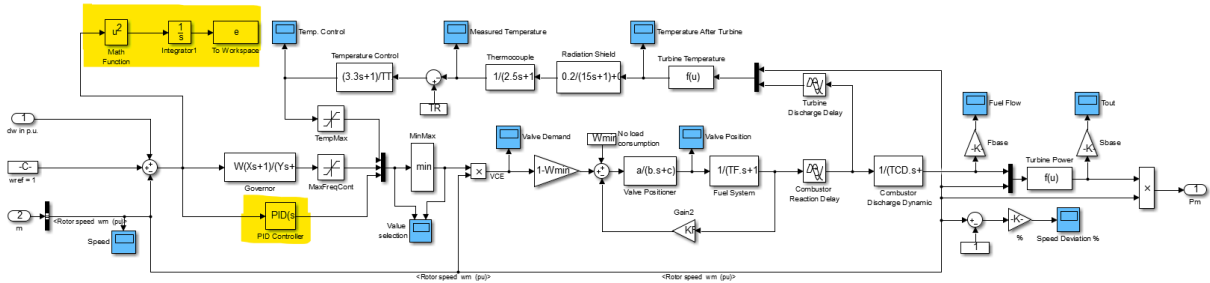


Şekil 5. ZNM PID kontrolörü ile türbin hızı

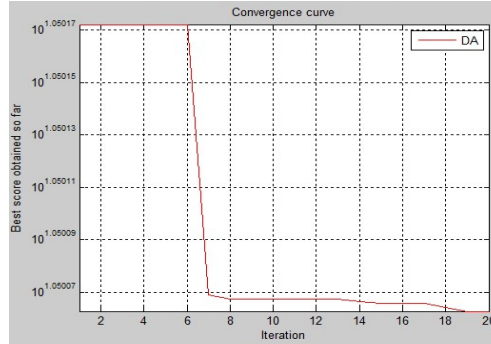
Gaz çevrim santrali YFK problemini çözebilmek için Rowen modeli kullanılarak Şekil 6'da verilen Rowen'in basitleştirilmiş gaz türbin modeli ile Şekil 7'de tek şaftlı gaz türbin transfer fonksiyon modeli ve kontrollerinin ana hatları Matlab/Simulink'de oluşturulmuştur. Gaz türbin hız hatasının karesinin integrali değeri (ISE) hata olarak alınmış, DA ile minimum yapan PID parametre değerleri bulunmaya çalışılmıştır. DA PID değerleri için başlangıçta belirlenen sınırlar dahilinde rasgele oluşturulan başlangıç değerleri ile başlar. Daha sonra ayırma, hizalama, ahenk, besin ve düşman operatörleri ile hatayı minimum yapacak en uygun PID parametre değerleri elde edilir.



Şekil 6. Rowen'in basitleştirilmiş gaz türbin modeli



Şekil 7. Tek şaftlı gaz türbin transfer fonksiyon modeli ve kontrollerinin ana hatları



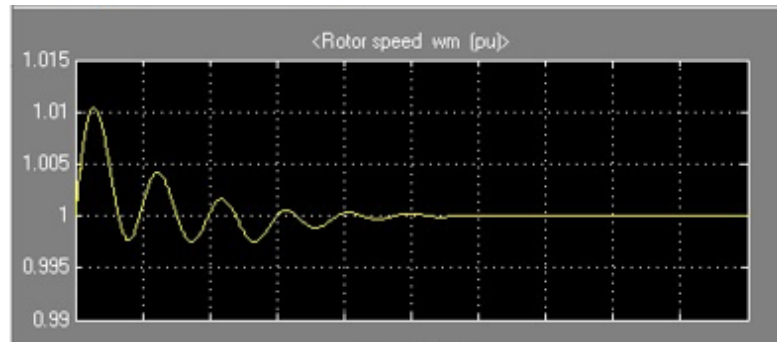
Şekil 8. DA ile bulunan uygunluk değerlerinin değişimi

DA ile uygunluk fonksiyonu (UF) değerlerinin değişimi Şekil 8’de gösterilmiştir. UF türbin hız değişimini ifade etmektedir. Hız değerinin değişmesi halinde oluşan hata değerinin minimuma çekilmesi gerekmektedir.

Tablo 2. DA ile PID Kontrol parametrelerinin bulunma tablosu

İterasyon Sayısı	1	20
Kp	0.54805	0.92704
Kd	0.63409	0.94795
Ki	0.93247	0.73215
ISE	0.03539	0.03143

Gaz çevrim santrali YFK problemini DA kullanılarak Tablo 2’de 20 iterasyon için PID parametreleri ile optimize edilmiştir. Bulunan PID değerleri Şekil 7’deki gaz türbini hız hatasının değişimi ile Şekil 8’de PID uygunluk değerlerinin değişimi bulunmuştur.



Şekil 9. DA PID kontrolörü ile türbin hızı

DA PID kontrolör tarafından istenen cevaba getirmek için yük frekansta türbin hız değişimi Şekil 9’da gösterilmiştir.

6. SONUÇ

Gaz çevrim santrali YFK problemini çözebilmek için PID parametrelerinin belirlenmesinde ilk önce ZNM kullanılmıştır. Daha sonra PID kontrolöründeki katsayıları belirlemek için meta-sezgisel yöntemlerden biri olan DA kullanılmıştır. DA ile hata minimize edilmiştir. Hatayı minimize etmede PID katsayıları değişken olarak alınmıştır. DA 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 DA ile daha kısa zamanda sağlandığı görülmüştür. Böylece frekans değişimlerinde oluşan salınımlar daha kısa sürede sönümlenmiş olduğu görülmüştür. DA ile elde edilen değerlerin açıkça daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. DA ile oturma zamanı 6.5 sn iken, ZNM ile

7.5 sn'dir. ZNM salımlarının daha fazla olduğu ve YFK'nın zor olduğu anlaşılmıştır. Yapılan simülasyon çalışması neticesinde DA yük frekans çalışmaları için güvenilir alternatif bir yöntem olarak önerilmektedir.

Tablo 3. DA 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
	DA	0.132	0.634	0.387	6.4

7. TARTIŞMA

DA 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 meta-sezgisel algoritmalar kullanılarak alternatif çözüm yöntemleri de araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- ABOELELA, M.A.S., FETOH,A.M., & GAMAL, A.B. (2011). Optimization of CAPP 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*.
- CHNOOR M. RAHMAN and TARIK A. RASHID (2019). Dragonfly Algorithm and Its Applications in Applied Science Survey. *Hindawi Computational Intelligence and Neuroscience*, Volume 2019, Article ID 9293617, 21 pages
- 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., FĂGĂRAŞAN 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.
- KATIRCIOĞLU F.,(2017). Renkli Görüntüler İçin Yusufçuk Algoritması Kullanılarak Benzerlik Görüntüsüne Dayalı Eşikleme. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (2017) 506-523.

- 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., BEHESHTI, M.T.H., & SIMAB, 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.
- MERAIHİ Y, CHERİF A.R., ACHELİ D. and MAHSEUR M. (2020). Dragonfly Algorithm: A Comprehensive Review And Applications. *Neural Computing and Applications*, 32, 16625-16646.
- MIRJALILI S. (2016). Dragonfly algorithm: a new meta-heuristic optimization technique for solving single-objective, discrete, and multi-objective problems. *Neural Comput & Applic*, 27:1053–1073.
- 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*, 30.11.2021 tarihinde:
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997259356/C.Paiva-ResumoAlargadoNov18.pdf>
adresinden alındı.
- REYNOLDS C. W. (1987). Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model. *Computer Graphics*, 21(4), July 1987, pp. 25-34.
- 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.
- 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.
- SARAVANAN, G. and GNANAMBAL, I. (2016). Design and Efficient Controller for Micro Turbine System. *Circuits and Systems*, 7, 1224-1232.

DÖVME SALINCAKLARDA PARÇA GEOMETRİSİNİN KALIP TASARIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Sevda GİDER DOĞAN

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş
sevdagider@gmail.com

Soner ÖNER

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş
ssoneroner@gmail.com ORCID: 0000-0003-2084-2048

Özet

Otomotiv ön süspansiyon takım elemanlarından alüminyum dövme salıncak gruplarının üretiminde açık kalıpla üretim seri şartlar ve maliyet açısından en çok tercih edilen yöntemlerden birisidir. Bu çalışmada da alüminyum dövme ve tasarım olarak bükümlü referansların hamil kalıplama metoduyla üretiminde parça konumlandırılmasının nihai ürün geometrisindeki etkisinin üzerinde durulmuştur. Verilen tasarımla eş değer çıkması beklenen nihai ürünün kalıplama öncesi simülasyon tekniği ile kalıplamaya uygunluğu değerlendirilerek kalıp üretim aşamasına geçilmiştir. Sonraki proses olan dövme operasyonunda ortaya çıkması beklenmeyen doldurmama problemleri ile karşılaşarak kullanılan Simufact simülasyon programında tekrar konumlandırma değiştirilerek simülasyon tekrarlanıp operasyonlar yinelenmiştir. Bu uygunsuzluk geometri olarak bükümlü salıncak gruplarında kaçık kalıp tolerans değerlerinde düz geometriye sahip referanslarla aynı simülasyon konumlandırma değerinin sağlanamayacağını ortaya koymuştur. Böylece bükümlü geometriler için dövme prosesinde hesaba katılmayan presin koç hareketi esnasında yaşanan esneme kalıbın gravür kısmında sıcak parçayı şekillendirme anında alt kalıp ve üst kalıp eşleşmesinde kaçıklığa sebep olmuştur. Burada problemin parça geometrisinin tetiklediği ve kalıbın gravür dışı formundaki eşleşmeme durumundan kaynaklandığı saptanmıştır. Bükümlü geometrideki parçalarda yaşanan bu durum kalıbın kaçıklığının etkisiyle nihai parçanın tolerans dışında üretilmesi ile sonuçlanmıştır. Parça konumlandırmanın bükümlü parçalarda bahsedilen etkenlerde göz önünde bulundurularak değiştirilmesi ile bu tip geometriler için çözüm getirileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: dövme, alüminyum salıncak, hamil kalıp, kalıp kaçıklığı.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PART GEOMETRY ON MOLD DESIGN IN FORGED CONTROL ARM

Abstract

Open mold production is one of the most preferred methods in terms of mass conditions and cost in the production of aluminum forged wishbone groups, one of the automotive front suspension set elements. In this study, the effect of part positioning on the final product geometry in the production of aluminum forging and twisted references as design with the holder molding method has been emphasized. The mold production stage was started by evaluating the suitability of the final product, which is expected to be equivalent to the given design, with the simulation technique before molding. Unexpected filling problems were encountered in the next process, the forging operation, and the simulation was repeated by changing the repositioning in the Simufact simulation program used, and the operations were repeated. This inconsistency revealed that the same simulation positioning value cannot be achieved with references with straight geometry in the misaligned die tolerance values in bent swing groups as geometry. Thus, the stretching experienced during the ram movement of the press, which is not taken into account in the forging process for bent geometries, caused the mismatch of the lower mold and the upper mold at the time of shaping the hot part in the engraving part of the mold. Here, it was determined that the problem was triggered by the part geometry and caused by the mismatch in the non-engraving form of the mold. This situation experienced in parts with bent geometry resulted in the production of the final part out of tolerance due to the eccentricity of the mold. It is envisaged that a solution will be provided for this type of geometry by changing the part positioning by considering the factors mentioned in the bent parts.

Keywords: forging, aluminum control arm, holder molding, eccentric mold

1. GİRİŞ

Alüminyum, oksijen ve silisyumdan sonra tabiatta en fazla bulunan elementtir. Metal ve ametaller içerisinde de yer kabuğunun % 8 ini oluşturarak bileşikler halinde ve diğer elementlerden daha fazla bulunur. Bu kadar yüksek miktarda olmasına rağmen bir malzeme olarak üretilmesi 19.yy sonlarını bulmuştur. Bunun nedeni ise alüminyumun doğada çok kararlı kimyasal bileşik olan alüminyum oksit şeklinde bulunması ve bu bileşiğin indirgenmesinin yüksek enerji gerektirmesidir. Bunu sağlayacak teknolojik yöntemler ise ilk kez 19. Yüzyılda gerçekleştirilebilmiştir. (Weissbach, 1967). Endüstri açısından alüminyum üretim metalurjisi, genel üretim metalurjisi içinde yüksek saflıkta metal üretimi ve malzemenin kullanım çeşitliliğinden dolayı özel bir öneme sahiptir (Car, 2011).

Alüminyum metalinin mühendislik uygulamalarında kullanımını sağlayan çok önemli özellikleri vardır. Alüminyum yumuşak ve demirden yaklaşık üç kat daha hafiftir. Diğer metallerin yapısına ilave edilmesi ile alaşımlandırıldığı zaman, yoğunluğunun çok az artmasına karşılık mekanik dayanımında önemli oranlarda artışlar meydana gelmektedir (Su, 1988). Dövme endüstrisinde kullanılan kalıplar, üretilen ürünün geometrisini “biçim belleği” olarak saklayan, genelde açık form kalıplardır. Uygulamada dövme kalıpları geometrik olarak çok amaçlı değildir ve daima tek parçaya özgü üretilir, bu tür kalıplar kısaca şekil-bağımlı kalıp olarak adlandırılır. Açık kalıpta dövme kalıpları buna bir istinadır. Açık kalıpta dövmede kullanılan kalıplar öncelikle düz, kare veya yuvarlak olmaz üzere basit geometriye sahiptirler ve çeşitli basit geometriye dövme ürünler için kullanılır. Bunlar şekil bağımsız kalıp olarak adlandırılır (Makas, 2016).

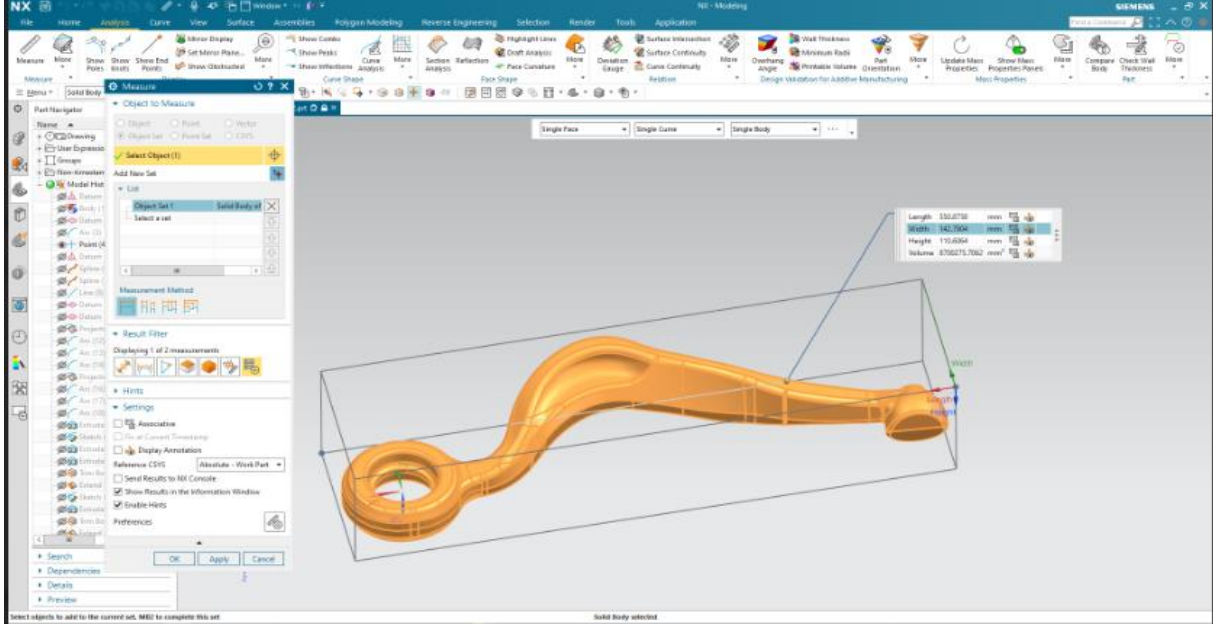
Açık kalıpla dövme, malzemenin düzlemsel veya basit şekilli kalıplar arasında dövüldüğü bir sıcak şekil verme yöntemidir . Bu şekilden de anlaşılacağı gibi, açık kalıpla dövmede malzeme en az bir doğrultuda serbest şekil değişimine uğramakta, buna karşılık kapalı kalıpla dövmede iş parçası tamamen kalıp tarafından çevrelenmiş bulunmaktadır. Bu işlemden hammaddenin hacmi üretilmesi istenen parçanın hacminden biraz fazla alındığı için, fazla malzeme çapak halinde kalıp boşluğu dışında birikir ve bu nedenle alt ve üst kalıbın tam olarak kapanması gerçekleşmez. Gerçek kapalı kalıpla dövme işlemlerinde ise iş parçası tamamen kalıplar tarafından çevrelenildiği gibi ayrıca çapak da oluşmaz. Böylece metalin, istampa tarafından uygulanan kuvvetle herhangi bir malzeme kaybı olmadan kalıp boşluğunu doldurması sağlanır (Çapan, 1991). Alüminyum alaşımları ürüne şekil verme yöntemine göre mekanik işlem (dövme) alaşımları ve döküm alüminyum alaşımları olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Erdoğan, 2001).

Alüminyum işlem alaşımları için dünyada en yaygın olarak kullanılan simgeleme dizisi, Amerikan Standartlar Birliği (ASA) tarafından belirlenen simgeleme dizisidir. Daha önceden Amerikan Alüminyum Birliği tarafından kullanılan bu simgeleme 1957 yılında standart haline getirilmiştir (William, 2001). Orta avrupa ve ülkemizde EN AW 6082 dövme süspansiyon parçalarının üretiminde çok yol kat etmiştir. Farklı döküm tekniklerinin ürünleri kullanılarak alüminyum dövme üretiminde ekstrüde edilmiş profil yerine döküm profiller tercih edilerek ulusal anlamda iyileştirilmiş bir ürün ve süreç yeniliği sağlanmıştır. Alüminyum dövme üretiminde ekstrüde edilmiş yarı mamul profiller kullanıldığı zaman dövme ve devamındaki ısıl işlem sonucunda aşırı tane büyümesi ve tane irileşmesi mekanizmaları gerçekleşirken, döküm yarı mamuller kullanıldığı zaman tane irileşmesi olayı meydana gelmemektedir (İlgaz, 2014).

2. MATERYAL VE METOD

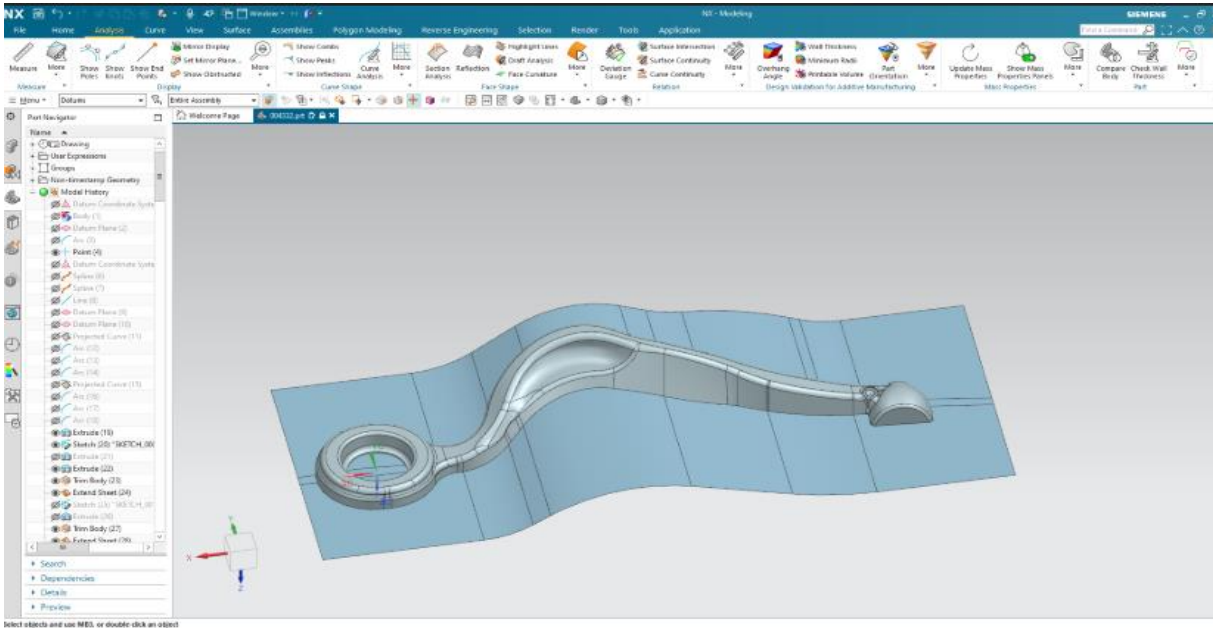
Bu çalışmada karmaşık gövde geometrisine sahip bir salıncağın gövde kalıbının ve sonrasında dövme presi ile üretiminin yapılmasında süreci başlatan tasarım ve simülasyondaki hata oranının en aza indirilerek çıkan parçanın istenilen parça toleranslarına getirilmesi sağlanmıştır. Otomotiv ön süspansiyon elemanlarından salıncaklarda alüminyum dövme yaygın kullanımı olan bir üretim türüdür, seçilen referan alüminyum dövme ve parçada gövde ve aşık arası mesafenin geometrisi boyutsal olarak farklılaşarak değişmektedir. Kalıplanabilirliği ilk parça tasarımı ve sonrasında kalıp için simülasyon çalışması ile devam eden bir süreçtir. fakat simülasyonun doğru sonuç vermesi ve gerçek uygulamada doğru tolerans içinde nihai parça eldesi kısıtların doğru belirlenmesi ile mümkündür. Bu kısıtlar yapılan

çalışmanın yenilenmesi ile değiştirilerek simülasyon yinelenmiş ve sonuç nihai parçadada onaylanmıştır. Alt resimde gösterilen parça geometrisine sahip bir rotilli kol ilk 2D tasarım ve model oluşturma süreçlerinde parçanın kalıptan nasıl ayrılacağı da ön görülerek tasarlanmak yerine ,kalıbın dövme preslerine yerleştirilmesi ve nihai parçanın operatör tarafından daha rahat alınması da amaçlanarak tasarlanmıştır.



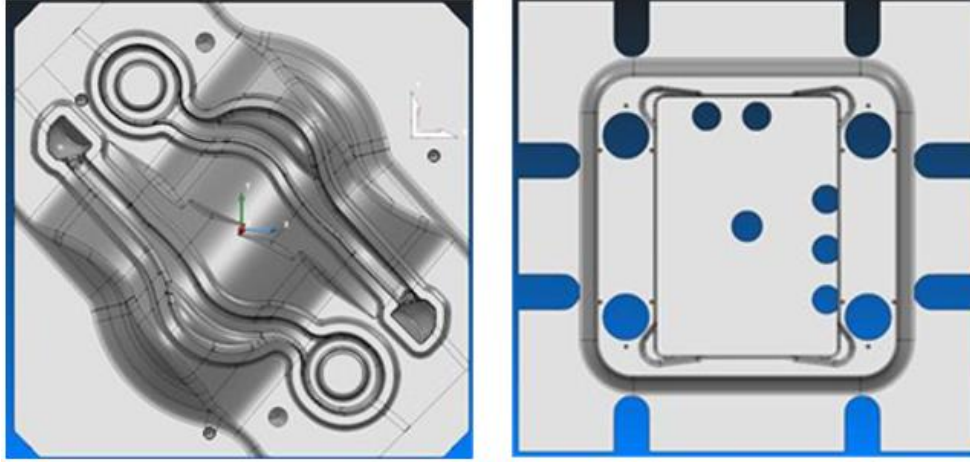
Şekil 1. Parçanın ilk tasarım süreci

Bu tasarım sonrasında kalıp tasarımı başlanmış, burada kalıp bitimi sonrası dövme pres kapasitesi hesaba katılarak hamil kalıp da konumlamada parça çapraz konumda kalıptan çıkacak şekilde simulasyon yapılmıştır. Burada daha az tonaja sahip bir pres kullanmak ve kalıp maliyetini bu şekilde ebatları daha küçük bir kalıp kullanarak düşürmek amaçlanmış fakat çıkan parça kompleks geometriden dolayı uygun olmamıştır ve numune onay almamıştır. Alt resimde alt ve üst kalıp metodu kullanılarak üretilecek parçada kalıba oturma yüzeyinin program üzerinden gösterimi paylaşılmıştır.



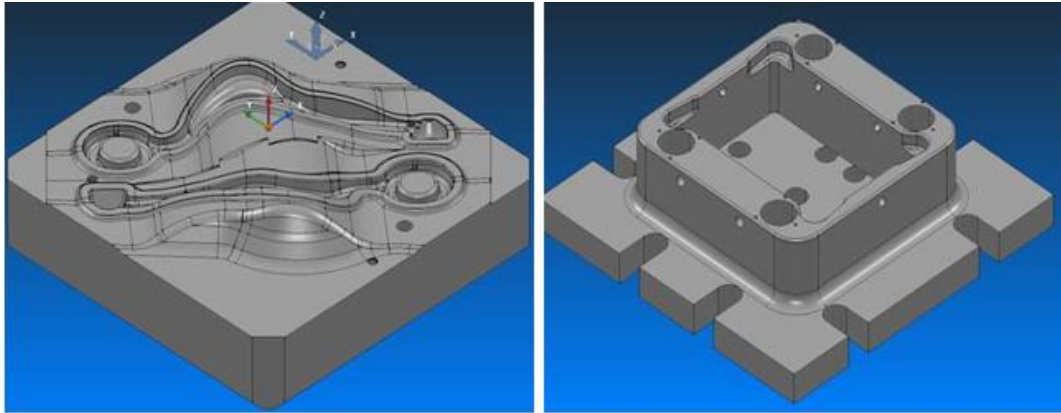
Şekil 2. Kalıba oturma yüzeyi gösterimi

Parça için kalıp tasarımında alt görsellerde parçanın doğru şekillerde konumlanması gösterilmiştir, hamil kalıp için de et kalınlığı artırılarak parçada çarpılma olmaması için önlem alınmıştır. Bu tip geometriye sahip projeler için aşağıdaki görseldeki kalıp- parça hizalaması yapılması ile sonraki aşama olan presle dövme prosesinde presin son operasyon olan kalıba koçlar vasıtası ile vurma esnasında içerideki parçanın alt ve üst kalıplardaki kaçma sonrası çarpılması önlenmiş olmuştur.



Şekil 3. Alt ve üst kalıp da parçanın hizalanması

Parça bahsedilen hamil kalıp ve kalıp tasarım değişikliği sonrasında aşağıdaki görseldeki gibi kalıplama sonrasında istenilen tolerans değerlerine sahip olacak şekilde dövme presinden çıkmıştır.



Şekil 4. Hamil kalıpta kalınlaştırma ve konumlandırma

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, otomotiv ön süspansiyon sisteminde kullanılan dövme salıncak parçasının iki farklı kalıp tasarımı ile sıcak dövülebilirliği incelenmiştir. İlk olarak parça sıralı konumlandırılmış ve ürünlerde önlenemeyen kaçıklık problemi gözlemlenmiş ve daha sonra parçanın konumlandırılması çapraz şekilde yapılmış ve üretilebilirliği izlenmiştir. Yapılan incelemelerde;

(i)Kenara paralel yapılan tasarımda parçanın bükme kısmının akışına doğru üst kalıbı kaydırmaya çalışması sonucu metalin esnemesinden üretilen parça 1.2-2.5 mm arasında kaçık üretildiği gözlemlenmiştir.

(ii)Tasarım değiştirilerek parçanın ikili şekilde çapraz konumlandırılması ve gravür dışı formun birbiriyle örtüşme toleransının artırılması ile gerçekleşen üretimde, bükme formunun kaçıklığa etkisi 0.4 mm e indiği saptanmıştır.

(iii) Kalıp tasarımı yaparken geometrisindeki eğiklik, parçanın bükümü, parça geometrisi, kalıp bağlama yöntemi, hamil sabitleme sistemini bir bütün olarak değerlendirilmesi profesyonel bir sıcak dövme prosesi sunmuştur. Tasarım kaynaklı kaçıklık ve hurda malzeme üretimi önlenebilmiştir

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- CAR, E., 2011, Alüminyum üretim süreçleri, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası, İstanbul, 2-15.
ERDOĞAN, M., 2001, Mühendislik alaşımlarının yapı ve özellikleri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 378.
ILGAZ, O., 2014, Döküm, Ekstrüzyon Ve Dövme İşlemlerinin 6082 Al Alaşimli Dövme Süspansiyon Parçalarında Mikroyapı Ve Mekanik Özelliklerine Etkisi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
MAKAS T., 2016, Sıcak Dövmeye Genel Bakış. İstanbul: Bilnet Matbaacılık ve Yayıncılık A.Ş
SU, Ş., 1988, 2XXX grubu alaşımlarda katı eriyiğe alma sıcaklık ve süresinin yaslanma sonrası özelliklere etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
WEISBACH, 1967, Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Malzeme bilgisi ve muayenesi, çeviri Anık, S., Anık, E.S., 215-217, İstanbul.
WILLIAM, F.S., 2001, Malzeme bilimi ve mühendisliği, çeviri Kımıkoğlu, N.G., Literatür, İstanbul.

ÖN SÜSPANSİYON SİSTEMİNDE KULLANILAN FARKLI SALINCAK TİPLERİNDEKİ (ALÜMİNYUM DÖVME, PİK DÖKÜM, ÇELİK DÖVME) BURÇ ÇIKMA KUVVETLERİNİN MUKAYESESİ

Sevda GİDER DOĞAN

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.
sevdagider@gmail.com

Özet

Bu çalışmada kara taşıtlarının ön süspansiyon sisteminde kullanılan salıncak çeşitlerinden; alüminyum ve çelik dövme, alüminyum ve çelik döküm salıncak gövdelerinde titreşim engelleyici olarak görev yapan burçların farklı gövde tiplerindeki çıkma yükleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma, farklı gövde tiplerine aynı burçların çakılmasının ardından çıkma yüklerinin ölçümü yapılarak gerçekleştirilmiştir. Böylelikle farklı gövde tiplerinde, farklı çaplara sahip olarak kullanılan burçların gövde malzemesi ile çıkma kuvvetleri arasındaki ilişkisi tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kauçuk-metal burç, Alüminyum dövme, Çelik dövme, Pik döküm, Ön süspansiyon, Salıncak.

Abstract

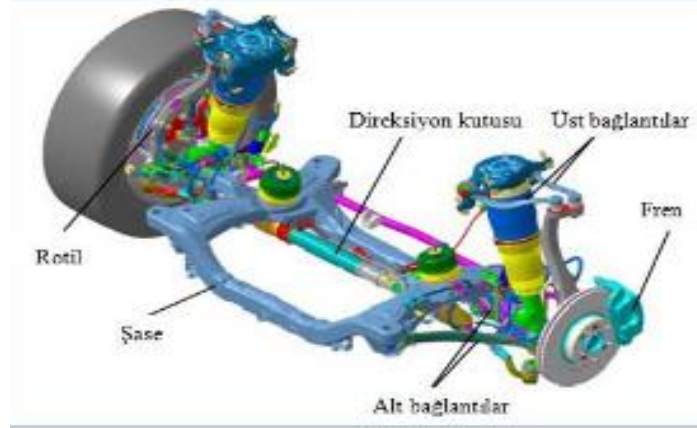
In this study, among the wishbone types used in the front suspension system of land vehicles; the pull out forces in different body types of bushings that act as vibration suppressors in aluminum and steel forged, aluminum and steel casting swing bodies were compared. The comparison is made by measuring the pull out forces after driving the same bushes to different body types. Thus, the relationship between the housing material and the pull out forces of the bushes used in different body types with different diameters was determined.

Keywords : Rubber-metal bushing, Aluminum forging, Steel forging, Casting iron, Front suspension, Wishbone

1. GİRİŞ

Tarihsel gelişim boyunca uzak kelimesini ulaşılabilir yapmayı hedefleyen insanoğlu tekerleği icat ettikten sonra, ulaşım faaliyetlerine büyük bir ivme kazandırmıştır. Geçtiğimiz yüzyılda bu gelişimi en çok meşgul eden ve sanayileşen sektör otomotiv sektörüdür. Otomobillerin yol tutuş kabiliyetlerini ve sürüş konforunu en çok etkileyen faktörlerin başında ön süspansiyon sistemi gelmektedir. Ön süspansiyon sisteminde tercih edilen elemanlar tasarımdaki istenilen özelliklere göre değişmekte ve böylece ön süspansiyon elemanlarının sunduğu karakteristik özellikler değişmektedir. Ön süspansiyon sistemi elemanlarından askı sistemlerini oluşturan salıncaklar, tekerleklerin eksenel hareketini sağlayan elemanlardır. Bu elemanlar burç adı verilen kauçuklu mamuller yardımıyla araca montaj edilirler. Burçlar yoldan gelecek olan titreşimleri sönmüleyerek, aracın maruz kalacağı kuvvetlerin salınacağı ve dolayısıyla tekerlekleri en az şekilde etkilemesi için kullanılmaktadır. Bu sebeple salıncığın boşluksuz ve yeterli sönmü faktörü sağlayabilmesi için uygun burçlar ile araca montajlanması gerekmektedir. Sürüş konforunu en üst seviyede tutabilmek için kolay sıkışabilen bir yay kullanıldığında direksiyon kararlılığı azalacaktır ve sert bir yay kullanımında sürüş konforu ve direksiyon hâkimiyeti düşecektir. Süspansiyon sistemi ile aracın uyumunu sağlamak, bu koşulları yakalamak önceliklidir [1].

Şekil 1. 1’de ön süspansiyon sisteminin araç üzerinde montajlı hali gösterilmektedir.



Şekil 1. 1. Ön süspansiyon sistemi elemanları [2]

Alüminyum Dövme Salıncaklar

Hafiflik ve yüksek dayanım özellikleri talep edilen taşımacılık ve inşaat sanayinde yaygın olarak tercih sebebidir. İşlemesinin kolay olması ve yumuşak olması birçok sektörde alüminyum malzeme için avantaj sağlamaktadır. Tasarımdaki hafif malzeme tercihi enerjiden elde edilecek tasarrufu belirlemektedir. Günümüzde bir otomobilde 50 kg alüminyum kullanılmaktadır. Bu sayede, yaklaşık 100 kg demir, çelik ve bakır malzeme tasarrufu yapılmaktadır. Yapılan kıyaslamalar ve bilgi birikimleri, alüminyum kullanılarak üretilmiş bir otomobilin, alüminyum oranı düşük bir otomobile göre, aracın ekonomik yakıt ömrü boyunca 1500 litre daha az yakıt harcadığı yönündedir. Alüminyumun özelliklerinden bir başkası da korozyon direncidir. Alüminyum dövme salıncaklar premium araç kategorisinde en çok tercih edilen salıncak tipidir [3].

Çelik Dövme Salıncaklar

Çelik, demir elementi ile karbon bileşiminden oluşan bir alaşımdır. Demirin ham halinin farklı yöntemler kullanarak ve katkıları eklenerek üretiminde çelik veya pik demir nihai halini alır. Çelikteki karbon oranları yüzde 0,2-2,1 arasında değişir ve içerisindeki karbon yüzdesi ile sınıflandırma kriterleri oluşur. Çeliğin sertleşmesi içerisindeki karbon miktarı ile doğru orantılıdır ve bu yapısını güçlendirir, ancak esnekliği azaltır. Az miktarda karbon ve demir cürüfları içeren çelikler “dövme demir” olarak tanımlanır. Dövme prosesinde daha az kuvvete ihtiyaç duyulur, fakat parça ölçüleri hem sıcak şekillendirme olması hem de kalıp çıkma açılarının etkisi nedeniyle hassas toleranslarda elde edilemez. Yüzey kalitesi prosesin oksit tabakası oluşturması sebebiyle iyi değildir. Dövme prosesi ile üretilen parçalar yüzey kalitesinin iyileştirilmesi için kumlama işlemine tabi tutulurlar. Arazi araçlarında ve taşımacılık faaliyetlerinin yürütüldüğü ticari araçlarda çelik dövme üst salıncaklar ile sıkça karşılaşmaktadır [4].

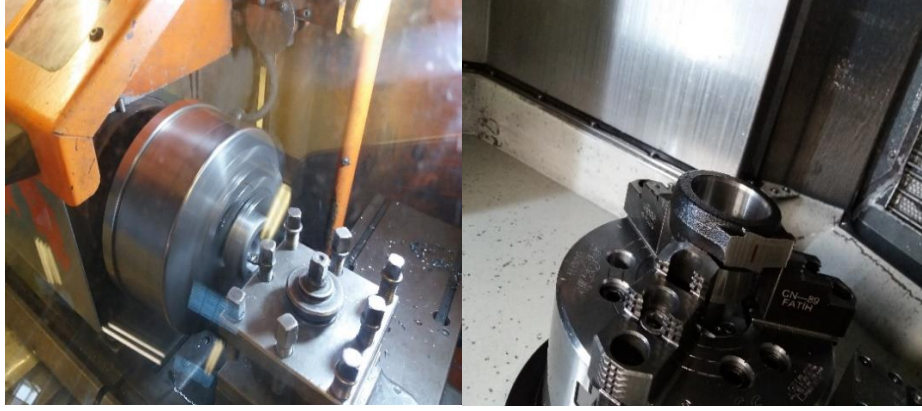
Döküm Salıncaklar

Yüksek sıcaklıklardaki fırınlarda demir cevherleri ile birlikte kok kömürünün kireç taşı gibi cüruf yapıcı katkı malzemeleri ile birlikte ısıtılarak işlenmesiyle sıcak maden meydana gelir. Normalde sıcak maden pota veya torpidolar vasıtası ile çelikhaneye gönderilerek çelik üretimi sağlanır. Pik demir içeriğinde çok yüksek (3.5%-4.5%) oranlarda karbon ihtiva etmektedir. Yüksek karbon oranı pik demirini çok kırılğan yaptığı için haddelenebilir veya dövülerek şekil alması mümkün değildir. Bu nedenle pik demiri şekillendirmek sadece döküm tesisinde kalıplar vasıtası ile mümkündür. Bu malzemelerin en önemli vasfı ucuz olmasının yanı sıra döküm neticesinde ortaya çıkan parçaların içyapıları gözenekli olduğu için titreşim sönmüleme kabiliyetlerinin yüksek olmasıdır [5].

Arazi araçlarının ve kamyonetlerinin alt salıncakları genellikle çelik döküm olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada hem malzeme farklılığı hem de üretim yönteminde farklılıklar değişken olarak alınmıştır ve yapılan deneylerde bu 3 farklı tip salıncığın aynı burçla montajlandığında burç çıkma kuvvetlerinin sonuçları değerlendirilmiştir [6].

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada hangi salıncağın daha fazla yüke maruz kalabileceği kıyaslanması amaçlanmıştır ve bunun için salıncağa burcun çakılacağı çakma çapları Şekil 2. 1’de gösterildiği üzere aynı çaplara getirilmiştir [7].



Şekil 2. 1. Salıncak gövdesinde çap ayarlama işlemi

Şekil 2. 2’de mevcut olan salıncakların burç çakma işlemi için eşitlenmeden önceki hallerini gösterilmiştir. Bu salıncaklar alüminyum dövme, çelik dövme, çelik döküm ve sac salıncaklardır.



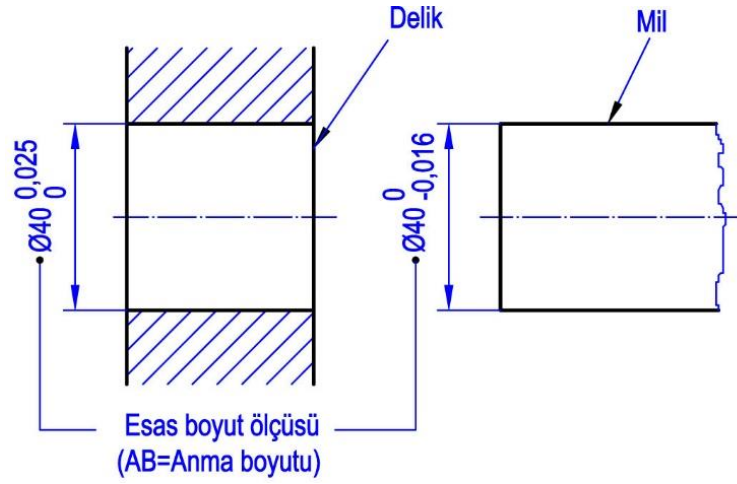
Şekil 2. 2. Salıncak gövde örnekleri

Çap eşitleme işlemi bittikten sonra Şekil 2.3 de gösterildiği üzere 3 gruba da aynı burçtan çakılarak montaj tamamlanmıştır.



Şekil 2.3. Burcun gövde montajı

Yapılan burç montajı operasyonunun da Şekil 2.4 deki sıkı geçmelerde kullanılan tolerans değerlerine de uyularak işlem tamamlanmıştır.



Şekil 2.4 sıkı geçmelerde tolerans aralıkları

3. BULGULAR

Tablo 3. 1'de yapılan burç çıkma deneysel verileri bulunmaktadır. Burada altı farklı burç sıklık değerinde üç farklı gövde malzemesi karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 3. 1. Gövdelerin burç çıkma kuvvetleri karşılaştırması

Sıklık Değeri	Alüminyum Gövde Burç Çıkma Değeri (N)	Döküm Gövde Burç Çıkma Kuvveti (N)	Çelik Dövme Gövde Burç Çıkma Kuvveti (N)
0,2	19154,38	15159,84	18428,70
0,25	21343,34	12724,86	16008,05
0,30	22245,31	15263,21	19828,26
0,35	22472,91	14164,81	17836,12
0,45	19944,88	13499,44	15991,00
0,50	27639,60	15110,68	15379,03

Tablo 3. 2'de Tablo 3. 1'de elde edilen burç çıkma kuvvetine karşılık gelen burcun gövdedeki yer değiştirme mesafesi mukayese edilmiş olup farklı sıklık değerleri için karşılaştırma çalışması verilmiştir.

Yapılan deneylerde burç sıklığı olarak ifade edilen değer gövdelerin burç yeri işleme çapından, burç çapı çıkarılarak elde edilen değerdir ve bu değer ilgili ISO standardında sıkı geçme bölümünde belirtilmektedir [8].

Tablo 3. 2. Max. Burç çıkma kuvvetinde oluşan yer değiştirme değerleri

Sıklık Değeri	Alüminyum Dövme Gövde Yer Değiştirme Değeri (mm)	Döküm Gövde Yer Değiştirme Değeri (mm)	Çelik Dövme Gövdede Yer Değiştirme Değeri (mm)
0,2	1,07	1,07	1,10
0,25	1,40	0,84	1,03
0,30	1,57	0,97	1,17
0,35	1,51	0,84	1,03
0,45	1,43	0,90	1,01
0,50	1,87	0,74	1,14

4.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

0,2 sıklıkta sırasıyla 19154 N ile alüminyum dövme gövde, 18428 N ile çelik dövme gövde ve 15159 N ile döküm gövde yer almaktadır. Bu sıralama 0,25 sıklıkta 21343 N ile alüminyum gövde, 16008 N çelik dövme gövde, 12724 N ile çelik döküm gövde olarak elde edilmiştir. 0,30 sıklık, 0,35 sıklık, 0,45

sıklık, 0,50 sıklık için de en yüksek çıkma kuvveti alüminyum dövme gövdede elde edilmiştir. Sıralama çelik dövme gövde ve ardından döküm gövde şeklinde ilerlemektedir. Burç çıkma sonucunu etkileyen diğer değişkenlerin yüzey pürüzlülüğü, malzemenin mikro yapısı, gövde ve burç borusu sertliği gibi faktörler olduğu bilinmektedir. Diğer değişkenlerin sabit tutularak yalnızca sıklık oranları değerlendirildiğinde en yüksek çıkma yükünün alüminyum gövdelerde elde edildiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] D. Altıparmak, Motorlu Araçlar Teknolojisi Süspansiyon Sistemleri, 1.baskı, Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı, 2013, ss. 151.
- [2] Taşıt Süspansiyon Sistemi Çeşitleri ve Ön Düzen Geometrisine Etkileri, Yakup PUTGÜL, Duran ALTIPARMAK Gazi Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, 06500, Ankara
- [3] Gernot H.Gessinger, Application Phase—Design and Manufacturing, Materials and Innovative Product Development, 2009, 79-100.
- [4] M.Zhan, Z.Sun, H.Yang, Modeling of Hot Forging, Comprehensive Materials Processing, Volume 5 (2014), 441-493.
- [5] John Campbell, Complete Casting Handbook, Metal Casting Processes, Techniques and Design, (2011), 257, ISBN: 978-1-85617-809-9.
- [6] M. Giglio, FEM Submodelling Fatigue Analysis of a Complex Helicopter Component, International Journal of Fatigue, Vol. 21 (1999) 445-455.
- [7] M. Ereke, Şasi ve Karoseri Tasarımında İleri Hesap Yöntemleri, İTÜ Makine Fakültesi, (1989).
- [8] A. Fatemi, and P. Kurath, Multiaxial Fatigue Life Predictions under the Influence of Mean Stresses. J. Eng. Mater. Techn., Vol:110 (1988) 380-388.

FERMENTASYONDA ROL ALAN ÖNEMLİ BAKTERİ GRUPLARI

Şehriban OĞUZ

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sehribanoguz@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6889-9487

Seval ANDIÇ

University of Van Yüzüncü Yıl / Engineering Faculty / Department of Food Engineering
sevalandic@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8306-0222

Özet

Fermentasyon, büyük moleküllü gıda maddelerinin mikroorganizmalar veya enzimler tarafından daha basit bileşenlerine ayrılmasına neden olan biyokimyasal reaksiyondur. Fermentasyon sürecinde oksidasyon, redüksiyon, polimerizasyon, hidroliz gibi reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Bu süreçte hücrelerin çoğalmasına bağlı olarak biyokütlenin artışı ile birlikte çeşitli kimyasal tepkimeler meydana gelir. Bu tepkimelerin sonucunda alkol, asetik asit, laktik asit gibi birincil metabolitler ile çeşitli ikincil metabolitler oluşmaktadır. Gıdaların fermentasyonundaki temel hedef, gıda yapısında bulunan karbonhidratın mikroorganizmalar veya enzimleri ile parçalanarak alkol, asetik asit, laktik asit gibi organik bileşiklerin oluşmasıdır. Mikroorganizmalar glukozun fermentasyonunda genellikle 3 metabolik yolu tercih ederler. Bu metabolik yollar glukozun Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) yoluyla Heksoz Monofosfat yoluyla (HMP) ve Entner Doudoroff (ED) yoluyla parçalanmasıdır. Fermente gıdaların üretiminde bakterilerin önemli bir yeri vardır. Laktik asit bakterileri, asetik asit ve propiyonik asit bakterileri fermentasyonda kullanılan başlıca bakterilerdir.

Anahtar kelimeler: Fermentasyon, glikoliz, laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri, propiyonik asit bakterileri.

IMPORTANT BACTERIAL GROUPS IN FERMENTATION

Abstract

Fermentation is a biochemical reaction that causes large molecule foodstuffs to be broken down into simpler components by microorganisms or enzymes. During the fermentation process, reactions such as oxidation, reduction, polymerization and hydrolysis take place. In this process, various chemical reactions occur with the increase in biomass due to the proliferation of cells. As a result of these reactions, primary metabolites such as alcohol, acetic acid, lactic acid and various secondary metabolites are formed. The main goal of fermentation of foods is the formation of organic compounds such as alcohol, acetic acid, lactic acid by breaking down the carbohydrates in the food structure with microorganisms or enzymes. Microorganisms generally prefer 3 metabolic pathways in the fermentation of glucose. These metabolic pathways are the breakdown of glucose via Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) via Hexose Monophosphate (HMP) and Entner Doudoroff (ED). Bacteria play an important role in the production of fermented foods. Lactic acid, acetic acid and propionic acid bacteria are the main bacteria used in fermentation.

Key words: Fermentation, glycolysis, lactic acid bacteria, acetic acid bacteria, propionic acid bacteria.

Giriş

Fermentasyon, büyük moleküllü gıdaların (özellikle karbonhidratların) mikroorganizmalar (maya, küf, bakteriler) veya enzimler tarafından daha küçük (basit) bileşenlerine ayrılmasına neden olan biyokimyasal reaksiyonlara verilen addır (Arıcı, 2017). Fermentasyon, Antik çağlardan (M. Ö. 10000) itibaren gıdaların korunmasında kullanılan en eski ve en pratik yöntem olarak bilinmektedir (Behera ve ark., 2019). Yapılan araştırmalarda M. Ö. 6000-5000'li yıllarda ve sonrasında alkollü içecekler, ekmeğe, fermente süt, et ve sebzelere ilişkin kanıtlara rastlanmıştır. Bu kanıtlar ise son ürün olarak hammadden farklı daha dayanıklı ve lezzet açısından cazip ürünlerin keşfedildiğini göstermektedir. Bu ürünlerin üretimindeki yöntemler nesilden nesile aktararak günümüze kadar ulaştırılmıştır (Şengün, 2011; Sağlam ve ark., 2020).

Fermentasyon teknolojisi tarihindeki en önemli gelişim, 17. yy.'da Hollandalı Antonie van Leeuwenhoek'ün (1680) kendi yaptığı mikroskop ile mikroorganizmaları adlandırması ve tanımlamasıyla başlamıştır. Gözle görülemeyen mikroorganizmaların incelenmeye başlamasından sonra, 19. yy.'ın başında mikrobiyoloji ve biyoteknoloji bilim dallarındaki ilerlemelere paralel olarak fermentasyon işleminin daha iyi anlaşılması sağlanmıştır. Louis Pasteur 1857 tarihinde yaptığı çalışmalarda fermentasyonu, “yaşamsız (cansız) bir fenomen olmaktan uzak, yaşayan bir proses” şeklinde ifade etmiştir. Buna bağlı olarak, fermentasyonda yer alan ve fermentasyonu gerçekleştiren mikroorganizmaların önemine dikkat çekmiştir. Ayrıca alkol fermentasyonunun kimyasal bir işlem olmaktan ziyade mikrobiyal bir işlem olduğunu ileri sürmüştür. Pasteur'ün 1957'de laktik asit fermentasyonunu ortaya koyması ve Lister'in 1973 yılında saf bakteri kültürünü izole etmesiyle fermentasyon teknolojisi alanındaki çalışmaların sayısı artmıştır (Türker, 1998; Şengün, 2011; Behera ve ark., 2019).

Fermentasyon sürecinde oksidasyon, redüksiyon, polimerizasyon, hidroliz gibi reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Bu süreçte hücrelerin çoğalmasına bağlı olarak biyokütle artışı da gerçekleşmektedir. Kimyasal tepkimeler sonucunda alkol, asetik asit, laktik asit gibi birincil metabolitler ile çeşitli ikincil metabolitlerde oluşabilmektedir (Sağlam ve ark., 2020). Fermentasyon işlemi ile gıdalardaki tat, aroma, tekstür, besin değeri, raf ömrü gibi özellikler artırılırken gıdanın pişirilmesi için gerekli sürenin de kısalması sağlanmaktadır. Aynı zamanda gıdalarda meydana gelecek bozulmalara sebep saprofit ve sağlık açısından risk oluşturan patojen mikroorganizmaların gelişmesi de önlenmektedir (Çankaya ve Tangüler, 2018).

Gıda fermentasyonları ile alkollü ve alkolsüz içkiler, süt ürünleri, tahıl ürünleri (ekmek, boza), balık ve et ürünleri, meyve ve sebze ürünleri (turşu, zeytin, sirke vb.) gibi fermente gıdaların üretimi sağlanmaktadır (Pamir, 1998; Erten ve Tangüler, 2016). Hansen'in 1890 yılında ticari starter kültür üretimine başlamasına paralel olarak yapılan araştırmalarda, bakterilerin gıda fermentasyonu ile ilişkisinin anlaşılmasından itibaren laktik asit bakterilerine olan ilgi artmıştır. Günümüzde birçok fermente ürünün üretiminde laktik asit bakterilerinden faydalanılmaktadır (Caplice ve Fitzgerald, 1999).

Karbonhidratlar genellikle fermentasyonlar için ana substrat olarak kabul edilse de proteinler, yağlar, diğer organik bileşikler ve organik asitler de mikroorganizmalar için fermente edilebilir substratlardır. Bu maddeler mikroorganizmalar için bir enerji kaynağıdır. Fermentasyon aerobik (oksijenli) ortamda gerçekleşebildiği gibi anaerobik (oksijensiz) ortamda da gerçekleşebilir. Fermentasyon, oksijenin kullanılıp kullanılmamasına göre; oksidatif fermentasyon (asetik asit ve sitrik asit fermentasyonu) ve anoksidatif fermentasyon (etil alkol ve laktik asit fermentasyonu) olmak üzere 2 gruba ayrılır (Arıcı, 2017). Gıdaların fermentasyonundaki temel hedef, gıda yapısında bulunan karbonhidratın mikroorganizmalar veya enzimleri ile parçalanarak alkol, asetik asit, laktik asit gibi organik bileşiklerin oluşmasıdır. Mikroorganizmalar monosakkariklerin fermentasyonunda 7 metabolik yol kullanabilirken, glukozun fermentasyonunda genellikle 3 metabolik yolu tercih ederler (Arıcı, 2017; Sağlam ve ark., 2020).

1. Glukozun Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) yoluyla parçalanması

Glikozun Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) yoluyla fermentasyona uğratılması işlemine glikoliz denilmektedir. Bazı zorunlu ve fakültatif anaerop organizmaların şekerlerden, özellikle de glukozdan enerji elde etmek için kullandıkları bir iz yoldur. EMP iz yolu iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama 6 karbonlu bir heksos olan glikozdan gliseraldehit-3-fostatin oluşmasıdır. Reaksiyon sırasında enerji oluşmaz, enerji harcanır. İkinci aşama ise gliseraldehit-3-fostatin piruvata dönüştüğü aşamadır. Bu tepkime sonucunda 2 molekül pirüvat oluşur ve 2 ATP açığa çıkar. Pirüvat ise mikroorganizma türüne göre farklı bileşiklere dönüştürülür. Glikoliz reaksiyonları hücre sitoplazmasında meydana gelmektedir. Gerek hayvan dokularında ve gerekse de mikroorganizmalarda (maya ve bakteriler) gerçekleşen glikoliz ve fermentasyon olaylarında, heksozların anaerobik olarak parçalanmasında kullanılan en önemli yol EMP iz yoludur. Bu yol, birçok hücrede glikoz katabolizmasının en büyüğüdür. Glikoz, maya hücreleri tarafından EMP yolu ile etil alkol fermentasyonu sonucu etil alkol ve CO₂'e, kas hücreleri tarafından ise laktik asit fermentasyonu ile laktik aside dönüştürülür. Ayrıca, laktik asit bakterileri gibi bazı

mikroorganizmalarda bulunan laktatdehidrogenaz enzimi sayesinde pürivik aside indirgenerek, laktik aside dönüştürülür. Bu biyokimyasal reaksiyonlar, hücrede anaerobik şartlar altında gerçekleşir ve böylece hücreye gerekli olan enerji serbest oksijen olmadan sağlanır. Özellikle homofermentatif laktik asit bakterileri glikozu bu yol ile kullanırlar (Böck, 2009; Arıcı, 2017; Çakmakçı ve ark., 2020).

2. Heksoz Monofosfat yoluyla (HMP) parçalanması

Heksoz monofosfat yolu (HMP), organizmaya NADPH ve pentoz sağlayan bir metabolik yoldur. HMP, pentoz fosfat yolu (PPP) olarak da adlandırılmaktadır. Aerobik koşullarda gerçekleşen ikinci önemli metabolik yoldur. Bu yol siklus oluşturduğundan oksidatif fosfat siklusu (PP-siklusu) olarak da anılmaktadır. Karbonhidratların bu yol üzerinden parçalanması, doğrudan doğruya enerji sağlamaz. Ancak, bu yolda oluşan, NADPH₂'nin elektronları oksijene taşınarak yine ATP oluşumunu sağlar. Bu metabolik yol ile nükleik asitler, prostetik gruplarında nükleotid ihtiva eden enzimler, aromatik (halka yapılı) amino asitler, bazı vitaminlerin sentezi için gerekli başlangıç maddeleri ve biyosentezlerde kullanılan piridin nükleotidleri türünden maddeler oluşmaktadır. Bu maddelerden farklı olarak lösin, izölösün ve valin gibi amino asitlerde bu yolda oluşabilmektedir. Zorunlu ve fakültatif heterofermentatif mikroorganizmalar heksozların yokluğunda, pentoz ve glikozu pentoz-fosfat yoluyla parçalayabilirler (Sun ve ark., 2014, Çakmakçı ve ark., 2020).

3. Entner Doudoroff (ED) yoluyla parçalanması

Entner Doudoroff (ED) yolu, glikozun anaerobik olarak parçalanmasında kullanılan alternatif metabolik yoldur. Mikroorganizmalarda EMP yolundan daha az kullanılan bir yoldur. Bazı Gram negatif bakteriler ve *Pseudomonas* spp. tarafından tercih edilmektedir. Bu yol sonucunda oluşan pürivik asit, organizmada bulunan enzim türüne göre, laktik asit, etil alkol veya bir başka fermentasyon ürününe dönüşebilmektedir. Reaksiyon sonucu 1 mol glikozdan 1 mol ATP oluşur. Bu yolda da piruvata kadar olan üretim diğer yollardaki ile aynıdır. Piruvattan sonraki her iz yolun devamı ve oluşan ürünler farklılaşır. Piruvattan gelen bu reaksiyonlar, mikroorganizmalar arasında önemli ölçüde değişebilir ve bu nedenle, bakteriyel sınıflandırmada kullanılan karakteristik son ürünlerin oluşumuna yol açmaktadır (Spector, 2009; Bender, 2013). Fermente gıdaların üretiminde bakterilerin önemli bir yeri vardır. Laktik asit bakterileri, asetik asit ve propiyonik asit bakterileri fermentasyonda kullanılan başlıca bakteri gruplarıdır.

1. Laktik asit bakterileri

Laktik asit bakterileri (LAB), starter kültür olarak kullanılan başlıca mikroorganizma grubudur (Parente vd., 2016, Picon, 2018). Bu gruptaki bakterilerin tamamı Gram pozitif, katalaz negatif, *Sporolactobacillus inulinus* hariç spor oluşturmeyen, fakültatif anaerob, düz çubuk, değişik formlu çubuk veya kok şeklinde olan ve bazı istisnalar hariç hareketsiz bakteriler olarak tanımlanmaktadır. Karbonhidratları fermente edebilme yeteneklerine göre homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakterileri olmak üzere 2 gruba ayrılırlar. Bu bakterilerin büyük çoğunluğu homofermentatiftir. LAB heksozları çoğunlukla EMB metabolik yolunu kullanarak fermente ederler (Tunail, 2009, Albayrak, 2017). Laktik asit bakterileri, genel olarak güvenilir kabul edilen (GRAS) mikroorganizmalardandır (Widyastuti ve Febrisiantosa, 2014, de LeBlanc vd., 2018). Bu bakteriler fermente gıdaların üretiminde starter kültür olarak uzun bir kullanım geçmişine sahiptir ve heterolog bir mikroorganizma grubu olarak özellikle çiğ sütün doğal mikrobiyotasını oluşturmaktadırlar (Domingos-Lopes ve ark., 2017).

a) *Lactobacillus*

Lactobacillus, laktik asit bakterileri grubu içerisinde yer alan ve en çok çeşitlilik gösteren cinstir. *Lactobacillaceae* familyasına üyedir. Esas olarak fermente süt, ekşi hamur, et ve sebze gıdalarının üretiminde veya probiyotik olarak kullanılmaktadır. *Lactobacillus* türlerinin genel faydası, GRAS olmalarıdır (De Angelis ve Gobbetti, 2016).

Laktobasiller, Gram pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmeyen, çubuk veya kokobasil şeklindeki bakterilerdir. DNA'larındaki guanin + sitozin (G+C) oranı %50'den azdır. Tümü fermentatif olup homofermentatif ve heterofermentatif türlere sahiptir. Oksijeni kullanma özelliklerine göre aero-tolerant veya anaerobiktir. Karbonhidratlar, amino asitler, peptitler, yağ asidi esterleri, tuzlar, nükleik asit türevleri ve vitaminler gibi kompleks besin maddelerine ihtiyaç duyarlar (Hammes ve Vogel, 1995).

Optimum gelişme sıcaklığı 30-40 °C olup 2-53 °C sıcaklık aralığında gelişebilen türleri de vardır. Ayrıca asidürik ortamlarda da kolaylıkla çoğalabilmektedirler. Optimal pH aralığı ise 5.5-6.2'dir (Hammes ve Hertel, 2009).

Orla-Jensen 1919'da laktobasilleri *Thermobacteria*, *Streptobacteria* ve *Betabacteria* olmak üzere üç alt türe ayırmıştır. Bu alt türler şu anda taksonomik olarak geçerli olmasa da, *Lactobacillus* cinsini üç ana fenotipik gruba ayırmada hâlâ yararlıdır. Bu grup homofermentatif laktobasiller, fakültatif heterofermentatif laktobasiller ve zorunlu heterofermentatif laktobasillerden oluşmaktadır (Narvhus ve Axelsson, 2003). Homofermentatif laktobasiller hegsoz şekerlerini (6 C'lu) EMP glikolitik yoluyla fermentasyona uğratarken baskın olarak laktik asit oluştururlar. Pentozları ve glukonatu ise fermente etmezler. Fakültatif heterofermentatif laktobasiller, hegsozları EMP yolu ile pentozlar ve diğer bazı substratları ise fosfoketolaz enzim aktivitesine bağlı olan metabolik yola göre parçalarlar. Parçalanma sonucunda, laktik asitin yanı sıra asetik asit ve etanol de oluşmaktadır. Zorunlu heterofermentatif laktobasiller ise şekerleri fosfoketolaza dayalı metabolik yola göre parçalar, laktik asit ve önemli miktarda asetik asit ve/veya etanol ve CO₂ oluştururlar. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. acidophilus*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. plantarum* ve *Lb. reuteri* fermente ürünlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılan laktobasillerdir (Stiles ve Holzapfel, 1997, Hammes ve Hertel, 2009).

b) Streptococcus

Streptococcus cinsine ait suşlar, çapı genellikle 2 µm'den küçük olan küresel veya oval hücrelerdir. Gram pozitif ve katalaz negatiftir. Sıvı ortamda geliştirildiklerinde çiftler halinde veya zincirler halinde bulunurlar. Hücreler hareketsizdir ve endospor oluşturmazlar. *Streptococcus*'ların büyük çoğunluğu fakültatif anaerobik olsa da mikroaerofilik olan suşlar gelişim için CO₂'ye ihtiyaç duyabilmektedirler. *Streptococcus* cinsleri homofermentatif olmaları nedeniyle karbonhidratları glikoliz yoluyla metabolize ederler ve gaz üretmezler (du Toit ve ark., 2014).

Sherman sınıflandırmasına göre *Streptococcus* cinsi bakteriler, laktik, viridans, piyojenik ve enterokoklar olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır. Sadece viridans grupta yer alan *Streptococcus thermophilus* türü yoğurt ve peynir gibi fermente süt ürünlerinin üretiminde starter kültür olarak kullanılır. Optimum gelişme sıcaklığı 40-45 °C arasındadır. Diğer laktik starter kültürler ile karşılaştırıldığında *Str. thermophilus*'un proteolitik aktivitesi daha düşüktür. Yapılan çalışmalar sonucunda daha yüksek proteolitik aktiviteye sahip olan *Lactobacillus* türleri ile birlikte kullanımı önerilmiştir. *Str. thermophilus* ile laktobasiller arasındaki bu simbiyotik ilişki fermente ürünler ile Emmental ve Mozzarella gibi İsviçre ve İtalyan tipi peynirlerinin yapımına olanak sağlamıştır. Yoğurt üretiminde ise *Str. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* suşu ile birlikte starter kültür olarak kullanılmaktadır (Beshkova ve ark., 1998; Kılıç, 2010; Arıcı, 2017).

c) Lactococcus

Lactococcus cinsine ait bakteriler; 0.5-1.5 mm boyutunda, yuvarlak-oval şekilli, fakültatif anaerob ve Gram pozitif bakterilerdir. Spor oluşturmazlar ve hareketli değildirler. Çiftler halinde veya kısa zincirler halinde çoğalırlar ve *Streptococcus* cinsinin birçok üyesinin aksine uzun zincirler halinde gelişemezler. Mezofilik olup optimum gelişme sıcaklıkları 30 °C'dir. Bu bakteri cinsine ait bazı türler 10 °C gibi düşük sıcaklıklarda gelişebilirken 45 °C'de gelişemezler. Ayrıca %0.5 NaCl içeren ortamlarda da gelişemezler (Carr ve ark., 2002; Tokatlı, 2013). Fermentatif metabolizmaları olması nedeniyle heksosların fermentasyonu sonucu L(+) laktik asit oluştururlar. Homofermentatifler ve laktozu fermente etme yeteneği, özellikle süt ürünleri üretmek için kullanılan türler için önemli bir özelliktir (Batt, 2014).

Laktokoklar, Lancefield tarafından 1933 yılında yapılan serolojik tiplendirmeye göre N grubuna dahil edilmişlerdir. Serotiplendirme geçmişte taksonomik amaçlar için kullanılmış olsa da, günümüzde patojenik streptokokları tanımlamak dışında pek bir önemi kalmamıştır. 1985 yılında ise Schleifer, laktik streptokoklara *Lactococcus* adını vermiştir. Laktokokları, *Streptococcus* cinsinin eski üyeleri de dahil olmak üzere, diğer laktik asit bakterilerinden ayıran özellikler pH, tuz ve sıcaklık toleranslarının farklı olmasıdır. *Lactococcus* cinsine ait 5 farklı tür vardır. Bunlar; *Lactococcus garvieae*, *Lc. piscium*, *Lc. plantarum*, *Lc. raffinolactis* ve *Lc. lactis*'tir. *Lc. lactis* süt teknolojisinde fermente süt ürünlerinin

üretimi sırasında starter kültür olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Stiles ve Holzapfel, 1997; Hutkins, 2006).

d) *Leuconostoc*

Leuconostoc ilk olarak 1878'de tanımlanmıştır. Lökonostoklar, çiftler ve zincirler halinde oluşan, hareketsiz, Gram pozitif koklardır. EPS üretme yeteneğine sahiptirler. Zorunlu heterofermentatifler ve glikozu pentoz fosfat yolu (PPP) ile metabolize ederler. Bunun sonucunda 1 mol D(-) laktik asit, etanol ve CO₂ ve metabolize edilen her mol glikoz başına eser miktarda asetik asit oluşur. Gelişebilmeleri için kompleks besin gereksinimleri ile 6.0-7.0 pH ve 20 ile 30 °C arasında bir sıcaklık gereklidir. 40 °C'nin üzerinde hemen hemen hiç gelişemezler (Ogier ve ark., 2008, Björkroth ve ark., 2014).

Leuconostoc cinsi, çok sayıda fermente süt ürünleri, turşu ve fermente et ürünleri gibi gıdaların üretiminde önemli bir rol oynar. *Leuconostoc dextranicum* ve *Leu. cremoris* süt endüstrisinde starter kültür olarak hayati öneme sahiptir. Tereyağı, ayran ve peynir gibi süt ürünlerinin imalatında starter kültür olarak ürünlerdeki tekstürel ve aromatik özelliklerin gelişmesinden sorumlulardır. Dasetil üretme yeteneğine sahip olan bir cins olması nedeniyle gıda sanayinin dikkatini çekmiş ve dasetil üretiminde geniş kullanım alanı bulmuştur (Carr ve ark., 2002; Hemme ve Foucaud-Scheunemann, 2004).

e) *Enterococcus*

Enterococcus cinsine ait bakteriler 1984 yılına kadar Lancefield'in serolojik sınıflandırmasına göre D grubunda yer almış ve fekal streptokoklar grubu içerisinde incelenmiştir. 1984 yılında ise genetik yapılarındaki farklılıklar nedeniyle farklı bir genus içerisinde yer alması gerekliliği önerilmiş ve *Enterococcus* cinsi adı altında gruplandırılmıştır (Giraffa, 2002, Taban ve ark., 2014).

Enterokoklar spor üretmeyen, hareketsiz, fakültatif anaerob, Gram pozitif ve katalaz negatif kok veya kokoid morfolojiye sahip bakterilerdir. Tekli, ikili, kısa veya uzun zincirler şeklinde bulunurlar. Toprak, yüzey suları ve atık sular, arıtma tesisleri gibi çevresel ortamlarda, sıcak kanlı hayvanlar ile insanların gastrointestinal kanallarında, bitkilerde ve hayvansal gıdalarda bulunabilirler. *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* ve *E. durans* süt ürünlerinde en sık rastlanan türlerdir (Franz ve Holzapfel, 2006, Švec ve Franz, 2014).

Karbohidratları fermente edebilme yeteneğine göre homofermentatifler ve son ürün olarak L(+) – laktik asit üretirler. Optimum gelişme sıcaklığı 35-37 °C olsa da 10-45 °C sıcaklık aralığında da gelişebilirler. Daha yüksek sıcaklıklardaki (60 °C) ısı işlem uygulamalarında canlılıklarını koruyabilen türleri vardır. Bu nedenle spor oluşturmayan bakteriler arasında ısıya karşı en fazla tolerans gösteren cinstir. Tuz toleransları yüksek olup %6.5 NaCl'lü ortamlarda üreyebilirler. Ayrıca pH 9.6'da (optimum pH 7.0-7.2) ve %40 safra tuzu içeren besiyerinde de üreyebilmektedirler. Sitratı metabolize edebilme yeteneklerinden dolayı gıdaların (özellikle peynirlerin) tat, aroma ve sertlik-yumuşaklık gibi tekstürel özelliklerinin oluşmasına katkıda bulunabilmektedirler. Bu nedenle starter yapılan araştırmalarda kültür olarak kullanılabilirlikleri belirtilse de, biyojen amin üreten türlerinin olması nedeniyle, şüpheli yaklaşılması gerektiği de belirtilmiştir. Ayrıca asitlik, proteolitik ve lipolitik aktiviteleri, sitrat metabolizması, probiyotik özellikleri ve antimikrobiyal aktiviteye sahip proteinleri sentezleme yetenekleri nedeniyle fermente gıda endüstrisindeki önemli laktik asit bakterilerindedir (Beresford, 2003; İşleroğlu ve ark., 2008; de Fernando 2011).

2. Asetik asit bakterileri

Asetik asit bakterileri (AAB), şeker ve alkol oranı yüksek ortamlarda yaygın olarak bulunan ve alkolden asetik asit oluşturan mikroorganizmalardır. Doğada yaygın olarak bulunurlar. *Pseudomonadaceae* familyasına dâhil, Gram negatif, katalaz pozitif, oksidaz negatif, spor oluşturmayan ve zorunlu aerobik olan mikroorganizmalardır. Elipsoidal ve çubuk morfolojine sahip hücreler tekli, çift veya zincir formunda bulunabilirler. Hareketli veya hareketsiz türleri vardır. Mezofilik olmaları nedeniyle optimum gelişme sıcaklığı 25-30 °C olup 5-45 °C sıcaklık aralığında da gelişebilirler. Ayrıca termotolerant davranış gösteren AAB türleri de vardır. pH 3.0-4.0 gibi düşük pH'larda gelişseler de 5.0-6.5

gelişimleri için daha uygundur (Yamada ve Yukphan, 2008; Şengün ve Kılıç, 2016; Çakmakçı ve ark. 2020).

AAB'ler meyve suyu, şarap, sirke, bira gibi ortamlarda bulunan şeker ve/veya alkol gibi substratları oksijenli ortamda fermente ederek ortamda organik asitler (özellikle asetik asit) oluştururlar. Bu bakterilerin büyük çoğunluğu etanolden asetik asit üretse de glukozdan glukonik asit, galaktozdan galaktonik asit, arabinozdan da arabonik asit ve sorbitolden sorboz üretebilirler. Bu reaksiyonlardan bazıları fermentasyon endüstrisi için büyük önem taşımaktadır. Bu bakterilerin selüloz üretebilme yetenekleri de bulunmaktadır (Şengün ve Karabıyıklı, 2011; Yetiman, 2012).

Acetobacter, *Gluconobacter*, *Gluconacetobacter* ve *Komagataeibacter* cinsine ait türler sirke üretiminde kullanılan başlıca AAB'lerdir. *Acetobacter*, ilk izole edilip tanımlanan bakteri olduğu için "sirke bakterisi" olarak da bilinmektedir. Endüstriyel sirke üretiminde yüksek miktarda asit oluşturma yeteneğine sahip olan asetik asit bakterileri tercih edilmektedir. Ticari sirke üretiminde kullanılan başlıca bakteriler; *Acetobacter aceti*, *A. xylinum*, *A. acetogenum*, *A. schutzenbachi*, *A. curum*'dur. AAB'ler sirke, kombucha içeceği ve kakao gibi yiyecek ve içeceklerin üretilmesinde pozitif katkı sağlarken şarap, bira, alkolsüz içecekler ve meyveler gibi diğer yiyecek ve içeceklerde de bozulmaya neden olabileceği unutulmamalıdır (Valera ve ark., 2015; Satıcı, 2021).

3. Propiyonik Asit Bakterileri

Propiyonik asit bakterileri (PAB), 1906 yılında Emmantel peynirinden izole edilen propiyonik asit üretme yeteneğine sahip olan bakterilerdir. İlk olarak 1909 yılında *Propionibacterium* sınıfı adı altında gruplandırılmışlardır. Çoğunlukla süt ve süt ürünlerinde bulunurlar. *Propionibacterium* cinsine ait süt kökenli bakteriler *Propionibacterium freudenreichii*, *Pro. acidipropionici*, *Pro. jensenii* ve *Pro. thoenii*'dir (Özer ve Kesentaş, 2012; Picon, 2018).

PAB Gram pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmeyen, mikroaerofilik veya anaerobik gelişebilen pleomorfik çubuk morfolojisine sahip bakterilerdir. Genomlarındaki guanin + sitozin (G+C) miktarı %53-67 mol aralığındadır. Mezofilik karakterdeki PAB, 25-32 °C'de ve pH 6.0-7.5 aralığında optimum gelişim göstermektedirler. Gelişimleri sırasında biyotin ve pantotenik asit gibi esansiyel maddelere ihtiyaç duymaktadırlar (Önal-Darıılmaz, 2010; Öztürkcan ve Acar, 2017).

PAB, birçok peynir çeşidinin olgunlaşması süresince gelişebilmekte ve Emmental, Gruyère, Comte gibi İsviçre tipi peynirlerin karakteristik florasını oluşturması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. PAB, peynirin olgunlaşması sırasında laktik asidi fermente ederek propiyonik asit, asetik asit ve CO₂ oluştururlar. Bu bileşenler, peynirin olgunlaşması sırasındaki organoleptik özelliklerin oluşmasına katkıda bulunmakta ve oluşan CO₂ ise bu peynir çeşitlerindeki tipik göz oluşumunu sağlamaktadır (Metin, 2014; Gagnaire ve ark., 2015). *Pro. freudenreichii* subsp. *freudenreichii* ve *Pro. freudenreichii* subsp. *shermanii* en yaygın olarak kullanılan türler olmakla birlikte saf kültür olarak çoğunlukla *Pro. freudenreichii* subsp. *shermanii* suşu kullanılmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011). Türkiye'de ise Mihaliç ve Gravyer peynirlerinin endüstriyel olarak üretiminde PAB sekonder kültür olarak kullanılmaktadır (Topuk ve Sezer, 2015, Oğuz ve Andiç, 2019).

KAYNAKLAR

- Albayrak, Ç. B. (2017). Antifungal Aktivite Üreten Laktik Asit Bakterileri. *ADÜ Ziraat Dergisi*, 14(1): 79-85.
- Arıcı, M. (2017). Fermentasyon teknolojisi, bitkisel fermentasyonlar. 30 Kasım 2020 tarihinde Yıldız Teknik Üniversitesi: <https://avesis.yildiz.edu.tr/resume/downloadfile/muarici?key=4f4b9783-2e97-48bd-ad8c-24659620e500> adresinden alındı.
- Batt, C. A. (2014). Lactococcus / Introduction, C. Batt, P. Patel içinde, *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 2 (s. 439-441). The USA: Academic Press. Behera S. S., Ray, R. C., Das U., Panda, S. K., Saranraj, P. 2019. Microorganisms in Fermentation. A. Berenjian içinde, *Essentials in Fermentation Technology* (s. 1-39), Switzerland AG: Springer Nature.
- Bender, R. A. (2013). Glycolysis, S. Maloy, K. Hughes içinde, *Brenner's Encyclopedia of Genetics*, Academic Press.
- Beresford, T. P. (2003). Non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) and cheese quality. Dairy processing: Improving quality, 448-469.

- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G., & Simov, Z. (1998). Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 20(3), 180-186.
- Björkroth, J., Dicks, L. M., Endo, A., H. Holzapfel, W. (2014). The genus *Leuconostoc*. *Lactic acid bacteria: Biodiversity and taxonomy*, 391-404.
- Böck, A. (2009) . Fermentation, M. Schaechter içinde, *Encyclopedia of Microbiology*, (s. 132-144), thr UK: Elsevier Inc.
- Caplice, E., Fitzgerald, G. F. (1999). Food Fermentations: Role of Microorganisms in Food Production and Preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 131-149.
- Carr, F. J., Chill, D., Maida, N. (2002). The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. *Critical Reviews in Microbiology*, 28(4), 281-370.
- Çakmakçı, A. G. K., Sağlam, H., Çakmakçı, M. L. 2020. Endüstriyel Mikroorganizmalar. Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi (Ed. Osman E., Hüseyin E., Hidayet S). Nobel Yayınları.
- Çankaya, A., Tangüler, H. (2018). Şalgam Suyu Üretiminde Gerçekleştirilen Havuç Fermentasyonu Sırasında Mikrobiyal Değişim Üzerine Sıcaklığın Etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(6), 749-755.
- De Angelis, M., Gobbetti, M. (2016). *Lactobacillus* spp.: General Characteristics, G. W. Smithers içinde, *Reference Module in Food Science* (s. 1-12). Elsevier.
- de Fernando, G. G. (2011). *Enterococcus* in Milk and Dairy Products. In: Lactic Acid Bacteria, pp. 153-159.
- de LeBlanc, A. D. M., Luerce, T. D., Miyoshi, A., Azevedo, V., LeBlanc, J. G. (2018). Functional Food Biotechnology: The Use of Native and Genetically Engineered Lactic Acid Bacteria, D. Barh, V. Azevedo içinde, *Omics Technologies and Bio-Engineering Towards Improving Quality of Life*, Volume 2 (s. 105-128), London: Academic Press, London.
- Domingos-Lopes, M. F. P., Stanton, C., Ross, P. R., Dapkevicius, M. L. E., Silva, C. C. G. (2017). Genetic Diversity, Safety and Technological Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Artisanal Pico Cheese. *Food Microbiology*, 63: 178-190.
- Erten H., Tangüler H. 2016. Fermente Bitkisel Ürünler, N. Aran içinde, Gıda Biyoteknolojisi (s. 243-278), Ankara :Nobel Akademik Yayıncılık.
- Franz, C. M. A. P., Holzapfel, W. H. (2006). Enterococci, Y. Motarjemi M. Adams içinde, *Emerging Foodborne Pathogens* (s. 557-613), England: Woodhead Publishing.
- Gagnaire, V., Jardin, J., Rabah, H., Briard-Bion, V., Jan, G. (2015). Emmental Cheese Environment Enhances *Propionibacterium freudenreichii* Stress Tolerance. *PLoS One*, 10(8): e0135780.
- Giraffa, G. (2002). Enterococci from Foods. *FEMS Microbiology Reviews*, 26(2), 163-171.
- Hayaloğlu, A., Özer, B. (2011). *Peynir Biliminin Temelleri*. İzmir: Sidas Medya.
- Hemme, D., Foucaud-Scheunemann, C. (2004). *Leuconostoc*, Characteristics, Use in Dairy Technology and Prospects in Functional Foods. *International Dairy Journal*, 14(6), 467-494.
- Hammes W. P., Vogel R. F. (1995) The Genus *Lactobacillus*, B. J. B. Wood, W. H. Holzapfel içinde, The Genera of Lactic Acid Bacteria. The Lactic Acid Bacteria, vol 2. Boston: Springer.
- Hammes, W. P., Hertel, C. (2009). Genus I. *Lactobacillus* Beijerinck 1901, 212AL. In: Bergey's manual of systematic bacteriology. The Firmicutes. Second edition ed. New York: Springer.
- Hutkins, R. W. (2006). Fermented Vegetables. *Microbiology and Technology of Fermented Foods*, 223-259.
- İşleroğlu, H., Yıldırım, Z., Yıldırım, M. (2008). Yöresel peynirden antimikrobiyal aktiviteye sahip laktik asit bakterisinin izolasyonu ve tanısı. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 1-6.
- Kılıç, S., (2010). Süt mikrobiyolojisi. Sidas Medya, İzmir, 643.
- Kılıç, S. (2014). Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, Türkiye, s. 451.
- Narvhus, J. A., Axelsson, L. (2003). Lactic Acid Bacteria içinde, *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Academic Press.
- Ogier, J. C., Casalta, E., Farrokh, C., Saïhi, A. (2008). Safety Assessment of Dairy Microorganisms: The *Leuconostoc* Genus. *International journal of food microbiology*, 126(3), 286-290.
- Oğuz, Ş., Andiç, S. (2019). Peynir üretiminde kullanılan starter kültürler. *Gıda*, 44(6), 1174-1196.
- Önal-Darılmaz, D. (2010). Geleneksel Türk peynirlerinde propiyonik asit bakteri türlerinin belirlenmesi ve bazı probiyotik özelliklerinin araştırılması. *Gazi University*.
- Özer, E., Kesenkaş, H. (2012). Propiyonik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve Tanımlanması. *Akademik Gıda*, 10(1): 92-96.
- Öztürkcan, A., Acar, S. (2017). Yaygın Olarak Kullanılan Antimikrobiyal Gıda Katkı Maddeleri ile İlgili Genel Bir Değerlendirme. *IGUSABDER*, 1, 1-17.
- Pamir, H. (1985), *Fermentasyon Mikrobiyolojisi*, Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Parente, E., Guidone, A., Matera, A., De Filippis, F., Mauriello, G., Ricciardi, A. (2016). Microbial Community Dynamics in Thermophilic Undefined Milk Starter Cultures. *International Journal of Food Microbiology*, 217: 59-67.

- Picon, A. (2018). Cheese Microbial Ecology and Safety, P. Papademas, T. Bintsis içinde, *Global Cheesemaking Technology: Cheese Quality and Characteristics* (s. 71-99). The UK West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Sağlam, H., Çakmakçı, A. G. K., ve Çakmakçı, M. L. (2020), Fermentasyon Teknolojisine Giriş. O. Erkmén, H. Erten, H. Sağlam içinde, *Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi* (s. 1-30), Ankara: Nobel Yayınları.
- Satıcı, M. 2021. Çeşitli Hammaddelerden Üretilen Ev Yapımı Sirkelerin Fizikokimyasal ve Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi ile Bazı Gıda Kaynaklı Patojen Mikroorganizmaların Canlı Kalma Durumları Üzerine Etkilerinin Tespiti. Giresun Üniversitesi, Biyosürec Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Sengun, I. Y., Karabiyikli, S. (2011). Importance of acetic acid bacteria in food industry. *Food control*, 22(5), 647-656
- Spector, M. P. (2009). Metabolism, Central (Intermediary), M. Schaechter içinde, *Encyclopedia of Microbiology* (Third Edition), Academic Press.
- Sun Z, Dan J, Zhang W, Zhang H (2014). Phylogenesis and Evolution of Lactic Acid Bacteria, H. Zhang, Y. Cai içinde, *Lactic Acid Bacteria* (s. 3-29). London: Springer.
- Stiles, M. E., Holzapfel, W. H. (1997). Lactic Acid Bacteria of Foods and Their Current Taxonomy. *International Journal of Food Microbiology*, 36(1), 1-29.
- Švec, P., Franz, C. M. (2014). The genus *Enterococcus*, W. H. Holzapfel, B. J. B. Wood - içinde, *Lactic acid bacteria: biodiversity and taxonomy*, 175-211.
- Şengün, İ. Y. (2011). Lactic Acid Bacteria Used in The Production of Fermented Foods. *Biological Diversity and Conservation*, 4(1), 42-53.
- Taban, B. M., Halkman, H. D., Halkman, A. K. (2014). Microflora Of The Intestine | Biology of the *Enterococcus* spp. içinde, *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 2 (s. 652-657). The USA: Academic Press.
- Toit, M. D., Huch, M., Cho, G. S., & Franz, C. M. (2014). The genus *Streptococcus*. *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*, 457-505.
- Tokatlı, M. 2013. Ankara Çubuk Yöresi Turşularından İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanmaları, Teknolojik ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Starter Olarak Kullanılma Olanaklarının Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Tunail, N. (2009). *Mikrobiyoloji*, Ankara: Palme Yayıncılık.
- Türker, M. 1998. Modern Biyoteknolojinin 19. Yüzyıl Kökleri: Zaymoteknoloji. Üçüncü Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 1-4 Eylül 1998, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Widyastuti, Y., Febrisiantosa, A. (2014). The Role of Lactic Acid Bacteria in Milk Fermentation. *Food and Nutrition Sciences*, 5(4): 435-442.
- Yamada, Y., Yukphan, P. (2008). Genera and species in acetic acid bacteria. *International journal of food microbiology*, 125(1), 15-24.
- Yetiman, A. E. 2012. Sirke Mikrofilorasındaki Asetik Asit Bakterilerinin Moleküler Teknikler ile Tanımlanması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Valera, M. J., Laich, F., Gonzalez, S. S., Torija, M. J., Mateo, E., Mas, A., (2011). Diversity of Acetic Acid Bacteria Present in Healthy Grapes from The Canary Islands. *International Journal of Food Microbiology*, 151; 105-112.

KALIN ÇELİK SAÇLARDA DAR ARALIK KAYAK UYGULAMALARI

İsmail Kuzu

Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makina Mühendisliği Bölümü
ismailkuzu@gmail.com

Özet

Kalın etli saçların kaynağının yapılması gerektiği durumlarda, kaynak ağzı açısı çok önemlidir. Kaynak ağzı açısının fazla açılması, kaynak miktarının ve ısı girdisi miktarının artmasına neden olmaktadır. Kaynak miktarının artması ise zaman ve maliyet açısından kayıplarına sebep olmaktadır. Ayrıca gerekenden daha büyük kaynak dikişleri, bağlantıda gerilme yığılmalarına neden olarak özellikle bağlantının yorulma dayanımını azaltmaktadır. Kaynak ağzı açısının düşük açılması, kaynak bölgesine kaynak torcunun ulaşmamasına ve kök pasosunun düzgün oluşturulmaması (yetersiz nüfuziyet) gibi olumsuz sonuçları ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda tam penetrasyon kaynağının yapılması imkansız hale gelmektedir. Yetersiz nüfuziyet, uygun olmayan kaynak ağzı ve aşırı kalın malzemeden kullanımından kaynaklanmaktadır. Kaynak ağzı hazırlığı veya kaynak ağzı form tasarımı, kaynak dikişinin en altına kadar erişime müsaade ederken, uygun iş parçası-nozul arası mesafeyi de sağlamalı ve düzgün bir ark karakteristiği oluşturmalıdır. Bu çalışmada deneysel verilerle kaynak ağzı açısının kalın etli saçlardaki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 30 derecelik kaynak ağzı uygulamasında 45 dereceye göre daha az kaynak teli kullanıldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaynak Kaynak Ağzı Açısı, Nüfuziyet,.

NARROW GEAR WELDING APPLICATIONS ON THICK STEEL PLATES

Abstract

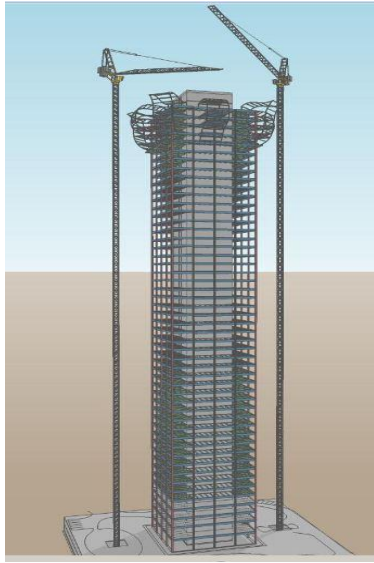
Welding angle is very important in cases where thick meaty hair needs to be welded. Excessive opening of the bevel angle causes an increase in the amount of weld and the amount of heat input. The increase in the amount of resources also causes (reason) losses in terms of time and cost. In addition, larger than necessary weld seams cause stress concentrations in the joint, especially reducing the fatigue strength of the joint. Low opening of the bevel angle causes negative results such as the welding torch not reaching the weld area and the root pass not being formed properly (insufficient penetration). In this case, full penetration welding becomes impossible. Insufficient penetration is due to the use of unsuitable welds and excessively thick material. Bevel preparation or bevel form design should allow access to the bottom of the weld seam, while providing the appropriate workpiece-nozzle distance and creating a smooth arc characteristic.

Keywords: Welding, Welding Angle, Penetration,.

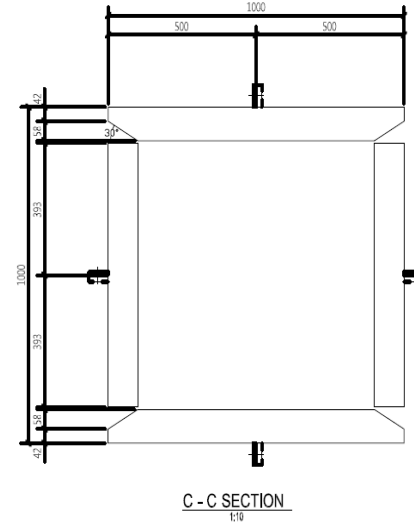
1. GİRİŞ

Kalın etli saçlarda kaynak yapılması gerektiği durumlarda kaynak ağzı açısı çok önemlidir. Kaynak ağzının fazla açılması, kaynak miktarının artmasına neden olmaktadır. Bu da zaman ve maliyet kayıplarına neden olmaktadır. Kaynak ağzının düşük açılması, kaynak bölgesine kaynak torcunun ulaşmamasına ve kök pasosunun düzgün yapılmamasına neden olmaktadır. Bu durumda tam penetrasyon kaynak yapmak imkansızdır. Bu malzemeler Bakü de yapılan 277 metre yüksekliğinde bir gökdelenin kolonlarıdır. (Şekil.1) Kolon ebatları 1000 mm*1000 mm ve kolon boyu 4400 mm dir.

(Şekil. 2a, Şekil.2 B)Kolonlar imalathanede 4.400 mm boyunda hazırlanmış, tabanlarına kaynak ağzı açılarak, şantiye sahasına sevk edilmiştir. Birleşim kaynakları şantiye sahasında %100 penetrasyon sağlanarak yapılmıştır.



Şekil:1 Gökdelen Kesit Görünüşü



Şekil. 2 A Kolon Görünüşü

2. MATERYAL VE METOD

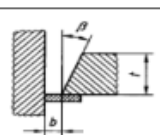
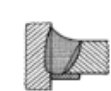
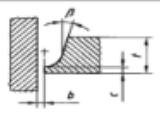
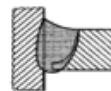
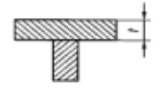

Malzemeler 80 mm ve 100 mm kalınlıklarında saçların alın altına kaynakları ve köşe kaynaklarını kapsamaktadır. İncelenen malzemeler S 355 J2N kalitesindedir. Saçların kalınlığı 100 mm ve 80 mm 'dir. Kolonlar kutu kesitli olarak dizayn edilmiştir. Kaynak ağız 30 derece açılmıştır. 30 derece kaynak ağız açılan malzemelerin kök kaynakları için sinerji kaynak makinaları kullanılmıştır. Kullanılan sinerji kaynak makinaları ayrıca incelenecektir. Projenin bizden istediği tüm kaynakların tam penetrasyonlu olarak yapılmasıdır. Kaynak ağzının belirlenmesinde " TS EN 9692-1 Kaynak Ağız Seçimi standartında" belirlenen 1.10 referans nolu madde kullanılmıştır. (Şekil-3)Bu referansta 16 mm den kalın, tek taraftan eğimli alın kaynağı detayı kullanılmıştır. Kullanmış olduğumuz malzeme kalınlığı 80 mm, b aralık ölçüsü 7 mm ve kaynak ağız açısı 30 mm dir.

ICS 25.160.40

TÜRK STANDARDI

TS EN ISO 9692-1/Mart 2005

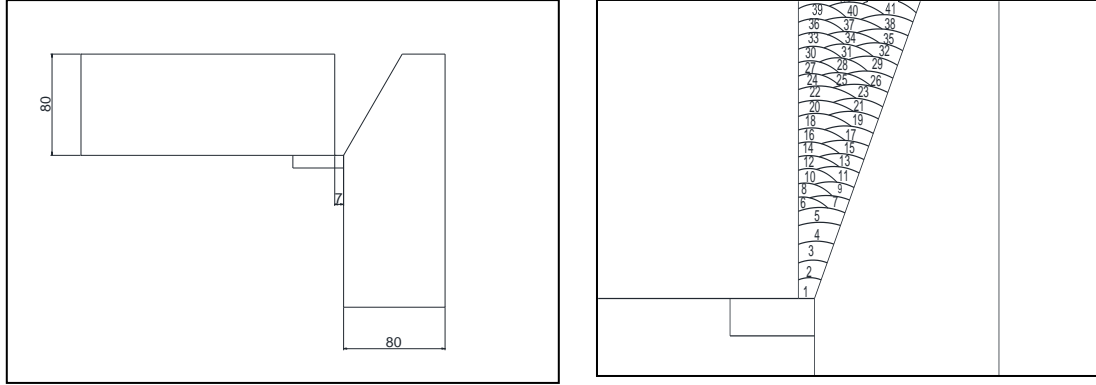
Çizelge 1' in devamı

Referans No.	Malzeme kalınlığı t mm	Kaynak ağızı tipi	Sembol (ISO 2553'e göre)	Enine kesit	Boyutlar				Tavsiye edilen kaynak işlemi (ISO 4063'e göre referans no)	Kaynak resmi	Notlar
					Açı ^{a)} α,β	Aralık ^{b)} b mm	Kök yüzeyi kalınlığı c mm	Nüfuziyet derinliği h mm			
1.10	>16	Tek taraftan dik eğimli alın kaynağı	L		15°≤β≤60°	6< b ≤ 12 ≈12	-	-	111 13 141		Altıkkı
1.11	>16	Tek taraftan J alın kaynağı	J		10°≤β≤20°	2≤ b ≤ 4	1≤ c ≤ 2	-	111 13 141		-
1.12	≤ 15 ≤ 100	Köt iç köşe kaynağı	- ^{c)}		-	-	-	-	52 51		-

Şekil.3 TS E ISO 9692-1 Kaynak Ağız Seçimi

Belirtilen toleransta kaynak ağız açısı 15-60 derece aralığında ve kök boşluğu 12 mm olarak istenmektedir. Yapmış olduğumuz denemelerde b =7 mm, ve kaynak ağız açısının 30 derece olduğu durumda kaynak yapılabileceği saptanmıştır. Fabrika ortamında yapılacak kaynaklar için ilk 4 paso

gazaltı kaynak yöntemi, 45 paso kaynak ta tozaltı yöntemi ile yapılmıştır. 410 mm boyundaki test parçası için kaynak parametreleri ve süreler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. (Şekil.4)



Paso	Yöntem	Amper(A)		Volt(V)		Mesafe(mm)	Saniye(sn)	Katsayı(k)	Isı girdisi(Q)	Ön Isı(C°)
1	135	260	260	30,8	30,8	410	117	0,8	1,83	50
2	135	300	310	32,8	32,8	410	92	0,8	1,80	50
3	135	303	313	32,8	32,8	410	125	0,8	2,46	50
4	135	310	320	33,2	33,2	410	130	0,8	2,65	50
5	121	500	500	29	29	410	86	1	3,04	50
6	121	500	500	29	29	410	87	1	3,08	80
7	121	500	500	29,9	29,9	410	85	1	3,10	100
8	121	500	500	29	29	410	88	1	3,11	110-120
9	121	530	530	30	30	410	93	1	3,61	110-120
10	121	500	500	29	29	410	83	1	2,94	110-120
11	121	550	550	31	31	410	95	1	3,95	110-120
12	121	530	530	29	29	410	95	1	3,56	110-120
13	121	580	580	31	31	410	98	1	4,30	110-120
14	121	530	530	29	29	410	88	1	3,30	50
15	121	600	600	32	32	410	101	1	4,73	80
16	121	530	530	30	30	410	90	1	3,49	100
17	121	600	610	32	32	410	98	1	4,63	110-120
18	121	550	560	30	30	410	92	1	3,74	110-120
19	121	600	610	32	32	410	100	1	4,72	110-120
20	121	550	550	30	30	410	94	1	3,78	110-120
21	121	600	610	32	32	410	94	1	4,44	110-120
22	121	550	560	30	30	410	89	1	3,61	110-120
23	121	600	610	32	32	410	96	1	4,53	50
24	121	500	560	29	29	410	76	1	2,85	80
25	121	600	610	31	31	410	82	1	3,75	100
26	121	600	610	32	32	410	84	1	3,97	110

27	121	550	550	29	29	410	81	1	3,15	110-120
28	121	600	600	32	32	410	91	1	4,26	110-120
29	121	600	600	32	32	410	81	1	3,79	110-120
30	121	550	550	29	29	410	83	1	3,23	110-120
31	121	630	630	32	32	410	94	1	4,62	110-120
32	121	630	630	32	32	410	95	1	4,67	110-120
33	121	550	550	29	29	410	97	1	3,77	110-120
34	121	640	640	33	33	410	92	1	4,74	110-120
35	121	600	600	31	31	410	100	1	4,54	110-120
36	121	550	550	29	29	410	97	1	3,77	110-120
37	121	630	630	32	32	410	96	1	4,72	110-120
38	121	630	630	32	32	410	97	1	4,77	110-120
39	121	550	550	30	30	410	103	1	4,15	110-120
40	121	630	630	32	32	410	102	1	5,02	110-120
41	121	630	630	32	32	410	90	1	4,43	110-120
42	121	600	600	31	31	410	77	1	3,49	110-120
43	121	600	600	31	31	410	84	1	3,81	110-120
44	121	600	600	31	31	410	86	1	3,90	110-120
45	121	600	600	31	31	410	78	1	3,54	110-120

TOPLAM.....

4.182

Saniye

70

Dakika

$$Q = k \cdot (E \cdot I \cdot 60 \cdot v \cdot 1000) \text{ (kg/m)}$$

Şekil.4 Test parçası kaynak parametreleri

2. Kullanılan Kaynak Makinaları

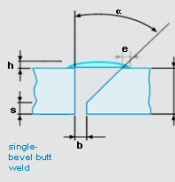
- Gazaltı kaynağı yayıpmak için sinerji özellikli kaynak makinaları kullanılmıştır. Sinerji kaynak makinaları:
- MIG (GMAW-P) kaynak işleminin darbeli olarak yapar. Her darbe (vuruda) elektrodun uç kısmında metal damlası meydana gelir.
- Kaynak esnasında damlayı karşı kaynak bölgesine itmek için gerekli akım oluşturulur.
- Sinerji makinalarında ana metal , elektrot çapı koruyucu gaz parametrelerinin seçimi sinerjik kontrol ile yapılır.
- Kullanılacak tüm parametrelerin programı (voltaj, tel hızı, malzeme cinsi, tel çapı, koruyucu gaz) kaynaktan önce tamamlanır.
- Bu makinalarda aşırı ısınma, şebeke , tel besleme, torç soğutma, gaz akış hataları oluştuğunda makina uyarı verir.
- Kaynak akımı, tel besleme hızına bağlı olarak belirlenir ve malzeme cinsine uyumlu olması sağlanır.
- Tel hızı artar ise akım şiddeti de artar ve ark boyu kısalmır. Tel hızı azalır ise akım şiddeti azalır ve ark boyu uzar.
- Kısacası bu sistemlerde tel besleme oranı ile akım şiddeti arasındaki ilişkiye bağlı olarak ark uzunluğu dengelenir.
- Kaynak parametreleri belirlemek için tablolar oluşturulur. Bu sayede en uygun kaynak dikişi elde edilir.
- Bu sistemin artıları tel elektrottan ergiyen damlaların kaynak banyosuna geçişin Temel ve darbe akım şiddetine göre iki farklı hızda gerçekleştirmesidir. Darbe akımı sırasında pik akımda kaynak metali hızlı bir şekilde ergir ve kaynak banyosu spreylenir.

3. Bulgular ve Tartışma

- Kaynak ağız açısı özellikle kaynak miktarının çok olduğu durumlarda önemlidir.
- Aşağıda aynı malzemenin 1 metre kaynağı için kullanılan kaynak miktarları verilmiştir.
- 80 mm kalınlığında malzeme için 30 derece kaynak ağızı açıldığında 19.15 kg kaynak teli harcanmış, 45 derece kaynak ağızı açıldığında 29.84 kg kaynak kullanılmıştır.
- Kaynak teli ağırlığında

$19.15/29.84=0,64$
yani %36 az kaynak teli kullanılmıştır.

Step 3: Enter your values for the calculation



Please use decimals separated by a dot!

sheet thickness (t) 80 mm seam length (l) 1 m
root gap (b) 7 mm penetration (a) 2 mm
depth of root face (s) 1.0 mm Steel (7.85 g/cm³)
reinforcement (h) 2 mm weld preparation angle (α) 30

seam cross section 2479 cm² volume 2479 cm³
cap pass cm³
seam weight 19.15 kg total volume 2479 cm³

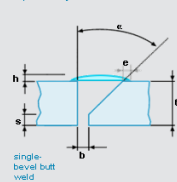
Calculate requirement

Step 4: Calculation of welding material required

wire diameter 0.8 mm
loss / gain 0%

Based on your details, the following values were calculated:
weight of weld: 19.15 kg
filler metal requirement: 19.15 kg ≈ 4,853 m wire electrode

Step 3: Enter your values for the calculation



Please use decimals separated by a dot!

sheet thickness (t) 80 mm seam length (l) 1 m
root gap (b) 7 mm penetration (a) 1 mm
depth of root face (s) 1.0 mm Steel (7.85 g/cm³)
reinforcement (h) 2 mm weld preparation angle (α) 45

seam cross section 3181 cm² volume 3181 cm³
cap pass cm³
seam weight 29.84 kg total volume 3181 cm³

Calculate requirement

Step 4: Calculation of welding material required

wire diameter 0.8 mm
loss / gain 0%

Based on your details, the following values were calculated:
weight of weld: 29.84 kg
filler metal requirement: 29.84 kg ≈ 7,562 m wire electrode

4. Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmada kaynak açzı açısının toplam kaynak miktarına etkileri araştırılmıştır. Buna göre kaynak açzı 30 derece de ki çalışmada 81.808 kg kaynak kullanılırken 45 derecede 127.476 kg kaynak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Projede kullanılan dikey kaynak (Fabrika kaynağı)
Toplam kule yüksekliği : 218 metre
Toplam Kolon sayısı : 4 adet
1 kolondaki köşe sayısı : 4
Toplam Dikey Kaynak Miktarı: 218 * 4 *4= 3.488 metre
- Projede kullanılan yatay kaynak (Şantiye kaynağı)
Toplam Kat Sayısı : 49
1 katta kolon sayısı : 4 adet
1 kolonda toplam kaynak : 4 metre

Toplam Yatay kaynak miktarı: 49 *4*4=784 metre

- Toplam Kaynak Miktarı:
3.488 m+ 784 m =4.272 metre
- 30 derece kaynak açzı kullanımında toplam kaynak ağırlığı:
4.272 m*19.15 kg /m =81.808 kg
- 45 derece kaynak açzı kullanımında toplam kaynak ağırlığı:
4.272 m* 29.84 kg/m =127.476 kg

Kaynaklar

TS EN ISO 9692-1 Kaynak Açzı Seçimi
Woestalpine Böhler Welding – Welding Calculator
Makine Tek Sinerji kontrollü darbeli MIG kaynak Kontrolü

AZERBAIJAN VE TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMININ KARŞILAŞTIRILMASI

PİKAKHANIM AHLIMANOVA

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
pikeahlman@gmail.com , ORCID: 0000-0002-4969-5160

Özet

İnsanın oluşumu, gelişimi, doğa ile teması ve benzeri durumlar yavaş ilerleyen bir süreç olmakla birlikte, binlerce yılı kaplamıştır. İnsanoğlunun doğanın güçleri karşısında çaresizliği kaçınılmazdı. İnsanlar kendilerini soğuktan, vahşi hayvanlardan korumanın yollarını ararken, başlangıçta yanlış yollara başvursalar da, daha sonrasında yıldırım çarpması sonucu yanan ağaçtan ateş edinmiş ve onu korumaya çalışmışlardır. Daha sonra ateşi devamlı yakmayı öğrenmiştir. Yıllar geçtikçe insanlar gelişmiştir ve bu gelişim de enerjinin farklı türlerinin bulunmasına neden olmuştur. İnsanlar geliştikçe daha çok kendilerini düşünmeye başlamış olup, bu süreçte kullanılan malzemelerin Dünya'ya zararlı olup olmaması sorgulanmamıştır. Bilim insanları araştırmalar yaparak kullanılan fosil yakıtların belirli bir süreçten sonra tükeneceğinin farkına varmıştır. Bununla beraber tükenmeyen, kendini yenileyebilen yeni enerji kaynakları bulmaya çalışmışlardır. Yeni enerji kaynakları arama sonuçları olumlu olmakla beraber bilim insanlarını endişelendiren yeni sorunlar ortaya çıkarmaya başlamıştır. Bu sorunlardan biri de kullanılan fosil yakıtların doğaya, dolayısıyla insanlara da zararlı olmasıdır. Doğayı, dolayısıyla insanları tehdit eden sorunları çözmek için gelişmiş ülkeler yeni kararlar alarak, anlaşmalar hazırlamış ve çoğu ülke de bu anlaşmalara dahil olmuştur. Bu anlaşmalardan biri de Paris Anlaşmasıdır. Bu anlaşma küresel iklim değişikliğini tetikleyen sera gazı emisyonlarının ve benzeri atık ürünlerinin azaltılması ve yok edilmesi yönündedir. Paris Anlaşmasına katılan ülkeler listesinde Azerbaycan ve Türkiye'de mevcuttur. Bu araştırmada, Azerbaycan'da ve Türkiye'de kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiş ve aynı zamanda da karşılaştırılması yapılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Azerbaycan'da Yenilenebilir Enerji, Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Enerji Kullanımı, Yenilenebilir Enerji.

COMPARISON OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN AZERBAIJAN AND TURKEY

Abstract

Although the formation of man, his development, his contact with nature and similar situations are a slow progressing process, it has taken thousands of years. The helplessness of mankind in the face of the forces of nature was inevitable. While people were looking for ways to protect themselves from the cold and wild animals, although they initially resorted to wrong ways, they later caught fire from the burning tree as a result of lightning strike and tried to protect it. Later, he learned to keep the fire constantly burning. Over the years, people have evolved, and this development has led to the discovery of different types of energy. As people developed, they began to think more about themselves, and it was not questioned whether the materials used in this process were harmful to the Earth. Scientists have realized that the fossil fuels used by doing research will run out after a certain period. However, they have tried to find new energy sources that are inexhaustible and can renew themselves. Although the results of the search for new energy sources are positive, it has started to reveal new problems that worry scientists. One of these problems is that the fossil fuels used are harmful to nature and therefore to humans. In order to solve the problems that threaten nature and therefore people, developed countries have taken new decisions and prepared agreements and most countries have been included in these agreements. One of these agreements is the Paris Agreement. This agreement is for the reduction and elimination of greenhouse gas emissions and similar waste products that trigger global climate change. It is available in Azerbaijan and Turkey in the list of countries participating in the Paris Agreement. In this research, renewable energy sources used in Azerbaijan and Turkey were examined and at the same time a comparison was made.

Keywords: Renewable Energy in Azerbaijan, Renewable Energy Energy Use in Turkey, Renewable Energy.

1. GİRİŞ

İnsanların varoluşundan bu güne hep enerji ihtiyaçları mevcut olmuştur. İlker insanlar ateşi bularak kendilerine enerji kaynağı sağlamıştır. Bildiğimiz gibi, enerjinin korunumu yasasına göre enerjinin farklı türleri vardır. Termodinamik yasasının 1. Kanununa göre ‘ Enerji yok edilemez veya yoktan var edilemez; bir türden başka türe geçiş yapar.’ Bu nedenle yıllar geçtikçe insanlar yeni enerji kaynakları veya türleri bularak kendilerine daha da konforlu ve sürdürülebilir hayat yaratma çabasına girmişlerdir. Modern zamanlarda sanayi ve tarımın hızlı kalkınması nüfus artışı ve insanların yaşam standartlarını göz önünde bulundurduğumuzda enerji tasarruflu ev aletlerinin kullanımının artmasını, organik ve inorganik yakıtlara olan taleplerin keskin artışı tetiklediğini görmekteyiz. Doğal yakıt rezervlerinde azalma, çeşitli nedenlerle fiyatların değişikliği, yakma sırasında çevreye verilen zararlar dahil olarak yenilenebilir enerji kaynakları gibi faktörlerin ihtiyacı artırmıştır.

Petrol, gaz, kömür vb. bol ve ucuz yakıtlar var olduklarında yenilenebilir enerjilere ihtiyaç duyulmamış, bundan dolayı bu kaynakların kullanımına ilgi azdı. Çünkü, diğer enerji taşıyıcılarına kıyasla yenilenebilir enerji kullanımı, önemli ölçüde daha pahalıydı. Fakat şuanda, koşullar tamamen yenilenebilir enerjilerin lehine değişmiştir. Bu durumun oluşumu ile rejeneratif güç sistemlerinde kullanılan cihazlar iyileştirilerek, kullanımı için gerekli yeni, ucuz ve kaliteli malzemelerin üretimine ağırlık verilmiş, böylece otomasyon ve kontrol mekanizmalarının güncellenmesi sağlanarak çevre temizliğine gösterilen dikkatin keskin bir şekilde artmasına neden olmuştur. Böylece, yenilenebilir enerjinin kullanımı daha ucuz, organik ve inorganik yakıtların kullanımı daha pahalı hale gelmiştir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına artan ilgi, bu alana yönelik tutumları tamamen değiştirmiştir. Bu değişim ile beraber farklı ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına teşvik etmek için özel programlar geliştirilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları insanlar için belirli bir zaman diliminde farklı enerji türleri sağlama yeteneğine sahiptir. Alternatif enerji kaynağı olarak yenilenebilir enerji kaynakları daha çevreci oldukları için araştırma, kullanım yolları, doğa üzerindeki etkileri vb. konular günümüzde çok yaygındır. Yaşadığımız çağa baktığımız zaman enerjinin hayatımızın bir parçası olduğunu ve neredeyse onsuz yaşamın olmadığını görmekteyiz. Doğal kaynakların tükenmesi durumunda başka enerji kaynakları olmazsa, yaşam durur.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Geleneksel olmayan, yenilenebilir enerji kaynaklarının olasılıkları çok fazladır. Bu kaynaklar arasında Güneş, gezegen, jeotermal sular, rüzgarlar, kabarma ve çekme enerjisi, nehirler, biyogaz, hidrojen, biyokütle ve yakıt hücreleri enerjisini örnek verilebiliriz (Cəlilov M.F., 2009). Bu enerjilerin insanların yaşam koşullarındaki önemi enerji dağıtımının iyileştiği ve enerji talebinin keskin bir şekilde arttığı son zamanlarda daha da artmaya başlamıştır.

2.1. Güneş Enerjisi

Dünya başına düşen yıllık güneş enerjisi miktarı $3,9 \cdot 10^{24}$ C veya $1,08 \cdot 10^{18}$ kWh x saat-tır. Bazı kaynaklarda bu miktar $1,57 \cdot 10^{18}$ kWh x saat gösterilir (Cəlilov M.F., 2009). Bu yer yüzünde kullanılan diğer birincil enerji türlerinin yaklaşık 10.000 katı, enerji rezervlerinin insanların emrindeki tüm türlerin toplamından daha fazlasıdır. Ancak, yere düşen bu tür enerjinin yoğunluğu onun toplam miktarına göre çok küçüktür. Örneğin, Dünya'nın güneş enerjisi Yüzey alanı başına ortalama yoğunluk 1 kW/m^2 civarındadır ve bu değer farklı nedenlerden dolayı değişkenlik gösterebilmektedir. (Cəlilov M.F., 2009) Güneş enerjisinin kullanımı aktif ve pasif kullanım olarak ikiye ayrılır. Aktif şekilde kullanım doğrudan ve dolaylı olarak 2 sınıfa bölünür. Doğrudan yolla kullanım için Güneş enerjisi konsantrasyonunu yükselten cihazlar (yoğunlaştırıcılar), aşağı sıcaklıktaki termal Güneş cihazlarını ve fotovoltaik elemanları örnek olarak gösterebiliriz. Güneş ışınlarını toplayarak enerji konsantrasyonunu artıran cihazlara paraboloid şekilli cihazlar, kule şekilli kollektörler ve paraboloid aynalar yoğunlaştırıcılara örnek olarak gösterilebilir (Öztürk H.,2013).

Düşük sıcaklıklı termal güneş enerjisi tesisatları genellikle evlerde ısıtma veya sıcak su temini için uygulanır (Öztürk H.H.,2013). Güneş enerjisinin yeryüzüne düştükten sonra doğaya etkisi diğer

yenilenebilir enerji kaynaklarına neden oluyor. Onlara örnek olarak hidroelektrik, biyokütle enerjisi, yeraltı suyu kaynakların enerjisini gösterebiliriz. Güneş enerjisinden pasif kullanım olanaklarından biri binaların mimari tarzını dikkate alarak onun enerjisinden maksimum kullanım olanakları sağlamak ve şeffaf bir ısı yalıtım malzemesinden yararlanmaktır. Diğer amacı sera etkisi yaratmak ve biriken güneş enerjisinden çeşitli amaçlarla kullanmaktır. Örnek olarak, cam cepheli evler gösterilebilir.

2.2. Rüzgar Enerjisi

Gezegimizin 1 km^2 'si başına düşen güç 500 kW 'dır. Yeryüzündeki tüm rüzgarlardan oluşabilecek gücü elektrik jeneratörlerinin türbinlerine aktarılabilseydi yılda 80 milyar tonlarca geleneksel yakıt tasarrufu sağlanabilirdi. Kaba hesaplara göre, Dünya'da rüzgar yarattığı ortalama güç $20 \div 35 \text{ TVt}$ ($20 \div 35 \cdot 10^9 \text{ kW}$) aralığında derecelendirilmiştir (Cəlilov M.F., 2009). Genel olarak, rüzgar hızına bağlı olarak onun isimlendirilmesi farklı oluyor. Hafif rüzgar hızı $5 \div 8 \text{ m/s}$; güçlü rüzgar hızı $14 \div 20 \text{ m/s}$; fırtına süresi $20 \div 25 \text{ m/s}$; kasırgadaki rüzgar hızı 30 m/s 'dir. Beaufort ölçeğinde rüzgarın etkisi noktalarla belirlenir ve tahmini $0 \div 12$ arasında değişir (Cəlilov M.F., 2009).

2.3. Biyokütle Enerjisi

Güneş enerjisinin dolaylı kullanım türlerinden biri biyokütleden elde edilen enerjidir. Biyokütleler güneş enerjisinin fotosentez yoluyla kendi içlerinde birikmesi sonucunda potansiyel bir enerji kaynağı haline gelmesidir (Öztürk H.H.,2008).Biyokütle de Dünya üzerinde eşit olmayan bir şekilde dağılmıştır. Biyoküttele organik kökenli maddeler, insan yaşamı aktivitesi sonucunda oluşan atık, ölü canlı organizmalar, vb. bir örnek verilebilir.

Dünyadaki biyokütlenin yıllık miktarı yaklaşık $1.55 \cdot 10^{11}$ tondur. Bu kadar biokütleden yılda $3 \cdot 10^{21}$ Coul enerji yapılabilir. Bunun yaklaşık %1'i termal enerjiye dönüştürülür ve bu dünyadaki birincil enerji talebinin yaklaşık %11'ni karşılamaktadır (Cəlilov M.F., 2009).Gelişmekte olan ülkelerde, örneğin Habeşistan, Mozambik veya Nepal'deki biyokütleden elde edilen enerji toplam enerji talebinin büyük çoğunluğunu oluşturur, yaklaşık olarak %80 -ni oluşturmaktadır (Cəlilov M.F., 2009).Yakacak odun gibi biyokütle olarak kullanılır ve bu odunlar ağaçlardan alınmaktadır, ama ağaçların yenilenmesi uzun zaman aldığı için onlardan yakıt olarak kullanılması tavsiye edilmez. Yoğun ormansızlaşma, aynı zamanda çölleşmeye yol açabilir ki, bu da sera etkisini artırır.

2.4. Jeotermal Enerjisi

Jeotermal enerji, yeraltında var olan ısı kaynaklarının enerjisi olarak anlaşılmaktadır. İnsanlar tarafından kullanılabilir jeotermal enerji türü olarak yeryüzüne çıkan sıcak suyu veya buharın termal enerjisini bir örnek gösterebiliriz. Jeotermal enerji miktarı yaklaşık $9.96 \cdot 10^{20} \text{ C/yıl}$ veya $2,77 \cdot 10^{14} \text{ kWh / yıl}$ olarak gösterebiliriz (BP,2016). Genel olarak, Dünya gezegeninin çekirdeğindeki sıcaklığın değeri 6600°C 'ye ulaşır (BP,2016). Dünyanın çekirdeğindeki bu sıcaklık aralığı çeşitli radyoaktif maddelerin parçalanması sonucu oluşan ve bunun sonucunda büyük miktarda ısı açığa çıkmasıyla oluşur. Dünya sıcaklığının %99'u 1000°C civarındadır. Yer kabuğunun sıcaklığı nispeten küçüktür ve derinlikle arttıkça artar (BP,2016). İnsanlar yeraltındaki enerjiyi kullanabilsinler diye onun potansiyelinin teknik ihtiyaçlarının koşullarını karşılaması gerekir. Aksi halde ısı pompalarının yardımıyla yararlanmalı veya diğer araçlar kullanılmalıdır. Jeotermal enerji kullanan ülkeler arasında Filipinler, İtalya, Meksika, Japonya, İzlanda, Yeni Zelanda ve Amerika Birleşik Devletleri bir örnek verilebilir. 2002 yılında dünyadaki jeotermal elektrik İstasyonların toplam kapasitesi yaklaşık 8.200 MW idi. Aynı yıl bu istasyonlarda $50 \text{ TVt} \cdot \text{saat}$ elektrik üretimi olmuştur (BP,2016).

3. AZERBAJYAN'DAKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE KULLANIMI

3.1. Azerbaycan'daki Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Azerbaycan yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyele sahip ülkelerden biridir. Böylece ülkenin ekonomik olarak uygulanabilir ve teknik olarak kullanılabilir yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli 3.000 MW rüzgar enerjisi, 23.040 MW güneş enerjisi, 380 MW biyoenerji potansiyeli ve 520 MW dağ nehirleri olmak üzere toplam 26.940 MW olarak değerlendirilmiştir (Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi,2020)

Azerbaycan'ın toplam elektrik üretim kapasitesi 7.516 MW ve büyük hidroelektrik santralleri dahil yenilenebilir enerji santrallerinin kapasitesi 1.278 MW olup toplam kapasitenin %17'sidir (Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi,2020). Yıllık güneşli saat sayısı, güneş radyasyonunun dağılımına bağlıdır. Azerbaycan'da yıllık güneşli saat sayısı 1800-2900 saat arasında değişmektedir. Bu gösterge, Nahçıvan AR'nin Arazboyu ovalarında (2900 saat / yıl) maksimuma ulaşır. Kür-Araz ovasında, Ceyrançöl ve Abşeron yarımadasında güneşli saat sayısı yılda 2200-2400 saattir. Büyük ve Küçük Kafkasya'nın eteklerinde ve orta dağlık bölgelerinde bulutluluğun artması nedeniyle, güneşli saat sayısı önemli ölçüde azalır. Yaylalarda bulut örtüsü azaldıkça güneşli saat sayısı tekrar artar (2100-2400 saat/yıl). En düşük güneşli saat sayısı ise alçak dağlık alanlar, Lenkeran ovası ve Şollar ovasında (1800-2000 saat/yıl) görülmektedir (Qəribov Y. ve ark., 2017). Yıllık ortalama rüzgar hızı kıyı bölgelerinde 5,4-5,8 m/s, diğer alanlarda ise 2,4-3,1 m/s'dir. Abşeron Yarımadası'nda rüzgar hızının 8 m / s'yi aşan gün sayısı 226, ülkenin diğer bölgelerinde - 20-70 gündür (Milli hidrometeorologiya Xidməti, 2021).

3.2. Azerbaycan'daki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Hidroelektrik kapasitesi 1135 MW (22 istasyon, 12 küçük hidroelektrik santrali), rüzgar enerjisi kapasitesi 66 MW (5 istasyon, 1 hibrit), biyoenerji kapasitesi 38 MW (2 istasyon, 1 hibrit), güneş enerjisi kapasitesi 40 MW (9 istasyon, 1 hibrit) olan santraller mevcuttur. Bir hibrit enerji santrali (Gobustan) rüzgar - 2,7 MW, güneş - 3 MW ve biyoenerji - 1 MW ile donatılmıştır. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde toplam 27 MW kapasiteli 2 güneş enerjisi santrali bulunmaktadır. Büyük hidroelektrik santraller hariç yenilenebilir enerji kaynaklarının 2020 yılında kurulu gücü, toplam elektrik üretim kapasitesinin %2,2'si olan 168,3 MW olarak gerçekleşti (Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi,2020).

2020 yılında ülkedeki elektrik üretimi 25,8 milyar kWh olarak gerçekleşti. Bu dönemde elektrik üretimi termik santrallerden 24,3 milyar kWh, hidroelektrik santrallerden 1.069,5 milyon kWh ve diğer kaynaklardan ise (RES, GES veb.) 343,55 milyon. kWh üretim olmuştur. Yıl boyunca, rüzgar elektrik santrallerinde 96.1 milyon kWh , güneş enerjisi santrallerinde 46,9 milyon kWh , katı evsel atık yakma tesisinde 200,6 milyon kWh elektrik üretildi. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik, toplam üretimin yaklaşık %6'sını oluşturuyor (Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi,2020). Azerbaycan Devlet Bölgeler Arası Elektrik Santrali'nin (DRES) ve Şemkir HES'in doğrudan inşa edilmesi, sadece enerji sektörünün değil, aynı zamanda Azerbaycan ekonomisinin tüm sektörlerinin daha da gelişmesine yol açmıştır (Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi,2020).

1999 yılında Japon şirketi Tomen, Azerbaycan Enerji ve Enerji Tasarımı Araştırma Enstitüsü ile birlikte Abşeron'da 30 ve 40 metre yüksekliğinde iki kule kurdu, yıllık ortalama rüzgar hızının $v = 7.9-8.1$ m/sn olduğu tespit edildi ve Gobustan bölgesinde toplam 30 MW kapasiteli rüzgar santrali kurulumu için fizibilite çalışması başlatılması için işlemler başlatılmıştır (Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi,2020).

4. TÜRKİYE'DEKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE KULLANIMI

4.1. Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Kaynakları

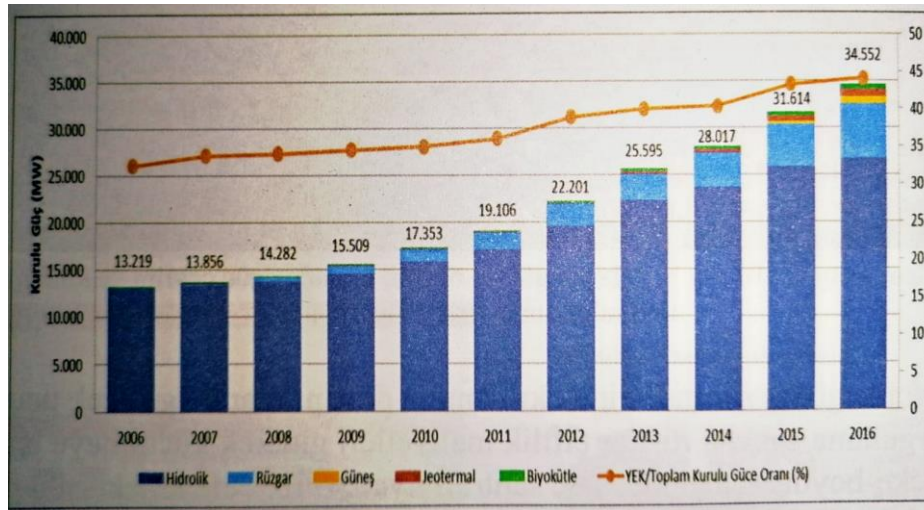
Türkiye`de yenilenebilir enerji kaynakları açısından çok zengin ülkedir.Neredeyse tüm yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli vardır. Türkiye`de yıllık güneşli saat sayısı ortalama 2640 saattir. Belirttiğimiz sayı günlük ortalama olarak 7.2 saat güneşlenme süresi demektir. Bu da yılda ortalama olarak 110 günlük güneşlenme süresi olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda da Türkiye`nin yıllık ortalama ışınım şiddeti 1311 kwh/m^2 iken, bu da günlük toplam 3.6 kwh/m^2 ışınım şiddetine denk gelmektedir (Taşova M., 2018). Türkiyenin rüzgar enerjisi tam belirlenmemiş olsa da, brüt potansiyelinin yılda 400 milyar kWh, teknik potansiyelinin ise 120 milyar kWh olduğu düşünülmektedir. Söz konusu teknik potansiyel yıllık elektrik üretiminin 1.2 katıdır. Ancak Türkiye genelinde 10m yükseklikteki rüzgar yoğunluğunun alansal ve zamansal dağılımı ile teknolojik kısıtlamalar göz önünde tutulduğunda güvenilir rüzgar enerjisi potansiyeli 12 milyar kWh/ yıl olarak hesaplanmaktadır (Çakır M.T., 2010).

4.2. Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Gelişmiş ülkelerin yeşil enerji çağrısı tüm Dünya`daki ülkeleri etkiledi ve dolayısıyla bu çağırış Türkiye enerji sistemini de etkiledi. Türkiye`de 2008 yılı itibarıyla yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanımı

başladı. 2006-2016 senesinin yenilenebilir enerji verilerini incelediğimizde ilk 2 sene neredeyse sadece hidrolik enerji kullanımı yapılmıştır. Hidrolik enerji 2006-2007 senelerinde toplam 27.075 MW kurulu gücüne sahipti. Daha sonraki seneler de rüzgar enerjisi kullanımı başlamış olup, hidrolik enerjinin kurulu gücüyle rüzgar enerjisinin kurulu gücünü kıyasladığımızda çok düşük verilerle karşılaşmaktayız. Türkiye’de yıllar geçtikçe enerji sektörü de ilerliyor ve bu mevcut grafikte de görülmektedir. Hidrolik ve rüzgar enerjisinin yanı sıra sonraki senelerde güneş, jeotermal, biyokütle gibi enerjiler de kullanıma başlamıştır (Şekil 1.).

30 Nisan 2017 itibarıyla hidrolik santraller hariç toplam yenilenebilir enerji kurulu gücü 8475 MW ile toplam kurulu gücün %10.7 sine ulaşmıştır (Uyar T.S., 2017) 2006-2017 senesinin verilerine göre rüzgar enerjisinin kurulum gücü ilk senelerde 146,3 MW iken, her sene ortalama %150 artış göstererek, 2016 senesinde bu rakam 6106,05 MW olmuştur. Aynı zamanda da Türkiye’de rüzgar enerjisi kullanımı diğer yenilenebilir enerjilere göre her sene liderliğini korumaktadır (Uyar T.S., 2017). 2017 senesinin verilerine göre Türkiye’deki 31 Jeotermal enerji santrallerinden kazanılan toplam enerji 820.86 MW ulaşmıştır. Jeotermal enerji santrallerinden aynı yılda elektrik üretiminden 4.213.526.000 kWh enerji kazanılmıştır (Uyar T.S., 2017). 2017 senesinin verilerine göre Türkiye’deki tüm yenilenebilir enerji santrallerinin yani, toplam 82 santralin(biyokütle, pirolitik yağ enerji, biyogaz ve atık ısı) kurulu gücü 467,37 MW olmuştur (Uyar T.S., 2017).



Şekil 1. Türkiye Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücünün 2006-2016 Yılları Arasındaki Gelişimi

5. AZERBAIJAN VE TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMININ KARŞILAŞTIRILMASI

Azerbaycan ve Türkiye’nin aynı senelerdeki verilerine tam olarak ulaşmasam da yakın tarihlerdeki verilerle karşılaştırma yapacağım. Bu karşılaştırmada Azerbaycan’ın ve Türkiye’nin yüzölçüm farkları da dikkate alınmıştır. Azerbaycan’ın 2020 verilerine göre enerji kurulu gücü 26.940 MW iken, 2017 verilerine göre Türkiye’de bu değer hidrolik santraller hariç toplam 8475 MW’dır. Azerbaycan’ın toplam elektrik üretim kapasitesinin %2,2’sini kapsarken, Türkiye’nin toplam elektrik üretim kapasitesinin %10.7’si kapsamaktadır. Her iki ülkede de yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde hidrolik enerji liderliği sürdürmektedir.

6. SONUÇ

Görüldüğü gibi Türkiye daha çok rüzgar ve hidroenerjisi kullanırken, Azerbaycan sadece daha çok hidro enerji kullanmaktadır. Aynı zamanda da Azerbaycan’da neredeyse hiç jeotermal enerji kullanılmamaktadır. Azerbaycan’ında sıcak su kaynaklarını ve fayları düşünürsek bu yönde enerji sağlama imkanı çok büyüktür. Türkiye ve Azerbaycan neredeyse hiç biodizel kullanmamaktadır, aynı zamanda da gel-git enerjisi de kullanmamaktadır. Bu enerjilerden dünyada büyük miktarlarda enerji almaktadırlar.

KAYNAKLAR

- AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ENERGETİKA NAZİRLİYİ, (2020), Azərbycanda Bərpa Olunan Enerji Mənbələrindən İstifadə, 6 Aralık 2021 tarihinde Azərbaycan Cumhuriyeti Enerji Bakanlığı sitesi: <https://minenergy.gov.az/az/alternativ-ve-berpa-olunan-enerji/azerbaycanda-berpa-olunan-enerji-menbelerinden-istifade> adresinden alındı.
- BP, (2016), Statistical Review Of Energy 2016, 6 Aralık 2021 tarihinde BP sitesi: www.bp.com/en/global/corporate/energyeconomics/statistical-review-of-world-energy.html adresinden alındı.
- CELİLOV, M.F. (2009), Alternativ Regenerativ Enerji Sistemləri, Bakı: NPM «Təhsil».
- ÇAKIR M.T. (2010), Türkiye'nin Rüzgar Enerji Potansiyeli Ve AB Ülkeleri İçindeki Yeri, Politeknik Dergisi, 13(4), 287-293.
- Milli Hidrometeorologiya Xidməti, (2021), Azərbaycan İqlimi, 7 Aralık 2021 tarihinde Azərbaycan Ulusal Hidrometeoroloji Servisi sitesi: <https://meteo.az/index.php?ln=az&pg=9> adresinden alındı.
- ÖZTÜRK H.H. (2008), Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Kullanımı, Ankara: Teknik Yayın evi.
- ÖZTÜRK H.H. (2013), Yenilenebilir Enerji Kaynakları, İstanbul: Birsən Yayınevi.
- QƏRİBOV Y., ALXASOV O., HÜSEYNLİ Ş., BABAYEVA M. (2017) Coğrafiya - 10 Ümumtəhsil Məktəblərinin 10-Cu Sınıfı Üçün Coğrafiya Fənni Üzrə DƏRSLİK, Bakı: Bakı Nəşr.
- TAŞOVA M. (2018), Türkiye' nin Güneş Enerjisi Parametre Değerleri Ve Güneş Enerjisinden Faydalanma Olanakları, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 7(3), 10-17.
- UYAR T.S. (2017), Enerjide Dönüşüm: Enerjinin Etkin Kullanımı ve Topluluk Enerjisiyle %100 Yenilenebilir Enerjiye Geçiş, İstanbul: Çağın Ajans

VERİ MADENCİLİĞİ VE TÜİK VERİLERİ ÜZERİNE KÜMELEME ANALİZİ UYGULAMASI

Mehlika KOCABAŞ AKAY

Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehlika.kocabas@kocaeliedu.tr, ORCID: 0000-0003-0564-4625

Derya ATMACA

Sertrans Lojistik
atmc.derya@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6247-324X

Meral ŞAHİN GÜNKUT

Derince Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi MEB, Kocaeli- Türkiye
meralmery@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7023-0803

Özet

Teknolojik cihazların kullanımının artmasıyla birlikte teknolojiyi kullanan kişilerin ve şirketlerin verileri de hızla büyümeye başlamıştır. Büyük veri yığınları içerisinde gelecekle ilgili tahminde bulunabilmemizi sağlayabilecek bağıntuların bilgisayar programı kullanarak aranması ve veriler arasından faydalı bilgiye ulaşma, bilgiyi madencilik işini tanımlamak için Veri madenciliği deyimi kullanılır. Veri madenciliği eğitimden sağlığa, finanstan pazarlamaya hemen hemen her sektörde kullanımı yaygınlaşmış önemli bir yöntemdir. Bu çalışmada ilk olarak veri madenciliği hakkında teorik bilgilere yer verildikten sonra uygulama bölümü yer almaktadır. Uygulama kısmında öncelikle Kocaeli ili bazında TÜİK'ten elde edilmiş çeşitli veri setleri kullanılarak veri analizinin nasıl yapıldığı örneklendirilmeye çalışılmıştır. Ardından bir paket program kullanılarak veri madenciliği tekniklerinden biri olan kümeleme analizi uygulaması yine TÜİK'ten elde edilen veri seti üzerinde uygulanmış ve sonuçlar görselleştirilerek yorumlanmıştır. Hem veri analizi bölümünde hem de kümeleme analizi bölümünde birbirinden farklı birçok sonuç meydana gelmiş ve sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji, Veri Madenciliği, Veri Analizi, Kümeleme Analizi, TÜİK

DATA MINING AND CLUSTERING ANALYSIS IMPLEMENTATION ON TUIK DATA

Abstract

The Data of people and companies are dramatically increased consequences of using more technological devices and its' applications. Data Mining term which defines Data refers to gathered data that can enable us to searching, analyzing and prediction about future, creating useful information from simple, large piles by using computer programs. Data Mining is an important method which are widespread through many industries like education, healthy, finance and marketing as well. In this study, the first part is focused on the theory of Data Mining then, second part is including the application as well. Regarding to application part, it is given the exemplary which shows how data is analyzed from various data set which gathered by TUIK on the basis of Kocaeli province. Then The Clustering Analyze technique which is a method of Data Mining on a package software is applied on gathered data set from TUIK, the outputs are motorized and concluded. There are many different varieties of results from both data analyze and clustering analyze, those are presented.

Key Words: Technology, Data Mining, Data Analysis, Clustering Analysis, TÜİK.

1.GİRİŞ

Günümüzde birçok şirket, çalışanlarının verimliliğini artırma, müşteri memnuniyeti kazanma ve bunun sürdürülebilir olmasını sağlama, uzun vadede kazanç sağlama gibi nedenlerden dolayı veri madenciliğine önem vermektedir. Veri madenciliğinin en önemli getirilerinden biri ise veri seçimi aşamasında elde edilen verilerin kapsamlı analizinin yapılarak verilerden anlamlı birtakım sonuçların meydana çıkarılmasıdır. Dolayısıyla veri madenciliği algoritmalarının kullanımının yanı sıra veri analizinin de oldukça değerli bir terim olduğu açıkça ortadadır.

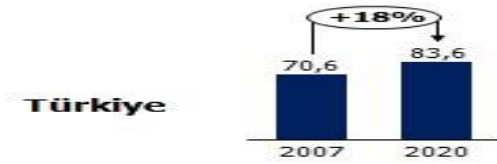
Bu çalışmada veri seti olarak Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı'nın (TEPAV) İl Bazında Göstergeler adlı derlemesi kullanılmıştır. Bu derlemede il bazında nüfus verileri, illere göre ithalat ve ihracat, il bazında okuma yazma bilen oranı ve il bazında toplam girişim sayısı gibi Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınmış olan çok çeşitli veriler yer almaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Büyük miktardaki veriler içerisinde önemli olanlarını bulup çıkarmaya Veri Madenciliği denir. Veri madenciliği, büyük ölçekli veriler arasından bilgiye ulaşma ve bilgiyi anlamlı hale getirme işidir. Ya da bir anlamda büyük veri yığınları içerisinde gelecekle ilgili tahminde bulunabilmemizi sağlayabilecek bağıntıların bilgisayar programı kullanarak aranmasıdır (Albayrak, 2017). Veri madenciliği bir sorgulama işlemi veya istatistik programlarıyla yapılmış bir çalışma değildir. Veri madenciliği milyarlarca veri ve çok fazla değişken ile ilgilenir. Madenciliğin temel amacının, kurumlardaki karar destek mekanizmaları olarak adlandırılan sistemler için değerli olan veriyi belirli yöntemler ve işlem süreçleri sonrası ortaya çıkarmak olduğunu söyleyebiliriz (Albayrak, Kotan, 2009). Bu çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çeşitli veriler kullanılarak Kocaeli ili bazında sosyal ve ekonomik yapıyı açıklayan analizler ve bununla birlikte sektör bazlı analizlere yer verilmiştir. İkinci bölümde ise veri madenciliği yöntemlerinden biri olan kümeleme analizine yer verilmiştir. Bu kısımda veri madenciliği programı olarak SPSS Clementine, veri madenciliği algoritması olarak ise K-Means algoritması tercih edilmiştir.

3.KOCAELİ İLİ BAZINDA VERİ ANALİZİ

Veri analizi kısmında birbirinden farklı TÜİK verileri kullanılarak Kocaeli iline göre çeşitli çıkarımlar elde edilmiştir. Yapılan analizler sosyal ve ekonomik yapı ile birlikte sektör bazlı analizleri içermektedir. Sosyal ve ekonomik yapı başlığı altında incelenecek olan analizler; Nüfus ve Göç, Büyüme, Dış Ticaret, Sektörel Krediler, Yatırım ve Teşvik şeklindedir.



Şekil 1. Türkiye Nüfusu



Şekil 2.Kocaeli Nüfusu

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü gibi Türkiye'nin nüfusu 2007 yılında 70,6 milyon iken bu sayı 2020 yılında 83,6 milyona ulaşarak %18'lik bir artış göstermiştir. İller bazında ele alınan nüfus verileri içerisinde Kocaeli ili ele alındığında Kocaeli'nin nüfusunun ise 2007 yılında 1,4 milyon iken bu sayının 2020 yılında 2 milyona ulaşarak nüfus sayısında %43 oranında bir artışın yaşandığı görülmektedir.

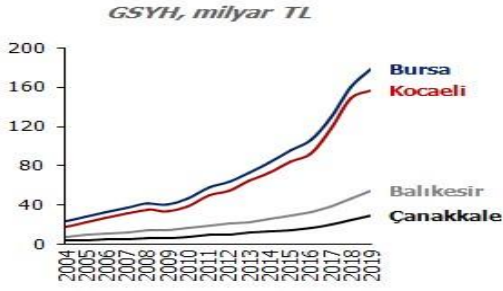
Kocaeli'nin diğer illerden aldığı göç, kişi		
1	İstanbul	22223
2	Sakarya	3607
3	Ankara	2820
4	Bursa	2408
5	Erzurum	1998
6	Giresun	1940
7	Zonguldak	1905
8	Tokat	1895
9	İzmir	1880
10	Gümüşhane	1665

Şekil 3.Kocaeli'nin Diğer İllerden Aldığı Göç

Kocaeli'nin diğer illere verdiği göç, kişi	
İstanbul	19375
Sakarya	3619
Ankara	2887
Bursa	2255
İzmir	2195
Tokat	1511
Düzce	1233
Balıkesir	1225
Antalya	1130
Giresun	1072

Şekil 4.Kocaeli'nin Diğer İllere Verdiği Göç

Şekil 3'e göre Kocaeli'nin diğer illerden aldığı göç durumuna bakıldığında en çok göçü 22223 kişi ile İstanbul ilinden almıştır. Bunu 3607 kişi ile Sakarya ve 2820 kişi ile de Ankara izlemektedir. Şekil 4'e bakıldığında Kocaeli'nin en fazla göçü İstanbul'dan alırken yine en fazla göçü İstanbul'a verdiği görülmektedir. Kocaeli'deki yaşamlarını terk edip İstanbul'a yerleşenlerin sayısı 19375 iken bunu 3619 kişi ile Sakarya ve 2887 kişi ile de Ankara izlemektedir.

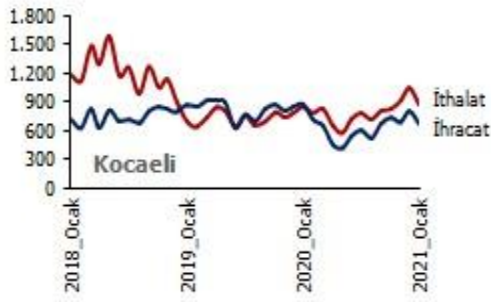


Şekil 5. GSYH Miktarları



Şekil 6. Kişi Başı GSYH Miktarları

Yukarıdaki şekillerde bazı illerin yıllara göre Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) değerleri ile kişi başına düşen GSYH değerleri verilmiştir. Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, belirli bir dönemde bir ülkede yapılan tüm sona ermiş hizmet ve malların parasal değerini göstermekle beraber ülkenin ekonomik performansını ölçmek için kullanılan temel göstergelerden biridir. Ekonomi ile birebir bağlantı kuran bu gösterge piyasa trendlerinin ne şekilde yön değiştireceğini gösterdiği için finans piyasasında yatırım yapan kişiler için oldukça önemli olan bir değerdir. 2004 yılında Kocaeli'nin GSYH değeri 18,5 milyar TL iken bu değer 2019 yılında 156,7 milyar TL olmuştur. Şekil 5'te Kocaeli ili ile beraber Bursa, Balıkesir ve Çanakkale illeri de gösterilerek bir karşılaştırma yapılmış olup GSYH açısından Bursa'nın daha iyi konumda olduğu görülmektedir. Şekil 6'ya bakıldığında ise bu kez verilen dört ilin kişi başı GSYH değerleri karşılaştırılmış ve Kocaeli'nin Bursa iline üstünlük sağladığı görülmüştür.



Şekil 7. Kocaeli İlinde İthalat-İhracat

Şekil 7'de Kocaeli ilinin son dört yıl içerisindeki ithalat ve ihracat durumlarının grafiği verilmiştir. Şekle bakıldığında ihracatın 2018-2019 yıllarında daha yüksek konumda olduğu ve 2019 yılından sonra bu hususta düşüş yaşandığı görülmektedir. Ancak ihracat düşüşüne geçerken ithalat yükselmeye başlamıştır. Yine de ithalatın çoğu zaman ihracatın aşağısında yer aldığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla Kocaeli dış ticarete rekabet gücünü artırabilir. Özellikle bir sanayi bölgesi olmasından dolayı bu hususta Kocaeli'ye teşvikler verilebilir ve üretim artarken hem ihracatın hem de ithalatın artırılması sağlanabilir.

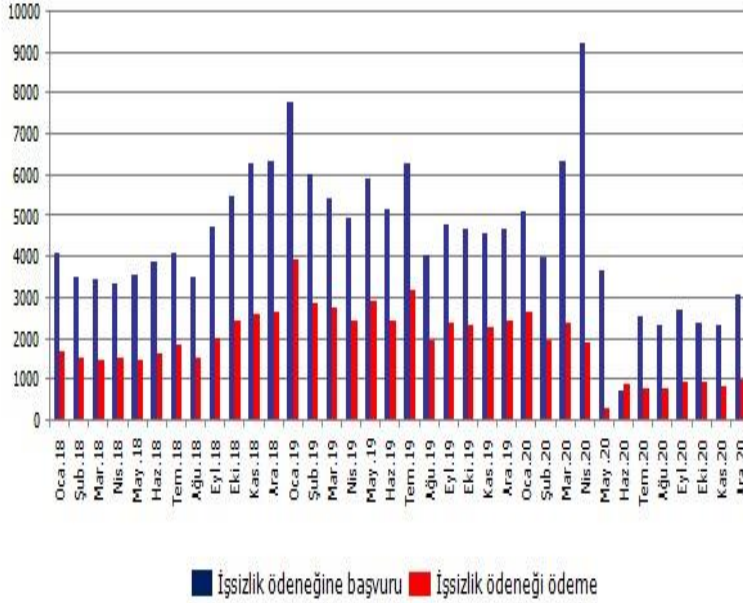
Tablo 1. Kocaeli İlinde Sektörel Kredi Dağılımı

	Kredi Tutarı bin TL	Takipteki kredi tutarı bin TL	Kredi Performans Oranı %
Gıda Meşrubat ve Tütün	813.821	22.776	2,8
İnşaat	3.800.281	410.566	10,8
Metal ve İşlenmiş Maden	7.466.615	162.663	2,2
Finansal Kuruluşlar	397.844	154	0,04
Tekstil ve Tekstil Ürünleri	1.116.930	2764	0,2
Toptan Ticaret ve Komisyonculuk	5.334.427	973.463	18,2
Turizm	349.885	35.920	10,3
Ziraat ve Balıkçılık	721.422	36.823	5,1
Enerji	14.110.594	1.677.261	11,9
Denizcilik	1.614.975	1.973	0,1

Yukarıdaki tabloda 2020 yılında Kocaeli'nin sektörel kredi dağılımı verilmiştir. Kredi tutarı ve takipteki kredi tutarı değeri TÜİK'ten alınmakla beraber kredi performans oranı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

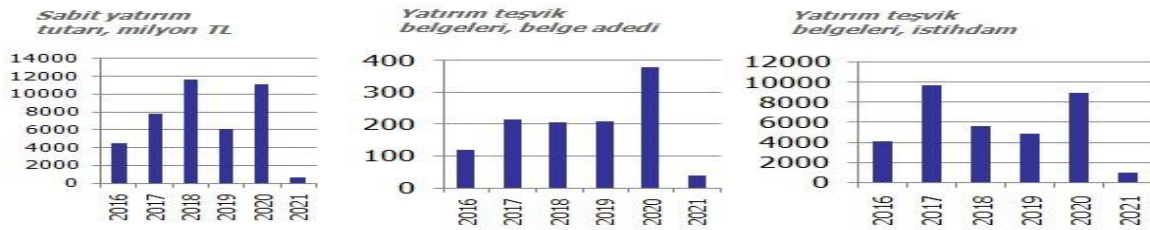
$$\text{Kredi Performans Oranı (\%)} = (\text{Takipteki Kredi Tutarı} * 100) / \text{Kredi Tutarı}$$

Tabloda toplam 10 sektörün kredi dağılımına yer verilmiştir. Bu sektörler arasında en büyük payın 14.110.594 bin TL ile enerji sektörüne ait olduğu görülmektedir. Kredi performans oranı en yüksek olan sektörler ise enerji ve inşaat sektörleridir. Bu tablodan hareketle Kocaeli ilinde enerji sektörünün öneminin giderek arttığı ve bu sektöre yapılan yatırımların arttığı sonucu çıkarılabilir.



Şekil 8. Kocaeli İlinde İşsizlik Ödeneğine Başvurular ve Ödemeler

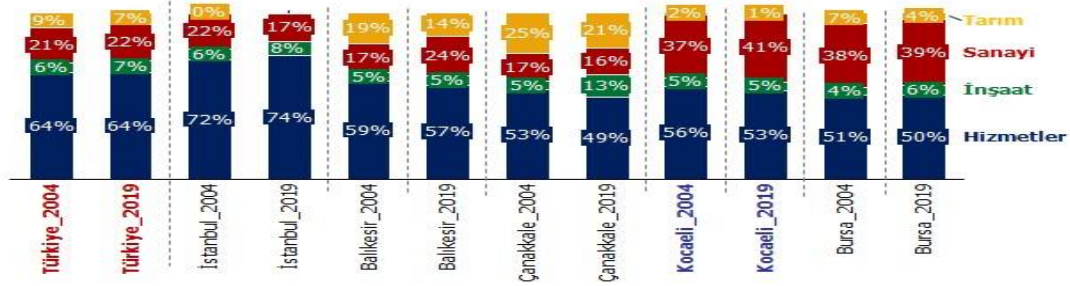
Şekil 8'de Kocaeli ilinde yıllara göre işsizlik ödeneğine başvuru ve işsizlik ödeneği ödeme verilerinin karşılaştırılması görülmektedir. İşsizlik ödeneğine başvurular 2020 yılının Nisan ayında en büyük değerini görmüştür. Pandeminin etkisiyle 2020 yılında işsizlik ödeneğine başvurular artmış fakat Aralık ayında bu değer üç binlere kadar inmiştir. Kırmızı renk ile ifade edilen işsizlik ödeneği ödeme durumu Ocak 2019'da en yüksek değerini alırken Mayıs 2020'de en düşük değerini görmüştür.



Şekil 9. Sabit Yatırım Tutarı ve Yatırım Teşvik Belgeleri Grafikleri

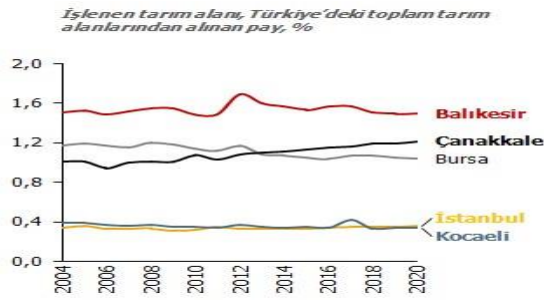
Şekil 9'da Kocaeli iline ait 2016-2021 yılları arasında sabit yatırım tutarı, yatırım teşvik belgeleri (belge adedi) ve yatırım teşvik belgeleri (istihdam) verilerinin grafikleri verilmiştir. Buna göre sabit yatırım tutarı en yüksek değerini 2018 yılında görmüşken yatırım ve teşviklerden 2020 yılından daha çok yararlanmıştır.

Sektör bazlı veri analizinin ikinci kısmında Sektörel Dağılım , Tarım, Turizm, Eğitim, Sağlık konularına yer verilmiştir:



Şekil 10.GSYH Değerlerinin Sektörlere Göre Dağılımı

Şekil 10'da Kocaeli iline bakıldığında 2004 yılında hizmet sektörü %56 iken bu oran 2019 yılında %53'e gerilemişken sanayi sektörü 2004 yılında %37 iken bu oran 2019 yılında %41 olmuştur. Dolayısıyla Kocaeli'de çevre illerine kıyasla hizmetler sektörünün GSYH'deki payı daha düşük iken sanayideki payı daha yüksek olduğu söylenebilir.



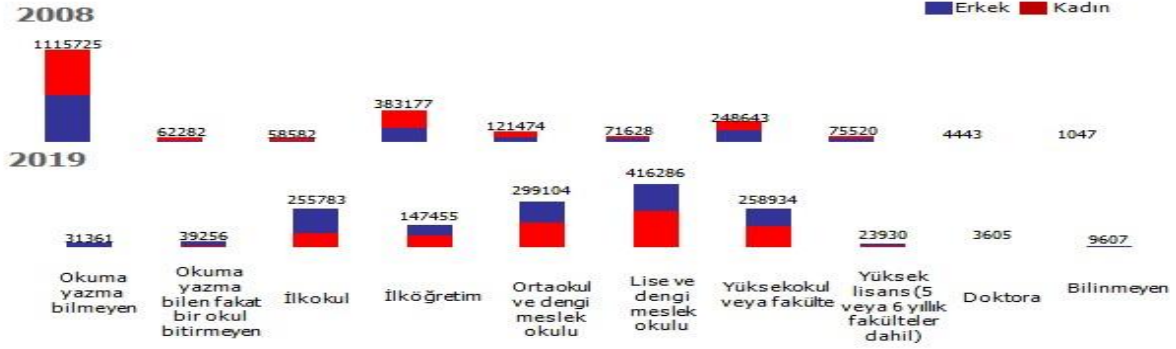
Şekil 11.Bazı İllerin İşlenen Tarım Alanları

Şekil 11'de beş ilde işlenen tarım alanı grafiği verilmiştir. Şekle bakıldığında Kocaeli'nin İstanbul ile birlikte çok küçük bir oranda tarım alanına sahip olduğu görülmektedir. Bu şehirler tarımdan ziyade sanayi ve hizmet sektörlerine ön planda oldukları için Balıkesir, Çanakkale ve Bursa şehirleri tarım alanı bakımından daha ön planda yer almaktadır.

Tablo 3.Kocaeli İlinde İlçelere Göre Turizm

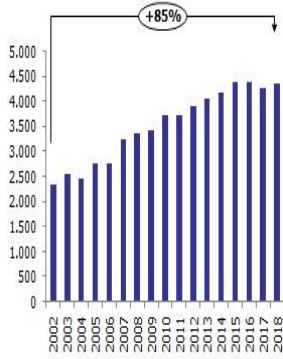
	TESİSE GELİŞ SAYISI			GECELEME			ORTALAMA KALIŞ SÜRESİ			DOLULUK ORANI(%)		
	YABANCI	YERLİ	TOPLAM	YABANCI	YERLİ	TOPLAM	YABANCI	YERLİ	TOPLAM	YABANCI	YERLİ	TOPLAM
Başıskele			27 811			66 945			2,41			14,17
Çayyova			16 598	11 004	55 941	34 206			2,06			17,47
Darica	4 186	23 625	33 504	10 935	23 271	55 635	2,63	2,37	1,66	2,33	11,84	28,83
Dilovası	4 176	12 422	7 041	16 879	38 756	7 098	2,62	1,87	1,01	5,58	11,88	49,29
Gebze	181	6 860	72 816	42 352	102	145 280	1,81	1,6	2	8,75	20,08	18,33
Gölcük	12 746	60 070	1 554		928	3 106	1,31	1	2	1,65	47,64	5,34
İzmit	25	1 529	167 084	55	3 051	299 640	3,32	1,71	2		12,99	26,96
İzmit	14 688	152		36 572	263		2,2	2	1,79	0,48	26,48	26,48
Kandıra		396	1 657		068	2 845	2,49	1,73	1,72	3,23	23,25	18,82
Kartepe		1 657	9 507		2 845	16 285	0	1,72	1,71	0	18,82	23,28
Körfez	181	9 326	2 797	279	16 006	4 225	1,54	1,72	1,51	0,4	22,88	10,48
Körfez	181	2 616		498	3 727		2,75	1,42		1,24	9,24	

Tablo 3'te ilçelere göre turizm işletme belgeli konaklama tesislerinde tesislere geliş, geceleme, ortalama kalış süresi ve doluluk oranlarının dağılımı görülmektedir. 2020 yılında Kocaeli'de bulunan turizm belgeli konaklama tesislerine geliş sayısı 340 bin olmuştur. Tesise geliş sayısında ilk sırayı 167.084 kişi ile İzmit almıştır. İzmit ilçesini 72.816 kişi ile Gebze ve 27.811 kişi ile de Başiskele izlemiştir. Geceleme bölümünde de bu sıra korunmuş ve 299.640 kişi ile İzmit ilk sırada yerini almıştır. Ortalama kalış süresine bakıldığında bu kez sıranın değiştiğini ve 2,41 ile Başiskele ilçesinin birinci sırada yer aldığı görülür.

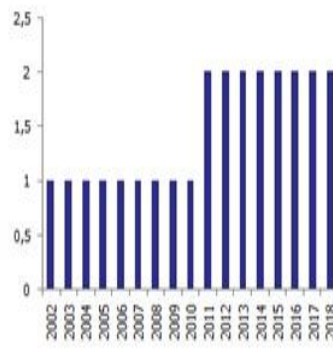


Şekil 12. Kocaeli'de Eğitim Durumu

Şekil 12'de Kocaeli ilinde 2008 ve 2019 yıllarında bitirilen eğitim durumunun erkekler ve kadınlar açısından kıyaslaması verilmiştir. Şekle bakıldığında en çok dikkat çeken şeyin 2008 yılında 1.115.725 okuma yazma bilmeyen kişi var iken bu sayının 2019 yılında sadece 31.361 olduğu görülmektedir. Bu Kocaeli'nde eğitim seviyesinin yükseldiğini göstermektedir. Diğer eğitim durumlarına bakıldığında ilköğretim, ortaokul ve dengi meslek okulu, lise ve dengi meslek okulu ve yüksekokul veya fakültede artış görülürken ilköğretim, yüksek lisans ve doktora ise düşüş gözlenmiştir. 2019 yılında bitirilen eğitim durumu açısından lise ve dengi meslek okulu ön plana çıkmaktadır. Bu bakımdan yüksek lisans ve doktora bitiren kişi sayısının bitirilmesi için eğitimde bu alanlara önem verilmeli ve kişiler bu bakımdan teşvik edilerek eğitim seviyesinin yükselmesi hedeflenmelidir.



Şekil 13. Hastane Yatak Sayısı



Şekil 14. Bin Kişi Başına Düşen Toplam Hekim Sayısı

Şekil 13'te 2002-2018 yılları arasında Kocaeli'de bulunan hastanelerdeki yatak sayılarının grafiği verilmiştir. Hastane yatak sayısı 2002'den 2018'e kadar %85 oranında artmıştır. Bu durum hastanelerin topluma daha iyi hizmet verebilmesi ve konforun artırılması için oldukça önemlidir. Son olarak Şekil 14'te ise Kocaeli'de yıllara göre bin kişi başına düşen toplam hekim sayısı verilmiştir. Bin kişi başına düşen hekim sayısının 2011 yılında sıçrama yaptığı ve seyreden yıllarda da bu sayıda kaldığı görülmektedir. Bu durum da aynı şekilde hastanelerdeki hizmet seviyesini yükseltmek ve hasta memnuniyetini sağlamak açısından oldukça önemlidir.

4.K-Means Algoritması ile Kümeleme Analizi

Bu uygulamada kümeleme analizinde sıklıkla tercih edilen algoritmalarından biri olan KMeans algoritması kullanılmıştır. K-Means algoritması bir denetimsiz (unsupervised) öğrenme algoritmasıdır. Kümeleme analizinin uygulanmasında veri madenciliği programı olarak en çok bilinen uygulama olan SPSS Clementine programı tercih edilmiştir. Veri seti olarak Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2013 Yılı İllere Göre Mutluluk Kaynağı verileri kullanılmış olup bütün iller mutluluk kaynağı olan değerler ve mutluluk kaynağı olan kişiler bakımından yüzdesel olarak puanlandırılmıştır.

4.1.İl Bazında Mutluluk Kaynağı Olan Değerler Çalışması

Veri setinde mutluluk kaynağı değerleri olarak Sağlık, Sevgi, Başarı, Para, İş ve Diğer verilenler yer almaktadır. Uygulamala kapsamında;

- Marmara Bölgesi'nden; İstanbul, Kocaeli, Edirne, Sakarya ve Bursa,
- İç Anadolu Bölgesi'nden; Ankara, Eskişehir, Konya, Nevşehir ve Yozgat,
- Ege Bölgesi'nden; İzmir, Manisa, Muğla, Aydın ve Denizli,
- Akdeniz Bölgesi'nden; Adana, Mersin, Antalya, Hatay ve Isparta,

- Karadeniz Bölgesi'nden; Rize, Trabzon, Artvin, Sinop ve Samsun,
- Doğu Anadolu Bölgesi'nden; Erzurum, Bingöl, Kars, Van ve Elazığ,
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden; Gaziantep, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa ve Adıyaman olmak üzere toplam 35 ile ait veriler incelenmiştir.

	İl	Sağlık	Sevgi	Başarı	Para	İş	Diğer
1	Adana	66.810	15.8...	8.400	5.150	2.5...	1.260
2	Adıyaman	73.700	13.8...	4.830	3.220	4.1...	0.240
3	Ankara	65.680	16.1...	10.170	3.320	1.4...	3.200
4	Antalya	64.750	16.6...	10.580	5.150	1.4...	1.380
5	Artvin	71.590	14.3...	6.270	4.830	2.0...	0.950
6	Aydın	71.470	13.0...	7.270	4.860	2.5...	0.820
7	Bingöl	69.280	16.1...	7.130	3.540	1.7...	2.200
8	Bursa	67.640	15.8...	9.960	3.700	1.9...	0.960
9	Denizli	70.610	13.5...	7.270	5.260	2.4...	0.910
10	Diyarbakır	62.700	16.1...	8.730	4.710	4.3...	3.340
11	Edirne	65.420	13.8...	9.960	6.840	3.1...	0.740
12	Elazığ	69.200	14.6...	8.950	2.440	2.5...	2.230
13	Erzurum	61.070	17.7...	6.440	3.040	2.4...	9.260
14	Eskişehir	69.160	13.3...	9.900	5.330	1.6...	0.570
15	Gaziantep	68.070	15.2...	7.610	4.930	2.9...	1.190
16	Hatay	65.670	16.2...	10.480	3.340	3.3...	0.980
17	Isparta	71.530	14.1...	8.770	3.490	1.4...	0.710
18	Mersin	68.100	15.2...	9.350	3.490	2.7...	1.010
19	İstanbul	67.100	15.3...	9.950	3.920	1.8...	1.880
20	İzmir	72.830	13.0...	6.950	4.090	1.4...	1.660
21	Kars	61.710	20.2...	7.850	4.590	3.8...	1.740
22	Kocaeli	59.550	19.9...	12.090	4.580	2.7...	1.040
23	Konya	71.090	15.1...	8.120	3.570	1.2...	0.810
24	Manisa	79.760	9.890	3.570	3.720	2.3...	0.720
25	Mardin	52.660	13.9...	10.650	6.750	1.2...	4.000
26	Muğla	68.240	13.6...	8.090	6.460	2.2...	1.370
27	Nevşehir	73.500	12.5...	6.440	3.530	2.5...	1.450
28	Rize	75.460	11.9...	5.370	3.260	1.3...	2.610
29	Sakarya	78.370	8.700	6.050	4.140	1.4...	1.250
30	Samsun	71.850	14.6...	6.360	5.150	1.9...	0.040
31	Sinop	82.470	9.180	3.470	3.080	1.3...	0.460
32	Trabzon	65.210	15.6...	9.610	4.830	2.5...	2.180
33	Şanlıurfa	63.450	15.9...	7.720	5.040	3.2...	4.640
34	Van	59.150	22.5...	8.200	3.840	4.0...	2.210
35	Yozgat	58.470	18.4...	11.330	5.940	3.3...	2.390

Şekil 15. Verilerin Tablo Görünümü

	İl	Sağlık	Sevgi	Başarı	Para	İş	Diğer	İKM-K-Means
1	Adana	66.810	15.8...	8.400	5.150	2.5...	1.260	Sınıf-1
2	Adıyaman	73.700	13.8...	4.830	3.220	4.1...	0.240	Sınıf-4
3	Ankara	65.680	16.1...	10.170	3.320	1.4...	3.200	Sınıf-1
4	Antalya	64.750	16.6...	10.580	5.150	1.4...	1.380	Sınıf-1
5	Artvin	71.590	14.3...	6.270	4.830	2.0...	0.950	Sınıf-1
6	Aydın	71.470	13.0...	7.270	4.860	2.5...	0.820	Sınıf-1
7	Bingöl	69.280	16.1...	7.130	3.540	1.7...	2.200	Sınıf-1
8	Bursa	67.640	15.8...	9.960	3.700	1.9...	0.960	Sınıf-1
9	Denizli	70.610	13.5...	7.270	5.260	2.4...	0.910	Sınıf-1
10	Diyarbakır	62.700	16.1...	8.730	4.710	4.3...	3.340	Sınıf-1
11	Edirne	65.420	13.8...	9.960	6.840	3.1...	0.740	Sınıf-1
12	Elazığ	69.200	14.6...	8.950	2.440	2.5...	2.230	Sınıf-1
13	Erzurum	61.070	17.7...	6.440	3.040	2.4...	9.260	Sınıf-3
14	Eskişehir	69.160	13.3...	9.900	5.330	1.6...	0.570	Sınıf-1
15	Gaziantep	68.070	15.2...	7.610	4.930	2.9...	1.190	Sınıf-1
16	Hatay	65.670	16.2...	10.480	3.340	3.3...	0.980	Sınıf-1
17	Isparta	71.530	14.1...	8.770	3.490	1.4...	0.710	Sınıf-1
18	Mersin	68.100	15.2...	9.350	3.490	2.7...	1.010	Sınıf-1
19	İstanbul	67.100	15.3...	9.950	3.920	1.8...	1.880	Sınıf-1
20	İzmir	72.830	13.0...	6.950	4.090	1.4...	1.660	Sınıf-1
21	Kars	61.710	20.2...	7.850	4.590	3.8...	1.740	Sınıf-5
22	Kocaeli	59.550	19.9...	12.090	4.580	2.7...	1.040	Sınıf-5
23	Konya	71.090	15.1...	8.120	3.570	1.2...	0.810	Sınıf-1
24	Manisa	79.760	9.890	3.570	3.720	2.3...	0.720	Sınıf-4
25	Mardin	52.660	13.9...	10.650	6.750	1.2...	4.000	Sınıf-2
26	Muğla	68.240	13.6...	8.090	6.460	2.2...	1.370	Sınıf-1
27	Nevşehir	73.500	12.5...	6.440	3.530	2.5...	1.450	Sınıf-4
28	Rize	75.460	11.9...	5.370	3.260	1.3...	2.610	Sınıf-4
29	Sakarya	78.370	8.700	6.050	4.140	1.4...	1.250	Sınıf-4
30	Samsun	71.850	14.6...	6.360	5.150	1.9...	0.040	Sınıf-1
31	Sinop	82.470	9.180	3.470	3.080	1.3...	0.460	Sınıf-4
32	Trabzon	65.210	15.6...	9.610	4.830	2.5...	2.180	Sınıf-1
33	Şanlıurfa	63.450	15.9...	7.720	5.040	3.2...	4.640	Sınıf-1
34	Van	59.150	22.5...	8.200	3.840	4.0...	2.210	Sınıf-5
35	Yozgat	58.470	18.4...	11.330	5.940	3.3...	2.390	Sınıf-5

Şekil 16. Modelin Çalıştırılmasından Sonra Elde Edilen Tablo

Şekil 15'de İl değişkeninin altında 35 adet şehir bulunurken mutluluk kaynağı olan değişkenlerin altında ise sayısal değerler yer almaktadır.

Bu uygulama için küme sayısı 5 olarak belirlenmiş ve etiket öneki olarak Sınıf yazılmıştır. Buna göre Sınıf-1 kümesinde 23, Sınıf-2 ve Sınıf-3 kümesinde 1, Sınıf-4 kümesinde 6 ve son olarak Sınıf-5 kümesinde de 4 kayıt yer almaktadır. Her bir sınıfın mutluluk kaynağı değerleri açısından ortalama değeri ve standart sapması da bu şekiller üzerinden okunabilmektedir.

Son olarak Şekil 16'te illerin hangi sınıflarda yer aldığını belirten tablo yer almaktadır. K-Means uygulaması

çalıştırıldıktan sonra araçlar kısmından Table aracını modele ekleyip model ile bağlantı kurulduğunda bu tablo elde edilir. Bu tabloya göre her bir sınıfta yer alan şehirler şu şekildedir:

Sınıf-1 kümesinde yer alan şehirler; Adana, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Bingöl, Bursa, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, Isparta, Mersin, İstanbul, İzmir, Konya, Muğla, Samsun, Trabzon ve Şanlıurfa olmak üzere toplam 23 tanedir.

Sınıf-2 kümesinde yer alan tek şehir Mardin olmuştur.

Sınıf-3 kümesinde yer alan tek şehir Erzurum olmuştur.

Sınıf-4 kümesinde yer alan şehirler;

Adıyaman, Manisa, Nevşehir, Rize, Sakarya ve Sinop olmak üzere toplam 6 adettir.

Sınıf-5 kümesinde yer alan şehirler ise Kars, Kocaeli, Van ve

Yozgat olmak üzere toplamda 4 adettir.

Her bir kümede yer alan mutluluk kaynağı olan değerlerin tablolaştırılmış hali Tablo 4'te verilmiştir:

Tablo 4.Sınıflara Göre Mutluluk Kaynağı Olan Değerler

MUTLULUK KAYNAĞI OLAN DEĞERLER						
SINIFLAR	Sağlık	Sevgi	Başarı	Para	İş	Diğer
Sınıf-1	68,15	14,946	8,591	4,497	2,296	1,523
Sınıf-2	52,66	13,9	10,65	6,75	12,04	4
Sınıf-3	61,07	17,75	6,44	3,04	2,48	9,26
Sınıf-4	77,21	11,028	4,955	3,492	2,193	1,122
Sınıf-5	59,72	20,31	9,868	4,738	3,52	1,845

Sağlık” değerinin sınıflara göre karşılaştırmasına göre mutluluk kaynağı sayılan Sağlık değerine en çok oy veren küme Sınıf-4 olmuştur. “Sevgi” değerinin sınıflara göre sıralaması verilmiştir. Tablo4 e bakıldığında Sınıf-5 kümesinin diğer kümelerle göre Sevgi değerini daha fazla mutluluk kaynağı olarak saydığı anlaşılır. “Başarı” değerinin tabloya göre Sınıf-2 kümesi 10,65 değeri ile ilk sırada yer almaktadır. Bu kümede sadece Mardin ili bulunduğundan Mardin’in Başarı değerini diğer sınıflara kıyasla daha yüksek seviyede mutluluk kaynağı olarak saydığı söylenebilir. Mutluluk kaynağı olarak değerlendiren bir diğer değişken olan “Para” değerinin kümelerle göre sıralaması görülür. Buna göre tıpkı Başarı değerinde olduğu gibi Para değerinde de Sınıf-2 yani Mardin ili birinci sırada yer almaktadır. “İş” değerinin dağılımına bakıldığında 12,04 ortalaması ile Sınıf-2 kümesinin büyük bir farkla zirvede olduğu görülür. Buradan Sınıf-2 kümesinin İş değerine diğer sınıflardan daha fazla önem verdiği sonucu çıkarılabilir. Son olarak mutluluk kaynağı olarak “Diğer” kaynağını seçenlerin grafiği görülmektedir. Buna göre 9.26 ortalaması ile Sınıf-3 diğer sınıflara kıyasla mutluluğu burada verilen değerlerden başka değerlerde bulunduğunu sayarak birinci sırada yer almıştır. Bu bölümde mutluluk kaynağı olan değerler her bölgeden seçilen 5 il ve toplam 35 il üzerinde kümeleme analizi ile incelenip sonuçlar yorumlanmıştır. Kümelerle bakıldığında her bir kümenin kendi arasında benzer olduğunu fakat birbirleri arasında farklı olduğu sonucu çıkarılabilir. Her bir kümede “Sağlık” değeri birinci sıradayken ikinci sırada “Sevgi” değeri yer almıştır. Yapılan açıklayıcı grafiklerle birlikte ise kümelerin kendi aralarındaki kıyaslaması daha görünür hale getirilmiştir.

4.2.İl Bazında Mutluluk Kaynağı Olan Kişiler Çalışması

Veri setinde mutluluk kaynağı olan kişiler olarak Tüm Aile Çocuklar Eş Anne/Baba Kendisi Torunlar ve Diğer verilenler yer almaktadır: Uygulama kapsamına alınan şehirler bir önceki kümeleme analizi ile aynı olup toplam 35 şehir üzerinden analiz yapılmıştır.

	İl	Tüm aile	Çocuklar	Eş	Anne/baba	Kendisi	Torunlar	Diğer
1	Adana	71.680	12.260	6.7...	3.800	2.860	0.870	1.780
2	Adıyaman	83.520	8.100	3.8...	2.380	0.720	0.590	0.820
3	Ankara	73.620	13.120	3.4...	2.440	3.280	1.910	2.200
4	Antalya	66.260	15.480	5.6...	3.260	3.840	2.270	3.240
5	Artvin	76.660	8.200	5.4...	2.120	3.070	0.880	3.590
6	Aydın	73.460	13.850	3.8...	2.410	2.980	2.200	1.300
7	Bingöl	75.310	8.630	7.8...	4.310	1.860	0.780	1.210
8	Bursa	71.820	13.400	6.0...	2.870	2.010	2.170	1.710
9	Denizli	77.410	11.600	3.9...	1.240	2.950	1.670	1.150
10	Diyarbakır	67.010	14.110	7.1...	6.610	1.700	0.970	2.480
11	Edirne	73.990	10.270	5.5...	1.800	2.830	2.690	2.840
12	Elazığ	73.520	12.480	4.9...	3.200	2.250	1.520	2.080
13	Erzurum	72.820	9.760	7.4...	4.620	2.190	0.930	2.280
14	Eskişehir	74.010	12.580	5.0...	1.990	2.240	1.880	2.270
15	Gaziantep	78.740	9.070	5.1...	1.500	2.570	1.290	1.660
16	Hatay	79.730	10.950	4.0...	2.150	1.220	0.860	1.050
17	Isparta	76.460	11.400	5.5...	2.170	1.730	1.720	1.020
18	Mersin	76.510	10.640	4.4...	2.620	3.160	1.160	1.500
19	İstanbul	71.080	14.530	4.4...	3.200	3.080	1.530	2.120
20	İzmir	70.790	15.080	4.7...	2.590	2.240	1.960	2.610
21	Kars	63.440	14.810	11....	3.570	3.210	1.080	2.030
22	Kocaeli	74.310	13.560	4.5...	2.390	2.110	1.510	1.600
23	Konya	80.810	9.250	3.4...	1.970	2.160	1.400	0.930
24	Manisa	70.510	18.090	4.6...	1.480	2.490	1.540	1.210
25	Mardin	64.390	12.260	7.3...	8.870	3.840	0.410	2.880
26	Muğla	71.840	14.530	3.9...	2.100	3.330	2.350	1.920
27	Nevşehir	73.030	15.460	5.3...	1.700	1.430	1.570	1.420
28	Rize	76.290	9.780	5.1...	2.780	2.090	1.980	1.890
29	Sakarya	77.640	9.550	4.2...	2.050	3.160	1.600	1.770
30	Samsun	74.090	12.420	4.4...	3.130	2.390	2.320	1.160
31	Sinop	82.330	8.700	4.0...	1.500	1.060	1.590	0.770
32	Trabzon	72.460	12.870	4.7...	3.310	2.110	1.730	2.760
33	Şanlıurfa	68.170	14.990	6.1...	5.340	1.720	0.660	2.960
34	Van	70.390	10.180	11....	4.520	1.460	0.240	1.310
35	Yozgat	63.840	16.550	8.1...	2.490	3.630	2.660	2.650

Şekil 17. Verilerin Tablo Görünümü

	İl	Tüm aile	Çocuklar	Eş	Anne/baba	Kendisi	Torunlar	Diğer	\$KM-K-Means
1	Adana	71.680	12.260	6.7...	3.800	2.860	0.870	1.780	Sınıf-1
2	Adıyaman	83.520	8.100	3.8...	2.380	0.720	0.590	0.820	Sınıf-2
3	Ankara	73.620	13.120	3.4...	2.440	3.280	1.910	2.200	Sınıf-5
4	Antalya	66.260	15.480	5.6...	3.260	3.840	2.270	3.240	Sınıf-3
5	Artvin	76.660	8.200	5.4...	2.120	3.070	0.880	3.590	Sınıf-5
6	Aydın	73.460	13.850	3.8...	2.410	2.980	2.200	1.300	Sınıf-5
7	Bingöl	75.310	8.630	7.8...	4.310	1.860	0.780	1.210	Sınıf-1
8	Bursa	71.820	13.400	6.0...	2.870	2.010	2.170	1.710	Sınıf-5
9	Denizli	77.410	11.600	3.9...	1.240	2.950	1.670	1.150	Sınıf-5
10	Diyarbakır	67.010	14.110	7.1...	6.610	1.700	0.970	2.480	Sınıf-1
11	Edirne	73.990	10.270	5.5...	1.800	2.830	2.690	2.840	Sınıf-5
12	Elazığ	73.520	12.480	4.9...	3.200	2.250	1.520	2.080	Sınıf-5
13	Erzurum	72.820	9.760	7.4...	4.620	2.190	0.930	2.280	Sınıf-1
14	Eskişehir	74.010	12.580	5.0...	1.990	2.240	1.880	2.270	Sınıf-5
15	Gaziantep	78.740	9.070	5.1...	1.500	2.570	1.290	1.660	Sınıf-5
16	Hatay	79.730	10.950	4.0...	2.150	1.220	0.860	1.050	Sınıf-2
17	Isparta	76.460	11.400	5.5...	2.170	1.730	1.720	1.020	Sınıf-2
18	Mersin	76.510	10.640	4.4...	2.620	3.160	1.160	1.500	Sınıf-5
19	İstanbul	71.080	14.530	4.4...	3.200	3.080	1.530	2.120	Sınıf-5
20	İzmir	70.790	15.080	4.7...	2.590	2.240	1.960	2.610	Sınıf-5
21	Kars	63.440	14.810	11....	3.570	3.210	1.080	2.030	Sınıf-3
22	Kocaeli	74.310	13.560	4.5...	2.390	2.110	1.510	1.600	Sınıf-5
23	Konya	80.810	9.250	3.4...	1.970	2.160	1.400	0.930	Sınıf-2
24	Manisa	70.510	18.090	4.6...	1.480	2.490	1.540	1.210	Sınıf-5
25	Mardin	64.390	12.260	7.3...	8.870	3.840	0.410	2.880	Sınıf-4
26	Muğla	71.840	14.530	3.9...	2.100	3.330	2.350	1.920	Sınıf-5
27	Nevşehir	73.030	15.460	5.3...	1.700	1.430	1.570	1.420	Sınıf-5
28	Rize	76.290	9.780	5.1...	2.780	2.090	1.980	1.890	Sınıf-5
29	Sakarya	77.640	9.550	4.2...	2.050	3.160	1.600	1.770	Sınıf-5
30	Samsun	74.090	12.420	4.4...	3.130	2.390	2.320	1.160	Sınıf-5
31	Sinop	82.330	8.700	4.0...	1.500	1.060	1.590	0.770	Sınıf-2
32	Trabzon	72.460	12.870	4.7...	3.310	2.110	1.730	2.760	Sınıf-5
33	Şanlıurfa	68.170	14.990	6.1...	5.340	1.720	0.660	2.960	Sınıf-1
34	Van	70.390	10.180	11....	4.520	1.460	0.240	1.310	Sınıf-1
35	Yozgat	63.840	16.550	8.1...	2.490	3.630	2.660	2.650	Sınıf-3

Şekil 18. Verilerin Tablo Görünümü

Her bir kümede yer alan mutluluk kaynağı değerlerin tablolaştırılmış hali tablo 5’de verilmiştir:

Verilerin tablosu Şekil 17’de görüldüğü gibidir. İl değişkeninin altında belirli 35 şehir yer alırken mutluluk kaynağı olarak sayılan yedi değişkenin altında ise her satırın toplamı %100’ü verecek şekilde sayılarla doludur

Şekil 18’de görülen tablo her bir ilin hangi sınıfta yer aldığını gösterir. Bu tabloya göre her bir sınıfta yer alan şehirler şu şekildedir:

Sınıf-1 kümesinde yer alan şehirler; Adana, Bingöl, Diyarbakır, Erzurum, Şanlıurfa ve Van olup toplam 6 adettir.

Sınıf-2 kümesinde yer alan şehirler; Adıyaman, Hatay, Isparta, Konya ve Sinop olup toplamda 5 adettir.

Sınıf-3 kümesinde bulunan şehirler; Antalya, Kars ve Yozgat olup toplam 3 adettir.

Sınıf-4 kümesinde yalnızca Mardin ili yer almıştır.

Sınıf-5 kümesinde yer alan şehirler; Ankara, Artvin, Aydın, Bursa, Denizli, Edirne, Elazığ, Eskişehir, Gaziantep, Mersin, İstanbul, İzmir, Kars, Manisa, Muğla, Nevşehir, Rize, Sakarya, Samsun ve Trabzon olup toplamda 20 adettir.

Sınıflar	MUTLULUK KAYNAĞI OLAN KİŞİLER						
	Tüm Aile	Çocuklar	Eş	Anne/Baba	Kendisi	Torunlar	Diğer
Sınıf-1	70,897	11,655	7,872	4,867	1,965	0,742	2,003
Sınıf-2	80,57	9,68	4,188	2,034	1,378	1,232	0,918
Sınıf-3	64,513	15,613	8,563	3,107	3,56	2,003	2,64
Sınıf-4	64,39	12,26	7,35	8,87	3,84	0,41	2,88
Sınıf-5	74,089	12,554	4,712	2,346	2,588	1,773	1,938

Tablo 5.Sınıflara Göre Mutluluk Kaynağı Olan Kişiler

Mutluluk kaynağı olan kişilerin birbirleri ile kıyaslarının daha iyi anlaşılması adına her bir değer sınıflara göre kendi içlerinde yorumlandığında, mutluluk kaynağı olan kişilerden “Tüm Aile” seçeneğinin sınıflara göre durumu verilmiştir. Bu tabloya göre Sınıf-2 Tüm Aile değişkenini diğer kümelerle göre daha çok oylamıştır.

Mutluluk kaynağı olan kişilerden biri sayılan “Çocuklar” değişkeninin kümelerle göre değerlendirmesi için tablo 5’e bakıldığında Sınıf-3 kümesinin 15,613 değeri ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu nedenle bu kümede yer alan şehirlerin

Ayrıca mutluluk kaynağı olan kişiler olarak “Kendisi” değişkeninde birinci sırada 3,84 değeri ile Sınıf-4’ün yer aldığı görülmektedir. Buna çok yakın bir diğer sınıf ise 3,56 değeri ile Sınıf-3 olmuştur.

“Eş” değişkeninin kümelerle göre gösterimine göre 8,563 oranı ile Sınıf-3 kümesi birinci sırada yerini almıştır. Bu kümede bulunan şehirlerin Eş değişkenini diğer kümelerle kıyasla daha fazla önemsendiği söylenebilir. Sadece Mardin ilinin yer aldığı Sınıf-4 kümesinin “Anne/Baba” değişkeni açısından zirvede olduğu tablo5’te görülmektedir. Bu kümenin ilk sırada yer almasının bir diğer sebebi bu kümede yalnızca bir eleman bulunurken diğer kümelerde birden fazla eleman bulunması ve dolayısıyla diğer kümelerde değerlerin ortalamasının yer almasıdır. “Torunlar” değişkeninin kümelerle göre sıralanması diğer değişkenlere göre bu değişkenin değerleri düşük olsa da Sınıf-3 kümesinin bu bölümde 2,003 değeri ile zirvede olduğu görülür. Bunu takiben Sınıf-5 kümesi ise 1,773 değeri ile ikinci sırada yer almıştır.

Son değişken olan “Diğer” değişkeninin sınıflara göre Torunlar değişkenine benzer olarak düşük değerler almıştır. Kendi içerisinde bakıldığında yine Sınıf-4’ün diğer sınıflara kıyasla bu değişkeni daha fazla mutluluk kaynağı olarak gördüğü sonucu çıkarılabilir. Uygulamanın bu bölümünde mutluluk kaynağı olan kişiler adlı veri seti her bölgeden seçilen 5 il ve toplam 35 il üzerinde gerçekleştirilen kümeleme analizi ile incelenmiştir. Her bir kümenin değişkenlerinin aldığı değerler yukarıda sırasıyla grafiklendirilmiş ve analiz edilmiştir. Bir önceki kümeleme analizi çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da her bir küme kendi arasında homojen iken birbirleri arasında heterojen dağılmıştır. Yine aynı şekilde her bir kümede “Tüm Aile” değişkeni birinci sırada yer almışken ikinci sırada “Çocuklar” değişkeni yer almıştır. Her bir değişken sınıflara göre grafikleştirilerek bu sınıfların karşılaştırılması da görsel hale getirilmiş ve çeşitli yorumlar yapılarak analiz tamamlanmıştır.

5.SONUÇ

Bu çalışmada Kocaeli ili bazında TÜİK’ten elde edilmiş çeşitli veri setleri kullanılmış olup bir veri analizinin nasıl yapıldığı örneklendirilmeye çalışılmış, veri madenciliği tekniklerinden biri olan kümeleme analizi uygulaması ile sonuçlar görselleştirilerek yorumlanmıştır. Kocaeli ili bazında yapılan analiz kısmında nüfus, göç, büyüme, dış ticaret ve yatırım teşvikleri sayesinde ilin sosyal ve ekonomik yapısı incelenmiş olup analizlerin sonuçlarına bakıldığında ilin nüfusunun son on yılda giderek arttığı, en çok İstanbul ilinden göç alıp göç verdiği, GSYH miktarı ve kişi başı GSYH miktarlarında yıllara göre önemli büyümelerin olduğu, dış ticarete geçmiş yıllara göre daha fazla hakimiyetin kurulduğu ve enerji, inşaat, turizm gibi sektörler yatırımın yapıldığı ihracatın geçmişe göre düşük seviyelerde kaldığı gözlemlenmiştir. İl bazlı analizlere bakıldığında hizmet sektöründen sonra en çok sanayi sektöründe söz sahibi olduğu, tarım açısından çok az olduğu görülürken turizme de açık ve uygun bir şehirdir. Son on yılda eğitim durumuna ve sağlık sektörüne bakıldığında iyi yönde

fark gözle görülebilir bir artış göstermiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2013 Yılı İllere Göre Mutluluk Kaynağı verileri kullanılarak yapılan kümeleme analizi uygulamasında mutluluk kaynağı olan değerler ve kişiler 35 il üzerinden incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Mutluluk kaynağı olan değerlerde her kümede birinci olan değer “Sağlık” iken ikinci sırada “Sevgi” değeri üçüncü ise “Başarı” değeri görülmüştür. İllerin “Para” ve “İş” gibi daha çok maddiyata yönelik şeyleri daha az tercih etmesi mutluluğun maddiyattan ziyade manevi değerlerde arandığının kanıtı niteliğindedir.

KAYNAKLAR

Albayrak, M., Bilimsel Araştırmalarda Veri Madenciliği Kullanımı, International Journal of Social Sciences and Education Research Online, 2017, 3(3).

Albayrak, A.S., Kotan Yılmaz, Ş., Veri Madenciliği: Karar Ağacı Algoritmaları Ve İmkb Verileri Üzerine Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2009, 14(1), s.31-52.

Tüm veriler TÜİK tarafından yayınlanan ve <https://www.tuik.gov.tr> sayfasında açıklanan istatistiklerden derlenmiştir.

KİŞİSEL VERİLERİN SAKLANMASI VE KARARTILMASI İÇİN ETKİLİ BİR YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ

Mehmet Öcal

Kocaeli Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği
name.ocal@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2606-9201

Nevcihan Duru

Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
nevcihan.duru@kocaelisaglik.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2154-7067

Özet

İnternetin hayatımıza girmesi ile oluşmaya başlayan sanal dünya; sosyal medya kullanımı, çevrimiçi oyun ve hizmetler ile ivme kazanmıştır. Dijital dünyada yaşanan ihlaller ve güvenlik zaafiyetleri mahremiyet ve güvenlik konularında yoğun tartışmaları beraberinde getirmiştir. Yaşanılan gelişmelerin neticesinde başta Avrupa olmak üzere birçok ülke çeşitli regülasyonlar getirmiştir. Ülkemizde de kişisel verilerin korunması için bir kanun çıkarılmış ve çeşitli yükümlülükler getirilmiştir. Bu noktada kişisel verilerin saklanması, işlenmesi ve karartılması hususlarında çeşitli önlem ve yükümlülükler getirilmiştir. Birçok işletme; veri sorumlusu tayin etmek, envanter çıkarmak, aydınlatma metni hazırlamak, açık rıza beyanı almak ve çeşitli bildirimlerde bulunmak gibi sorumlulukların yanında dijital operasyonlarında da güncelleme yapma ihtiyacı duymaktadır. Güvenlik ve kullanılabilirlik arasında olduğunda gibi kişisel verilerin karartılması ile iş birimleri tarafından kişisel verilerin kullanılabilmesi noktasında da ters bir ilişki mevcuttur. Bu çalışmada kişisel verilerin saklanması ve karartılması noktasında hem güvenli hem de kullanılabilirlik açısından efektif bir yöntem önerilmektedir. Bu kapsamda, yapılan çalışma ile verilerin kaydedilmesi, saklanması ve sorgu yapılabilmesi noktasında işlevsellik kaybı olmadan karartılmış şekilde tutulabilmesi için kullanılan yöntem ve geliştirilen uygulamadan bahsedilecektir. Geliştirilen yöntem tutulan verilerin tamamen şifrelenmesine dayanmaktadır. Fakat verilerin şifrelenmesi karartma noktasında etkin olsa da kullanım noktasında efektif olmamaktadır. Özellikle sorgulama yapmak imkansız hale gelmektedir. Bu engeli aşmak için özellikle seçilen üç alanın özet (hash) değerlerini tutarak, tutulan verinin içeriğini bilmeden sorgu yapılabilir bir yöntem geliştirilmiştir. Fakat bu durumda arama yapmak için ilgili alana kesin eşleşme gerekmektedir. Daha efektif hale getirmek, için Kornblum (2006) tarafından belgelerin benzerliklerini ölçmek için geliştirilen ve daha sonra birçok alana uyarlanan parçalı özet yöntemi geliştirilen uygulamaya uyarlanarak çok verimli sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kişisel Veriler, KVKK, Özet, Parçalı Özet

EFFECTİVE METHOD FOR STORİNG AND BLACKENİNG PERSONAL DATA

Abstract

The virtual world that started to emerge with the introduction of the Internet into our lives. It has gained momentum with the use of social media, online games and services. Violations and security vulnerabilities in the digital world have led to intense discussions on privacy and security issues. As a result of the developments experienced, many countries, especially Europe, have brought various regulations. In our country, a law has been enacted for the protection of personal data and various obligations have been introduced. At this point, various measures and obligations have been introduced regarding the storage, processing and obfuscation of personal data. Many businesses; In addition to responsibilities such as appointing a data controller, taking inventory, preparing a clarification text, obtaining express consent and making various notifications, it also needs to update its digital operations. There is an inverse relationship between security and usability, as well as obscuring personal data and the use of personal data by business units. In this study, an effective method is proposed in terms of both security and usability at the point of storing and blackening personal data. In this context, the method used and the application developed to keep the data darkened without loss of functionality at the point of recording, storing and querying will be mentioned with the study. The developed method is based on

the complete encryption of the stored data. However, although the encryption of data is effective at the blackout point, it is not effective at the point of use. In particular, it becomes impossible to make inquiries. In order to overcome this obstacle, a method has been developed that can be queried without knowing the content of the data held by keeping the hash values of the three selected fields. But in this case, exact match to the relevant field is required to search. In order to make it more effective, the partial hashing method, which was developed by Kornblum (2006) to measure the similarity of documents and later adapted to many fields, was adapted to the developed application and very productive results were obtained.

Keywords: Personal Data, GDPR, Hash, Partial Hashing

1. GİRİŞ

Dijital verinin arttığı günümüzde en hassas konulardan birisi mahremiyet ve kişisel verilerin korunmasıdır. 2011 yılında Sony'den kredi kartı verilerinin çalınması gibi sansasyonel olaylar verilerin güvenliği noktasında ciddi tedbirler alınması gerektiğini gösterdi. 2015 yılında gerçekleşen, Facebook–Cambridge Analytica veri ihlali ile de insanların mahremiyet konusunda kaygılarını arttırmış ve kişisel verilerin işlenmesi konusunda da ciddi düzenlemelere ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur. Dijital işlemlerin ve dijital verinin artması ile kişisel verilerin korunması da en önemli kaygılardan biri haline gelmiştir. Haklı olarak bu kaygının neticesinde yürütülen çalışmalar ile çeşitli regülasyonlara gidilmiştir. Avrupa Birliği 2016/679 sayılı “General Data Protection Regulation (GDPR)” ile kişisel verilerin saklanması, işlenmesi ve transferi gibi konuları düzenlemiştir. Ülkemizde de 6698 sayılı “Kişisel Verilerin Korunması Kanunu” ile kişisel verilerin saklanması, işlenmesi ve transferi gibi konular düzenlenmiştir. Her iki düzenlemede hem kişilere hem de kurumlara çeşitli yükümlülükler getirmektedir. 7 Nisan 2016 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren ‘6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu’; kişisel verilerin işlenmesinde başta özel hayatın gizliliği olmak üzere kişilerin temel hak ve özgürlüklerini korumak ve kişisel verileri işleyen gerçek ve tüzel kişilerin yükümlülükleri ve uyacakları kuralları düzenleme amacını taşımaktadır. Kişisel verilerin elde edilmesi, kaydedilmesi, depolanması, muhafaza edilmesi, değiştirilmesi, yeniden düzenlenmesi, açıklanması, aktarılması, devralınması veya sınıflandırılması gibi her türlü işlem kişisel veri işleme olarak kabul edilmektedir ve kanunda düzenlenen kurallara uygun olmalıdır. Kanunun 3. maddesinde “**Kişisel Veri:** Kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye ilişkin her türlü bilgiyi” şeklinde ve 6. maddesinde ise “**Özel Nitelikli Kişisel Veri:** Kişilerin ırkı, etnik kökeni, siyasi düşüncesi, felsefi inancı, dini, mezhebi veya diğer inançları, kılık ve kıyafeti, dernek, vakıf ya da sendika üyeliği, sağlığı, cinsel hayatı, ceza mahkûmiyeti ve güvenlik tedbirleriyle ilgili verileri ile biyometrik ve genetik verileri özel nitelikli kişisel veridir.” şeklinde tanımlanmıştır.

Avrupa Birliği regülasyonlarında **PII (Personnaly Identifiable Information)**, Ülkemizdeki regülasyonunda **Kişisel Veri** olarak tanımlanan verinin saklanması, işlenmesi, transferi ve yok edilmesi ile ilgili düzenlemeler ve yaptırımlar bulunmaktadır. Burada hangi verinin kişisel veri olduğunun tespiti problemi ortaya çıkmaktadır. Gerek kanuni yükümlülükler kapsamında veri envanteri çıkarmak, gerek veri ihlallerini tespit etmek için kişi ve kurumların işledikleri veriler içerisinde hangi verilerin kişisel veri olduğunu belirlemesi gerekmektedir. Mevcut durumda kural tabanlı tespit ve manuel tespitler yapılmaktadır. Otomatik tespit eden sistemlerin geliştirilmesi ise üzerinde çalışılacak bir alan olarak durmaktadır.

Kişisel verilerin tamamen veya kısmen otomatik olan ya da herhangi bir veri kayıt sisteminin parçası olmak kaydıyla otomatik olmayan yollarla elde edilmesi, kaydedilmesi, depolanması, muhafaza edilmesi, değiştirilmesi, yeniden düzenlenmesi, açıklanması, aktarılması, devralınması, elde edilebilir hâle getirilmesi, sınıflandırılması ya da kullanılmasının engellenmesi gibi veriler üzerinde gerçekleştirilen her türlü işlem kanunda Kişisel verilerin işlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Kanunun 5. maddesinin 1. fıkrasına göre de kişisel veriler ilgili kişinin açık rızası olmaksızın işlenemez ya da kanunda belirlenen özel hallerde işlenebilir. Kişisel verilerin ve Özel nitelikli verilerin saklanması, işlenmesi, silinmesi, yok edilmesi veya anonim hale getirilmesi, aktarılması, yurt dışına aktarılması kanunla düzenlenmektedir ve kişi ve kurumlara hak, yükümlülükler ve ceza ehliyet doğurmaktadır. Bu noktada kişisel verilerin işlenmesi esnasında veri ihlali yaşanmaması için gerekli önlemlerin alınması

ve gerektiğinde verilerin karartılması ihtiyacı kişi ve kurumlara ekstra bir maliyet getirmektedir. Ayrıca bu işlemlerin efektif bir şekilde yapılabilmesi bir problem olarak önümüzde durmaktadır.

Kurumlar kişilerin isteği doğrultusunda kişisel verileri karartmak durumundadır. Fakat kişi tekrar ilgili kurumun hizmetlerini alabilmek için kişisel verilerinin işlenmesine izin vermesi durumunda karartılan verilerin geri getirilmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Ayrıca karartılan veriler içinde arama yapmak, açılmak istenen verinin hangi veri olduğunu tespit etmek de ayrıca bir problem oluşturmaktadır.

Veri ihlallerini önlemek de kurumların önünde çok boyutlu bir iş yüküdür. Dijital sistemlerin her türlü güvenliğini sağlamak için gerekli altyapı çalışmaları yapılmalıdır. Fakat teknik olarak alınan güvenlik önlemleri bile çoğu zaman korsanları durduramamaktadır. Yakın zamanda korsanların hedefinde olan Yemeksepeti şirketinden tüm kullanıcıların verilerinin çalındığı haberlere yansıdığı gibi şirketin açıklamaları da bu yöndedir. Veri ihlali yükümlülükler yanında firmaların itibarını da tehdit etmektedir. Bu nokta alınacak ekstra tedbirler de önem kazanmaktadır. Verilerin güvenliği için verilerin tutulduğu veri tabanlarının şifrelenmesi de bu noktada bir çözüm oluşturmaktadır. Fakat kullanılabilirlik ile güvenlik arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Alınan her güvenlik tedbiri çoğunlukla kullanışlılık ve performans kayıpları oluşturmaktadır. Özellikle şifreleme işlemleri verinin içinde arama gibi fonksiyonlarının bozulmasına ya da çok zorlaşmasına neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında özellikle kişisel veriler olmak üzere her türlü hassas verinin veri tabanı sistemlerinde saklanması noktasında efektif bir yöntem geliştirilmiştir. Gerek kurumların veri karartma ihtiyacı için gerekse verilerin güvenli bir şekilde tutulabilmesi için tüm kişisel verilerin şifrelenmesine dayanan yöntem fonksiyon kayıplarını azaltmayı amaçlamıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Kişisel verilerin saklanması ve karartılması için efektif bir yöntem geliştirilmesi için ilk olarak örnek bir veri tabanı ele alınmıştır. Açık kaynaklardan elde edilebilen örnek bir kütüphane veri tabanı üzerinde çalışılmıştır. İlk olarak kütüphane veri tabanında yer alan tüm tablolar incelenmiş ve kişisel verilerin tutulduğu kolonlar belirlenmiştir. Daha sonra bu verilerin güvenli bir şekilde saklanması ve aynı zamanda karartma işlemini de sağlayacak bir şifreleme yöntemi seçilmiştir. İlgili tüm veriler orijinal tablolarından silinirken yeni bir tabloya şifreli bir şekilde yeniden yazılmıştır. Bu işlemde sonra kullanım fonksiyonlarını sağlamak için geliştirilen (özet) hash değerleri de hesaplanarak veri tabanına yazılmıştır. Ayrıca daha gelişmiş bir kullanım için parçalı özet değerleri de hesaplanarak kaydedilmiştir. Daha sonra ilgili verilerin içinde arama fonksiyonları ve geri getirme işlemleri test edilmiştir. Tüm kişisel veriler tamamen şifrelenerek güvenliğin sağlanması hedeflenmiştir. Bunun yanında kullanım kaybını telafi ederek efektif bir saklama yöntemi geliştirilmiştir.

2.1. Örnek Bir Veri Tabanında Kişisel Verilerin Tespiti

Bu çalışmada kişisel verilerin karartılması ve saklanması için yapılan çalışmalar bir veri tabanı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bunun için açık kaynaklardan elde edilen bir kütüphane veri tabanı kullanılmıştır. Veri tabanı açık kaynaklardan alındığı için içindeki verilerin anonimleştirilmiş veriler olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca bir anonimleştirme çalışması yapılmamıştır. Öğrencilerin sınıf ve doğum tarihi verileri birlikte değerlendirildiğinde de verilerin anonimleştirilmiş veriler olduğu görülmektedir. Sınıf verileri lise sınıflarını göstermekle birlikte doğum tarihi yılları çok geniş bir aralıkta yer almaktadır. Yapılan çalışmanın ilk adımı ilgili veri tabanında tutulan tüm kişisel verilerin tespit edilmesidir. Tüm tablolar ve kolonları incelenerek kişisel verilerin tutulduğu alanlar belirlenmiştir. Örnek veri tabanımızda kişilere dair veriler “öğrenci” tablosunda tutulmaktadır.


```

SELECT TOP (1000) [ogrno]
,[ad]
,[soyad]
,[dtarih]
,[cinsiyet]
,[sinif]
,[puan]
FROM [kutuphaneyeni].[dbo].[ogrenci]
    
```

ogrno	ad	soyad	dtarih	cinsiyet	sinif	puan
1	Eşref	EMİN	1954-02-19 00:00:00.000	E	12F	64
2	Filiz	ÖZTÜRK	1969-11-16 00:00:00.000	K	9F	99
3	Nur Sena	ÖZTÜRK	1959-04-10 00:00:00.000	K	10B	94
4	Büşra	VAROL	1999-10-25 00:00:00.000	K	10F	12
5	Nazlı	YILDIRIM	1981-08-21 00:00:00.000	K	11D	59
6	Büşra Kerzik	TEKİN	1965-02-17 00:00:00.000	K	9E	14
7	Emine	İLDİZ	1974-09-25 00:00:00.000	K	11D	17
8	Nedime	BALDAN	1950-10-25 00:00:00.000	K	12A	2
9	Aylin	AYGÜN	1973-02-14 00:00:00.000	K	12F	56
10	Melike	TOPRAK	1988-05-10 00:00:00.000	K	12B	9

Şekil 25. Kişisel Verilerin tespit Edilmesi

Yapılan çalışmanın ilk adımı ilgili veri tabanında tutulan tüm kişisel verilerin tespit edilmesidir. Tüm tablolar ve kolonları incelenerek kişisel verilerin tutulduğu alanlar belirlenmiştir. Örnek veri tabanımızda kişilere dair veriler “öğrenci” tablosunda tutulmaktadır. Diğer tablolarda bireysel kişiyi işaret eden bir veri bulunmamaktadır.

2.2. Kişisel Verilerin Şifrelenerek Saklanması ve Karartılması

Çalışmanın ikinci adımında tüm kişisel veriler orijinal tablolarında silinerek yerlerine * yazılmıştır. Bu veriler orijinal tablolarından silinirken oluşturulan yeni bir tabloda tüm veriler şifreli bir şekilde kaydedilmiştir.

ogrno	ad	soyad	dtarih	cinsiyet	sinif	ogrnoCrypted	adCrypted	soyadCrypted
1	Eşref	EMİN	1954-02-19 00:00:00.000	E	12F	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000868FC9A...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000004194DC4...	0x003B30CEC...
2	Filiz	ÖZTÜRK	1969-11-16 00:00:00.000	K	9F	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000057D0362...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000040F8493...	0x003B30CEC...
3	Nur Sena	ÖZTÜRK	1959-04-10 00:00:00.000	K	10B	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000001B85DC...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000007EAC4...	0x003B30CEC...
4	Büşra	VAROL	1999-10-25 00:00:00.000	K	10F	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000003BCFB45...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000098E898...	0x003B30CEC...
5	Nazlı	YILDIRIM	1981-08-21 00:00:00.000	K	11D	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000007829B0...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000003EF227A...	0x003B30CEC...
6	Büşra Kerzik	TEKİN	1965-02-17 00:00:00.000	K	9E	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000792EDB5...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000079A80DF...	0x003B30CEC...
7	Emine	İLDİZ	1974-09-25 00:00:00.000	K	11D	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000A1EB530...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000003E3C11A...	0x003B30CEC...
8	Nedime	BALDAN	1950-10-25 00:00:00.000	K	12A	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000EBBEA...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000071E9D9...	0x003B30CEC...
9	Aylin	AYGÜN	1973-02-14 00:00:00.000	K	12F	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000F0E919E...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000073DAD...	0x003B30CEC...
10	Melike	TOPRAK	1988-05-10 00:00:00.000	K	12B	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000007608B7E...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000003D88440...	0x003B30CEC...
11	Hali İbrahim	DİLEK	1950-11-09 00:00:00.000	K	11D	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000006B85341...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000004915B9...	0x003B30CEC...
12	Rabia	CAVA	1972-10-05 00:00:00.000	K	10C	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000DA68394...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000004A48802...	0x003B30CEC...
13	Hali İbrahim	MELİKOĞLU	1989-08-07 00:00:00.000	K	12C	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000010379ED...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000031697E6...	0x003B30CEC...
14	Kübra	BAKICI	1991-12-03 00:00:00.000	K	12D	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000084CD31...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000CE4138A...	0x003B30CEC...
15						0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000007EE2A19...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000006085250...	0x003B30CEC...

Şekil 26. Öğrenci tablosunda yer alan veriler ve şifrelenmesi

Tüm kişisel verilerin şifrelenmesi ile veriler karartılmış olmaktadır. Ayrıca şifrelenmiş veriler korsanların ellerine geçse dahi açık olmadığı için ekstra bir koruma katmanı sağlanmış olmaktadır.

2.3. Kullanışlılık için Özet Değerlerin Eklenmesi

Çalışmamızın üçüncü aşamasında ise şifreleme ile kaybettiğimiz kullanılabilirlik kaybının telafisi için çalışılmıştır. Tüm kişisel verilerin şifrelenmesi ile verilerin güvenliği artırılmakla birlikte bu veriler içinde standart işlemlerin yapılması zorlaşmaktadır. İlk olarak bu verilerin içinde sorgulama yapmak için tüm verilerin açılması gerekmektedir. Ayrıca güncelleme yapmak gibi işlemler için de önce tüm verilerin açılması, sonra arama yapılarak ilgili verinin güncellenmesi sonrasında tüm verilerin yeniden şifrelenmesi gerekmektedir. Bu aşamada önerdiğimiz çözüm önerisi, kişiyi tam olarak işaret öğrenci numarası (ogrno) verisi ile genelde kişinin aranmasından kullanılan isim (ad) ve soyad (soyad) verileri üzerinden şifreli tabloda hızlı arama yapabilmek için bu alanların özet (hash) değerlerinin hesaplanmasına dayanmaktadır. Bu aşamada, bu üç alanın MD5 değerlerini hesaplayarak kaydettik.

	ogmoHash	adHash	soyadHash	ogmoCrypted	adCrypted
1	oI"8UhIII CEBJÖ)Ym#	=I_jÊzIöIâ±uE*U	±I;""*e"";âÉê>	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000B68FC9A...	0x003B30
2	I=-""fE-CYú'şyA	ş/é* fâIII_ê+/ZI	1±%ZAAdII' *ê±h)h	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000057D0362...	0x003B30
3	ñ7IIIf'Âuh(ae)j...	@Oç;ÄÜIñ<- aİşIIIP	öY_ ÖIII' - ë'coqI	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000001B85DC...	0x003B30
4	<YÜIII'PŞ;éIâIÇy	Ü-e_âDüI)»şO»çÜ(şnO--+ID@şI'ÄH[-ê	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000003BCFB45...	0x003B30
5	ñxgÖeIjI"KUXth*	GzI.+3cE;^\$MU	İr-Li'-6HÖñi-	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000C7829B0...	0x003B30
6	7<ütIâIç;ÇÖ'f	Ş/<ÇAg^ÉQÉ'eIIu)N3fLiü., Ö.+YñÖ	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000792EDB5...	0x003B30
7	ñŞw@IâIç)C'e_	Ü-2 EİçII) %đ *''+	ICæşöI:İszüIâD+7	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000A1EB530...	0x003B30
8	jIz7V3pŞĞ_Z:öi	""x("üVşÜIÉÉ=8SO	şnO--+ID@şI'ÄH[-ê	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000CEBBEA...	0x003B30
9	Ns,i4cGmäÉsIñIöw	E;III	fŞ%-HS/Gç' tIaxP±	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000F0E919E...	0x003B30
10	çOIâZzÖhN8ö iÖğ	âk#;İNâñIÄIIA2,I	%rI(CEöñ'JnÖêç;şII	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF862759020000007608B7E...	0x003B30
11	3ç_ğÖI)æY5I9II%	Mr5B;¼8æCEk*\$æ CE	Öv,µ_A->Iç@mp.+	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000BB85341...	0x003B30
12	n@«IâIç) D@ÄIâI	+*ÜÜö.¼O6JNf*	CEĞI'QWu'QHÜ+ İE9	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000DA68394...	0x003B30
13	4I<IâIç)EÄ-(0?	+ÖIÜ±&ÆXü¼ŞÄIşPÜ)ñI#MñS *±é'~	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000010379ED...	0x003B30
14	AşS üGUÜÜX<45nö	.IjTq8aöI#IKY	±ñZII' İEDIIÄL	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000B4CD31...	0x003B30

Şekil 27. Şifreli tabloya eklenen MD5 değerleri

Belirttiğimiz kolonların MD5 değerlerinin hesaplanarak eklenmesi arama yapmak istediğimiz verinin de MD5 değerinin hesaplanması ve bu değerlerin karşılaştırılması üzerinden olacağı için çok hızlı olacaktır.

2.4. Verilerin Sorgulanması ve Geri Getirilmesi

Kişisel veriler içinde seçilen üç alanın özet (hash) değerlerinin hesaplanması ile verilerin kullanılması noktasında kaybolan işlevsellik geri kazanılmıştır. Bu sayede efektif bir saklama ve karartma yöntemi uygulanabilmiştir. Şifrelenen verilerin kullanılmasına dair örnekler aşağıda yer almaktadır.

Örnek 1: 296 öğrenci numarasına (buradaki değer başka veri tabanlarında kimlik no da olabilirdi) sahip kayıt olup olmadığının kontrolü için 296 verisinin özet değeri hesaplanarak karşılaştırılmaktadır.

	ogmoHash	adHash	soyadHash	ogmoCrypted	adCrypted	soyadCrypted
1	Ö-AIÜ-ŞQöÉEüIÇ;P	İeUrñI6'İpPİIâÖ'	>e,0''İ-YN-TİñBw	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF8627590200000093D9...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000739511...	0x003B30CEC93505489D02FAC8AF86275902000000739511...

Şekil 28. 296 numaralı öğrencinin olup olmadığının kontrolü

Örnek 2: 296 numaralı öğrencinin verilerinin gösterilmesi için 296 verisinin özet değeri ile sorgulama yaparken güvenliği sağlayan sertifika ile şifreli veriler açılarak sorgu sonucu elde edilebilir.

```

select
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(ogrnoCrypted)),
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(adCrypted)),
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(soyadCrypted)),
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(dtarihCrypted))
from ogrnecrypted
where ogrnoHash = HashBytes('MD5', CAST(296 as varchar(10)))

```

	(No column name)	(No column name)	(No column name)	(No column name)
1	296	Mehmet	KARAKAŞ	1974-06-12 00:00:00.000

Şekil 29. 296 numaralı öğrencinin verilerinin getirilmesi

Burada yapılan sorguda, gerekli sertifika ve anahtara sahip olmadan sorgu yapmak mümkün değildir. Hem verilerin şifrlenmesinde hem de şifreli kayıtların gösterilmesinde bu sertifika ve anahtar değere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun örneği aşağı yer alan şekilde gösterilmektedir.+

```

OPEN SYMMETRIC KEY SymKey_test
  DECRYPTION BY CERTIFICATE Certificate_test;

```

Şekil 30. Verilerin şifrlenmesi için açılması işlemi için gerekli sertifikanın kullanılması

Örnek 3: “Mehmet” isimli öğrencilerin sorgulanması için Mehmet isminin özet değeri alınmalı ve bu değer ile sorgulama yapılmalıdır.

```

select
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(ogrnoCrypted)),
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(adCrypted)),
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(soyadCrypted)),
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(dtarihCrypted)),
  CONVERT(varchar, DecryptByKey(sinifCrypted))
from ogrnecrypted
where adHash = HashBytes('MD5', 'Mehmet')

```

	(No column name)	(No column name)	(No column name)	(No column name)	(No column name)
1	296	Mehmet	KARAKAŞ	1974-06-12 00:00:00.000	10C
2	469	Mehmet	YİĞİT	1952-09-10 00:00:00.000	12C
3	308	Mehmet	COŞKUN	1976-03-02 00:00:00.000	10B
4	353	Mehmet	KUÇUK	1964-06-16 00:00:00.000	11E
5	727	Mehmet	KILIÇ	1969-03-13 00:00:00.000	10A

Şekil 31. “Mehmet” isimli öğrencilerin sorgulanması

Özet değerlerinin kullanılması ile şifrlenmemiş veri tabanında yapılan sorgulamalar çok benzer şekilde sorgularla verilere ulaşabilmektedir. Burada sorgulamalar için güvenliği sağlayan bir sertifika ile oluşturulan anahtar değeri verilerin güvenliğini sağlamaktadır.

2.5. Parçalı Özet Yöntemi ile Benzer Verilerin Sorgulanması İçin Önerilen Yöntem

Kişisel verilerin tamamen şifrlenmesi ile verilerin güvenliği sağlanmaktadır. Kullanılan özet yöntemi ile de güvenlik sağlanırken işlevsellik kaybının önüne geçilmiştir. Fakat kullanılan yöntem kesin eşleşme (exact matching) ile sorgulama yapılmasına imkan tanımaktadır. Halbuki çoğu zaman veri tabanlarında benzerlik sorguları da yapılmaktadır. Sql sorgulamalarında “LIKE” anahtar kelimesi ile yapılan sorgulamalara benzer sorgulamalar geliştirdiğimiz yöntem ve ortamda mümkün olmamaktadır. Örnek olarak çoğu veri tabanında adres bilgisi tutulmaktadır ve kişisel veridir. Bu veri içinde arama yapmak için sadece sokak veya mahalle bilgisi gibi bilgiler üzerinden *like* sorguları yapılmaktadır. Geliştirdiğimiz yöntemde böyle bir sorgulama yapmak mümkün olmamaktadır. Böyle sorgulamaları

yapabilmek için, Kornblum (2006) tarafından dijital adli analiz çalışmaları için belgelerin benzerliğini kontrol edebilmek için geliştirilen parçalı özet yönteminin yaptığımız geliştirmeye uyarlanması ile daha efektif bir sonuç elde edilebilecektir. Parçalı özet (piecewise hashing) yöntemi, bir veri içinde belirli noktalarda yer alan içerikten tetiklenen çok sayıda özet değerinin birleştirilmesi ile elde edilen bir özet değeridir. Standart özet değerlerine göre hesaplaması daha çok işlem gerektirse de belgelerin benzerlik oranlarını hesaplayabilmektedir. Benzerlik sorgularının yapılabilmesi için bir kişiye ait tüm veriler yan yana getirilmesi ile elde edilecek olan verinin parçalı özet değeri de veri tabanında tutulmalıdır. Arama kelimesi ile %1'den fazla benzerlik gösteren kayıtlar eşleşme olarak kabul edilmektedir. Benzerlik sorgulamaları için bu yöntemin çözümün olacağını düşünüyoruz. Gelecek çalışmalarda bu yöntemi de geliştirmemize dahil etmeyi planlıyoruz.

3. SONUÇ

Kişisel verilerin ve hassas verilerin korunması hem kişiler hem de kurumlar açısından önem arz etmekle birlikte regülasyonlar nedeni ile de kişisel verileri işleyen ve saklayan kurumlara yükümlülükler getirmektedir. Kişisel verilerin saklanması ve karartılması her kurum kendi bünyesinde çeşitli önlemler almaktadır. Alınan önlemler çoğu zaman yetersiz veya kullanışsız olmaktadır. Bu çalışmada, kişisel verilerin saklanması ve karartılması için kişisel verilerin şifrelenmesine dayanan bir çözüm önerisi sunulmuştur. Fakat şifreleme ile gelen kullanışlılık problemlerine çözümler geliştirilerek efektif bir çözüm olması sağlanmıştır.

4. TARTIŞMA

Dijitalleşmenin hız kazandığı günümüzde web sitelerinin bile çerez ve ip bilgisi gibi kişileri işaret eden verileri tutması kişisel verilerin güvenliği konusunu önemli hale getirmektedir. Gerek verileri işleyen kişi ve kurumların prestiji açısından gerek regülasyonların getirdiği yükümlülükler açısından kişisel verileri işleyen kurumlar zaman içerisinde daha etkin koruma yöntemleri arayışına girecektir. Biz bu çalışmada bir veri tabanı üzerinde kişisel verilerin güvenli bir şekilde saklanması için bir çözüm önerisinde bulduk. İlerleyen çalışmalarda ilişkisel veri tabanında yer alan bilgilerin ilişkisel olmayan veri tabanlarına taşınması, verilerin uygulama bazlı şifrelenmesi gibi çalışmalar yapılabilir. Ayrıca bu konuda maskeleyme ve karartma noktasında daha gelişmiş algoritmik çözümler üretilebilir.

KAYNAKLAR

- Ferrer J. D. 2019. Personal Big Data, GDPR and Anonymization. International Conference on Flexible Query Answering Systems, 7-10
- Kornblum, J. 2006. Identifying Almost Identical Files using Context Triggered Piecewise Hashing. Digital Investigation 3 (suppl.), 91-97
- Hart, M. Manadhata, P. Johnson, R. 2011. Text Classification For Data Loss Prevention. International Symposium on Privacy Enhancing Technologies Symposium, 18-37
- Shaham S. 2019. Privacy Preserving Location Data Publishing: A Machine Learning Approach. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (Volume: 33, Issue: 9, Sept. 1 2021), 3270-3283
- KVKK, 2016, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6698.pdf>
- tr.wikipedia.org, 2015, https://tr.wikipedia.org/wiki/Facebook-Cambridge_Analytica_veri_ihlali

PROJE YÖNETİMİNİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEKİ BİR PROJEDE UYGULAMASI

Sevda GİDER DOĞAN

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş
sevdagider@gmail.com

Soner ÖNER

Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş
ssoneroner@gmail.com ORCID: 0000-0003-2084-2048

Özet

Proje daha önce yapılmamış bir iş olmakla birlikte belli bir zaman ve hedef doğrultusunda yapılmalıdır. İnsanoğlu gelişimini disipline olmakla ve yaptığı işleri projelendirerek devam ettirmektedir. Otomotiv sektöründe de kullandığımız araçlardaki her bir parçanın üretimi, bu üretimin montajlanacak alana sevki, montajlı hale getirilmesi büyük bir projenin iş paketleridir. İstenilen zamanda istenilen şartlarda rekabet ortamına uyum sağlayabilecek bir aracın tamamlanması iyi bir proje planlaması ile yapılabilir. Bu makalede otomotiv sektöründe kullanılan bir ön süspansiyon elemanın M.S Project metodu ile kritik yolu oluşturulmuştur. Oluşturulan proje adımlarında birbirlerinin öncül ve ardıları projenin gerçekleşme planını ortaya koymaktadır. Böylece planlanan projenin mümkün olabilen en iyi şartlar ve sürede gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Bu projede ayrılan bütçe ve zaman da kalıp, satınalma, tasarım, kalite, üretim süreçleri dahilinde proje iki farklı plan da değerlendirilerek karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Proje yönetimi, Ön süspansiyon, Kritik yol, M.S.Project

IMPLEMENTATION OF PROJECT MANAGEMENT IN A PROJECT IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Abstract

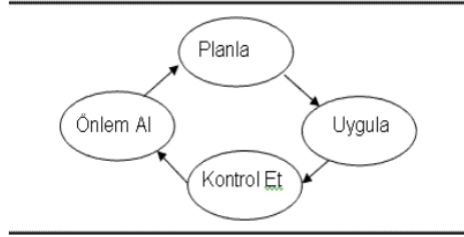
Although the project is a job that has not been done before, it should be done in line with a certain time and target. Human beings continue their development by being disciplined and by projecting the works they do. The production of each part in the vehicles we use in the automotive sector, the delivery of this production to the area to be assembled, and the assembly are the work packages of a big project. Completing a vehicle that can adapt to the competitive environment at the desired time and under the desired conditions can be done with a good project planning. In this article, the critical path of a front suspension element used in the automotive industry was created with the M.S Project method. In the project steps created, the antecedents and successors of each other reveal the realization plan of the project. Thus, it is ensured that the planned project is realized in the best possible conditions and time. The project was evaluated and compared in two different plans within the budget and time allocated for this project, within the mold, purchasing, design, quality and production processes.

Keywords: Project management, Front suspension, Critical path, M.S.Project

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze denk proje yönetimi medeniyetlerde kendine yer bulmuştur. 1950'lerden itibaren organizasyonlar kompleks mühendislik projeleri için proje yönetimi yöntem ve tekniklerini kullanmışlardır. Otomotiv sektöründe kendini kanıtlamış olan IATF 16949 Kalite Yönetim Sistemi Standardı ileri ürün kalite planlaması sürecinin gerektirdiği, sektör için proje yönetimi anlamında gerekli yöntem ve araçları tanımlasa da, müşteri memnuniyeti ve ürün/proses kalitesini için, firmaların proje yönetiminde karşı karşıya kaldığı süre ve maliyet kısıtlarına etkin çözüm sağlayacak metotlar konusunda istenilen beklentileri verememektedir.(5) Projeler değişim gerektiğinde ortaya çıkarak, işletmede yenilik temsil ederler. Projeden beklenen değişim büyük çaplı, yaygın bir etkisi olan, kapsamlı, ayrıntılı olmasıdır. İşletme içinde meydana gelen küçük çaplı düzenlemeler projenin bünyesine dahil edilemezler. Küçük çapta düzenleme ve değişimler işletmenin kendi içerisinde rutin faaliyetlerinde yapmış olduğu değişiklikler sonucunda meydana gelmesi beklenen ve sürecin doğal seyri olarak kabul

edilir. (1,3) Bir projenin belirli bir plan ve program dahilinde amaçlanan hedefe ulaşmasını sağlamak için belirlenen planlama, organizasyon, koordinasyon ve kontrol faaliyetleri, proje yönetimi kavramını meydana getirmektedir(2). Kurumların stratejik hedefleri doğrultusunda gerçekleştirmesi gereken proje, program ve portfolyölerin sistematik yönetim süreci ile kurumsal uygulamaların uyumunun ele alındığı “Kurumsal Proje Yönetimi Olgunluk Değerlendirmesi”dir.(4) Proje yönetimi,beş temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar proje saptama,planlama, uygulama, izleme ve kontrol ,son olarak da tamamlama ve değerlendirmedir. Bu aşamaları içeren PUKÖ döngüsü proje yönetiminde de önemli bir role sahiptir.(6) Proje Yönetimi Yetkinlik düzeyinin (kapasitesinin) değerlendirilmesidir. “Proje Yönetiminde Kalite Rehberi” Uluslararası Standartlarına dayanan proje yönetim değerlendirme yöntemi(2)



Şekil 32. PUKÖ Döngüsü

Projede belirlenip proje için kullanılacak finans kaynakları oluşturulduğunda ,proje için fizibilite süreci başlar .Bu bir şirket içerisinde şirket politikası ,karlılığı,gerekliliği gibi kriterler ile değerlendirilerek hangi projelere start verileceği demektir.seçilen projeler için artık planlama ve ekip tanımlama gerekmektedir, en önemli kısım olan planlamada hangi süreçlerin öncül ,hangi süreçlerin paralel olacağı ,kriterlerin kaynakları fazla kullanarak zamandan tasarruf mu, kaynaktan kısarak paradan tasarruf mu yapılacağı gibi bir çok konu değerlendirilerek detaylı bir plan ortaya konulmalıdır. Bundan sonraki evrede proje faaliyetleri başlamalıdır ,proje yöneticisi faaliyetleri izlemeli plana uygun olarak kontrol etmeli,raporlamalı gerektiğinde önlem alıp tekrar planlayarak projeyi tamamlamalıdır.

Proje yönetimi üç kısıt dahilinde hedefleri vardır ;bunlar kapsam,zaman ve maliyettir,bir proje sahibi olan müşteri yada sponsorunun amacına cevap verecek yani kapsamına uygun, istenilen zamanda tamamlanacak yani zamana uygun,ve planlanan maliyete uygun olmalıdır. Bunlar proje üçgenini oluşturmaktadırlar.



Şekil 33. Proje Üçgeni

Bir proje de hepsi en de olamaz ,en kapsamlı en kısa zamanda ve en az maliyette olamaz burda kısıtlara göre planlama yapılır yapılacak olan uygulamada da gösterilecek olan projenin iki farklı beklentide yapılacak olan M.S Project üzerindeki planlamasında kritik yolun değişimi üzerinde durulacaktır. Kapsam, zaman ve maliyetteki önceliğe göre aşağıdaki görselde durum izah edilmiştir.



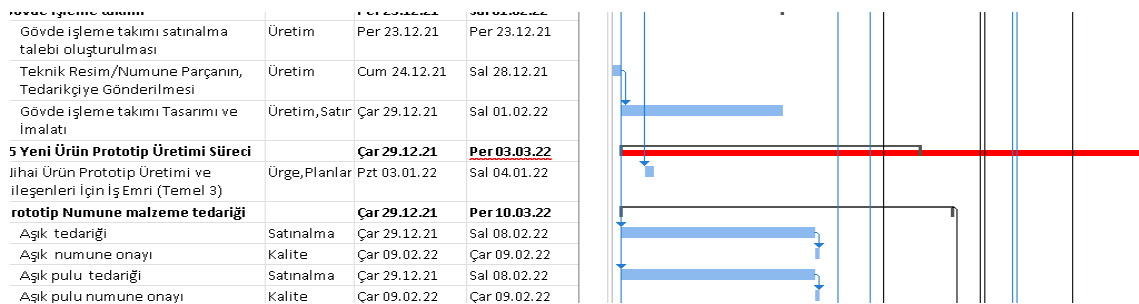
Şekil 34. Kısıt Tablosu

Her bir projenin kendine has adımları vardır. Projenin genel olan özelliklerinden bahsettikten sonra otomotiv sektöründeki proje yönetim yapısına değinerek uygulamalı örnekte karşılaştırmalar yapılacaktır. Otomotiv sektöründe milestone olarak adlandırılan kilometre taşları vardır. Bu bir projede önemli bir aşamaya gelindiğini belirtir. Aynı zamanda süre ya da kaynağa sahip olmayan bilgi taşıyan bir bir değerdir. Otomotiv sektöründe genellikle önce prototip hazırlanarak bir sonraki fazlara geçilir, tüm bunlar tanımlanmış, fizibilitesi tamamlanmış ve planlanmış projelerin sonrasındaki adımlarda geçerlidir. Yapılan prototiplerde sponsor talebine göre farklı fazlarda hazırlanabilmektedir, sonrasında yapılan araç deneme ve fonksiyonel testlere göre tasarım değişikliği yada proses değişikliği yapılabilmekte böylece proje planları revize edilmektedir. Seri üretime geçene kadar proje hayata geçilmiş sayılmamakta ve tüm süreçlerden proje ekibi mesul tutulmaktadır. Proje yönetimi yaptığı planı hayata geçirirken riskleri iyi değerlendirmelidir.

Otomotiv sektöründe farklı normlarda uluslararası geçerliliği olan kurumlarca firmalar denetlenmektedir. Yapılan proje planları ve bunların beraberinde yapılması gereken tüm aksiyonlar denetlenmekte ve puanlanmaktadır, yani proje seri üretime geçse de firma proje yaklaşımını firma kültürü ile paralel sergileyerek piyasada karşılığını ifade etmektedir.

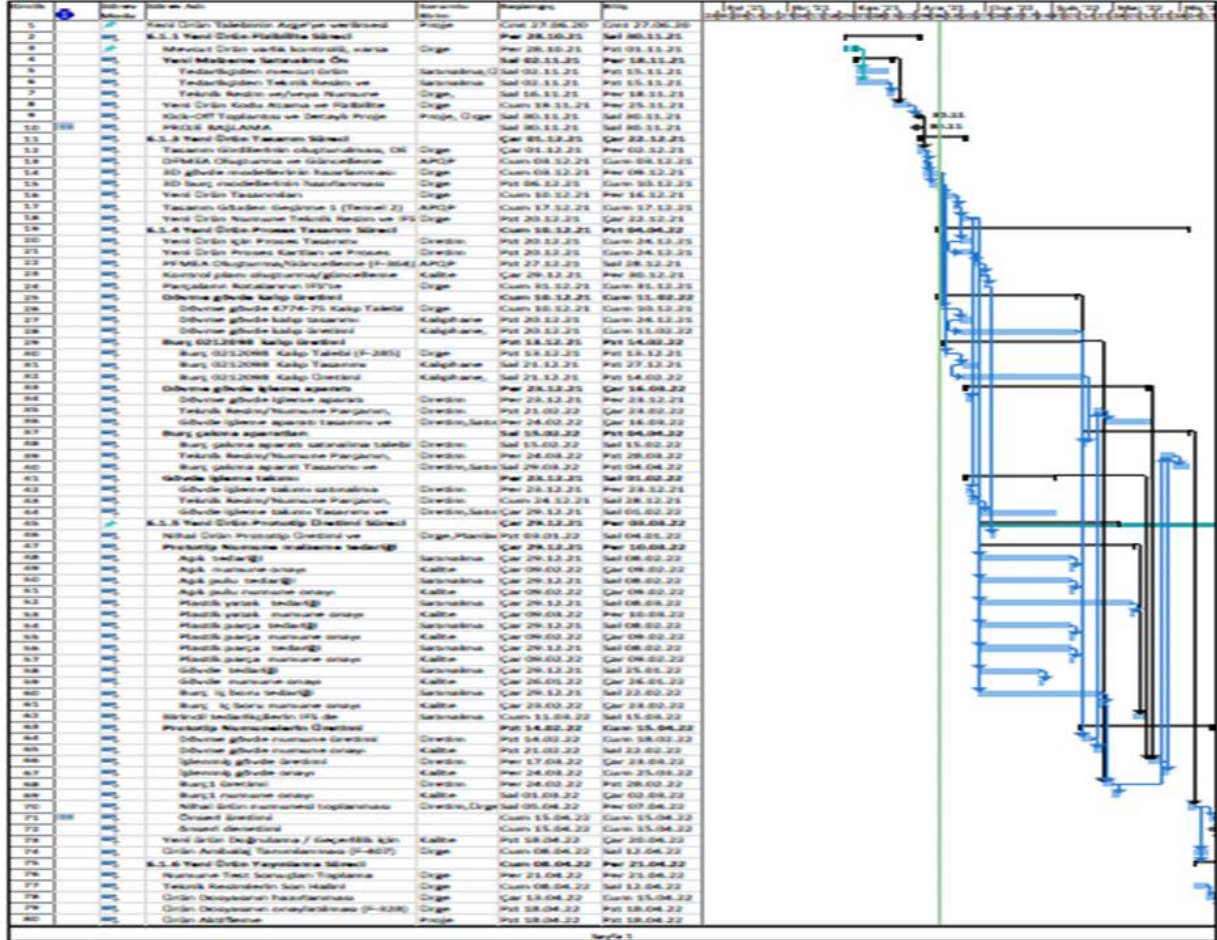
2. MATERYAL VE METOD

M.S Project proje yönetimi CPM (Kritik Yol Yönetimi) tekniği yardımı ile planlama ve gerçekleştirme aşamalarını tümünün en doğru şekilde yürütülmesi amaçlamaktadır. Böylece projelerdeki süre ve bağlantılar için istenilen kaynaklar atanarak proje şekillenebilmektedir. Aşağıda M.S Project ile hazırlanan bir planda detay gösterim için belirli bir süreç anı ve gant diyagramındaki krtik yol uzunluğu gösterilmiştir. Alt resimde gösterilen detay açılımda bir projedeki kritik yoldaki sürece yapılan müdahale sonucunda proje planının istenilen sürece indirgenerek plan güncellenmiş ve isteğe karşılık vermiştir.



Şekil 35. Proje planı ve aksiyon adımları

Bu çalışmada otomotiv sektöründe kullanılan ön süspansiyon elemanlarından bir rotbaşının kıkı off toplantısı sonrası geliştirilmesine karar verilmiş ve rot başı için gövdesine kalıp yapılacak şekilde bir tasarım süreci öngörülmüş,tasarım süreci tamamlandığında kilometre taşı sponsor tarafından talep edildiği şekilde oluşturulmuştur. Tasarımın bitmesiyle projenin devreye alınabilmesi için satınalma sürecindeki gerekli olan komponent tedarigi ,gövde işlenilebilmesi için takım ve fikstür çalışması üretim tarafından gövde kalıbı kalıphane tarafında başlatılmıştır .süreçler paralel yürütülmüş üretim sürecindeki numune sonrası aparat başlatma süreci risk alınarak tasarımla eş zamanlıya indirilerek plan güncellenmiş ve kritik yola müdahale edilerek süreçte iyileştirme yapılmıştır.



Şekil 5. M.S Project planı

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Proje planlamasında kullanılan kaynak ve zaman yönetimi ve kapsama uyum esas olmak şartı ile planlamalar geliştirilir. Her sektörünün özelinde proje planlamasına eklenecek kilometre taşları değişir.Bir projenin iptal edilmesi ,yada tamamlanması şartı aranmadan proje kriterlerine uyuyorsa yapılan iş proje kapsamındadır. Otomotiv sektöründe proje konusu olan talep sektörün ihtiyacına uygun kısıtlarda en iyi zaman planında devreye alma süresinde planlanır. Bu makalede gösterilmek istenilen istenilen otomotiv after market sektörü için piyasada rekabeti sağlayabilmek için rakiplerden daha hızlı ve daha az maliyetli bir ürün için planlamanın ihtiyaçlara göre değiştirilerek istenilen sonuç için proje ihtiyaçlarını karşılamak plana ulaşıldığıdır. Projeler planlanırken risklerin avantaja dönüştürülmesi ve süreçteki karşılaşılabilecek sorunlarda ikinci planların paralel yürütülebilmesi gerekmektedir.yapılan planda da kaynak yönetimi ve süre için paralelde kalıp ve satınalma süreçleri yürülmüş ve kalıp bitimi beklenmeden fikstür ve aparat tasarımı başlatılmış ,tasarımı onaylanan parça ve nihai parça eşleşmesi kabul gördüğü için üretim sapmaları riski pozitif avantaja çevrilmiştir. Proje planlaması yapılırken proje liderinin tecrübesi,projedeki riske ettiği kaynak ya da sürenin projeye etkisi değerlendirilip alınması gereken riskler bu kısıtlar dahilinde tekrar değerlendirilmelidir.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- (1) AKINCI,E., Bir Tersanenin Üretim Planlamasının Hazırlanması.
- (2) ISO 10006: 1997(E), Quality Management-Guidelines to Quality in Project Management
- (3) GÜRLEK, T. Bilgehan, Yenilikçi Proje Yönetimi Değerlendirmesi, BG.PYD.Nisan 2008
- (4) OPM3 (2004), Organizational Project Management Maturity Model, PMI.
- (5) YALÇIN,A. ,Otomotiv Sektöründe Proje Yönetim Süreci: İleri Ürün Devreye Alma Projeleri Üzerine Bir Araştırma, Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yüksek Lisansı,2019
- (6) PMI, 2017. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide) sixth edition. USA: PMI

P3HT:PCBM BASED LOW VOLTAGE ORGANIC FIELD EFFECT TRANSISTOR

Arif KÖSEMEN

Department of Physics, Muş Alparslan University, Muş, Turkey
a.kosemen@alparslan.edu.tr, 0000-0002-7572-7963

Osman ÖRNEK

Department of Metallurgy and Materials Engineering, Ahievran University, Kırşehir, Turkey
osmanornek@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4347-5906

Abstract

In this study, low voltage ($<1V$) organic field effect transistors (OFET) were fabricated and then electrical characteristic properties were investigated. Polymethyl methacrylate (PMMA) was used as gate dielectric materials which was gel for. P3HT and P3HT:PCBM was used as active layer. Low-operating voltages (0 to $\pm 0.8 V$) and high mobility value were achieved by using gel form PMMA as dielectric layer. OFETs has gel for PMMA dielectric layer demonstrated excellent stability in an ambient atmosphere.

Keywords: Low voltage OFETs, P3HT, PCBM

1. INTRODUCTION

Polymer-based field-effect transistors (OFETs) have attracted a lot of attention recently by researchers. OFETs have many advantages such as low cost, easy fabrication and usability on flexible surfaces. Generally, polymer-based OFET devices have high operating voltages. It is very important to produce OFET devices with low operating voltage in order to expand their usage areas and to catch up with their competitors produced with crystal-based semiconductor materials in terms of performance. The design, development and characterization of functional organic materials as (semi)conducting and insulating layers in electronic devices have attracted significant scientific and technological attention to enable the fabrication of high performance electronic circuitry on large area, flexible substrates at low cost. In the past several decades, organic field-effect transistors (OFETs) have been widely studied as alternatives to mainstream silicon-based semiconductor devices, but have only recently demonstrated high charge carrier mobilities ($> 40 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$) and good device stabilities at relatively large operational voltages ($> 40 V$) (Orgiu et. al, 2014) (Risko et. al, 2013) (Wang et. al, 2012). High performance, low-voltage operating OFETs do not only require gate insulators with good dielectric characteristics and high compatibility with the organic semiconductor, but also require facile, low-cost and reliable materials deposition. Recently, there has been a significant interest in ion-gel electrolytes as dielectrics due to their large capacitance, and facile fabrication in OFETs (Klauk et. al, 2010). Among the dielectric materials explored to date, poly (methyl methacrylate) (PMMA) is proven to be a reliable polymer dielectric to realize stable, high-performance all organic top-gate/bottom-contact FETs. However, since it has a low dielectric constant ($k < 3.5$), the operating voltages of the corresponding OFETs are usually high ($> 40 V$), and also sometimes it suffers from high density of pin-holes (Yoon et. al, 2005). In this study, low operation voltage and high performance OFET fabricated with polymer gel dielectric materials and PCBM additive materials in P3HT active layer. The increase in the ion/off ratio was achieved with the PCBM additive.

2. MATERIALS AND METHODS

Materials and the preparation of gel gate dielectric PMMA: Poly(3-hexylthiophen-2,5-diyl) (P3HT), poly(methyl methacrylate) (PMMA, $M_w = 120,000 \text{ kDa}$), acetonitrile and propylene carbonate (PC) were purchased from Aldrich and used as received.. The dielectric formulation was prepared by dissolving PMMA in acetonitrile and then adding propylene carbonate (PC) in a weight ratio of 70(ACN):20(PC):10(PMMA). The solution was stirred for 1 hour at 200°C on a hot plate to obtain a homogeneous PMMA in a gel form. Dielectric characterizations of the gel gate dielectric PMMA: Capacitive properties of the plasticized polymer dielectric were analyzed in a metal-insulator-metal (MIM) structure of Al/plasticized-PMMA/Au and a metal-insulator-semiconductor (MIS) structure of Al/plasticized-PMMA/P3HT/Au. A $50 \mu\text{m}$ thick gel polymer dielectric layer was sandwiched between

Al and Au layers for MIM structure, and between Al and P3HT (100 nm) (and a laminated top Au contact) for MIS structure (area: $\sim 0.25 \text{ cm}^2$). Dielectric measurements of the MIM and MIS structures were taken with HP 4194A dielectric analyzer.

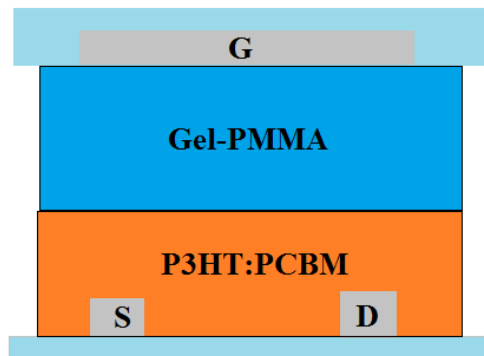


Figure 9. Assembled device structures

The structure of the OFET is shown in Figure 1. Glass slides were cleaned in an ultrasonic bath with acetone, isopropanol, and deionized water, respectively for 10 min each, followed by drying under nitrogen flow. Cr/Au (5/100nm) interdigitated source and drain electrodes were fabricated using conventional photolithography. The channel length and width are 100 μm and 60 mm, respectively. The OFETs were fabricated inside a ambient conditions. P3HT:PCBM (1:1) was dissolve in chlorobenzene and coated on substrate with spin coating methode Teflon spacers were applied on either side of the interdigitated contact structure to fix the plasticized dielectric layer thickness at 50 μm . The prepared PMMA gel formulation was being spread with spatula over the P3HT:PCBM coated substrate. Finally, the devices were capped with a Au coated glass as the gate contact. The electrical characteristics of the PI-OFET's were recorded with a Keithley 4200SCS under ambient conditions.

3. RESULTS

Prior to the fabrication of OFET devices, the capacitive properties of the gel PMMA dielectric material was first characterized. The measurements were performed at frequencies of 100-10⁷ Hz. As shown in Figure 2, for the MIS structure at 100 Hz, the specific capacitance of the device increased upon sweeping the frequency from high level to low level,. The capacitance was found to reach a maximum value of 550 nF/cm² at 100Hz, which is much larger than that of pure PMMA dielectric layer ($\sim 7 \text{ nF/cm}^2$ at 100Hz).

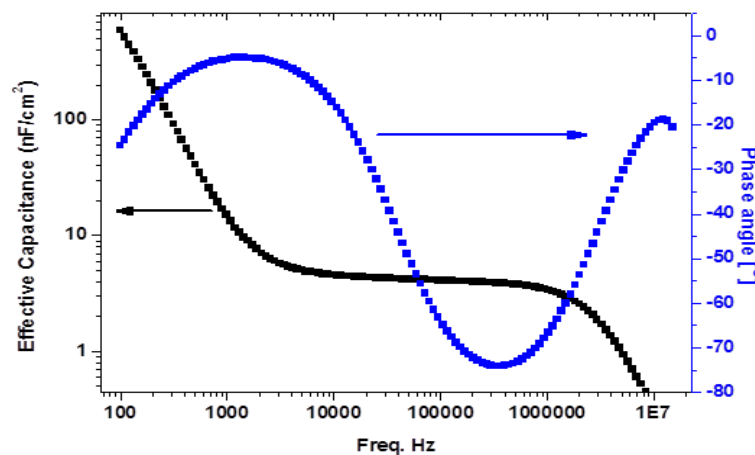


Figure 2. Assembled device structures

Figure 3 shows the output and transfer curves of OFETs based on gel PMMA dielectric with different channel length. Underlying semiconductor's microstructure and morphology remain the same, and the differences in device characteristics originate from the semiconductor-dielectric interfaces. The output

characteristics are found to be ideal with a good ohmic behavior at low drain-source voltages (V_{ds}) followed by a saturation at higher V_{ds} . It is possible to determine the field effect mobilities from the saturation characteristics (μ_{sat}) of the OFET using the following equation (1)

$$\mu_{sat} = \frac{2L}{WC_i} \left(\frac{\partial(I_{ds,sat})^{1/2}}{\partial V_{gs}} \right)^2$$

where C_i is the capacitance of the plasticized-PMMA gate dielectric taken at 100 Hz, W is the channel width (60 mm), L is the channel length (100 μm), V_{th} is the threshold voltage, and μ is the charge carrier mobility.

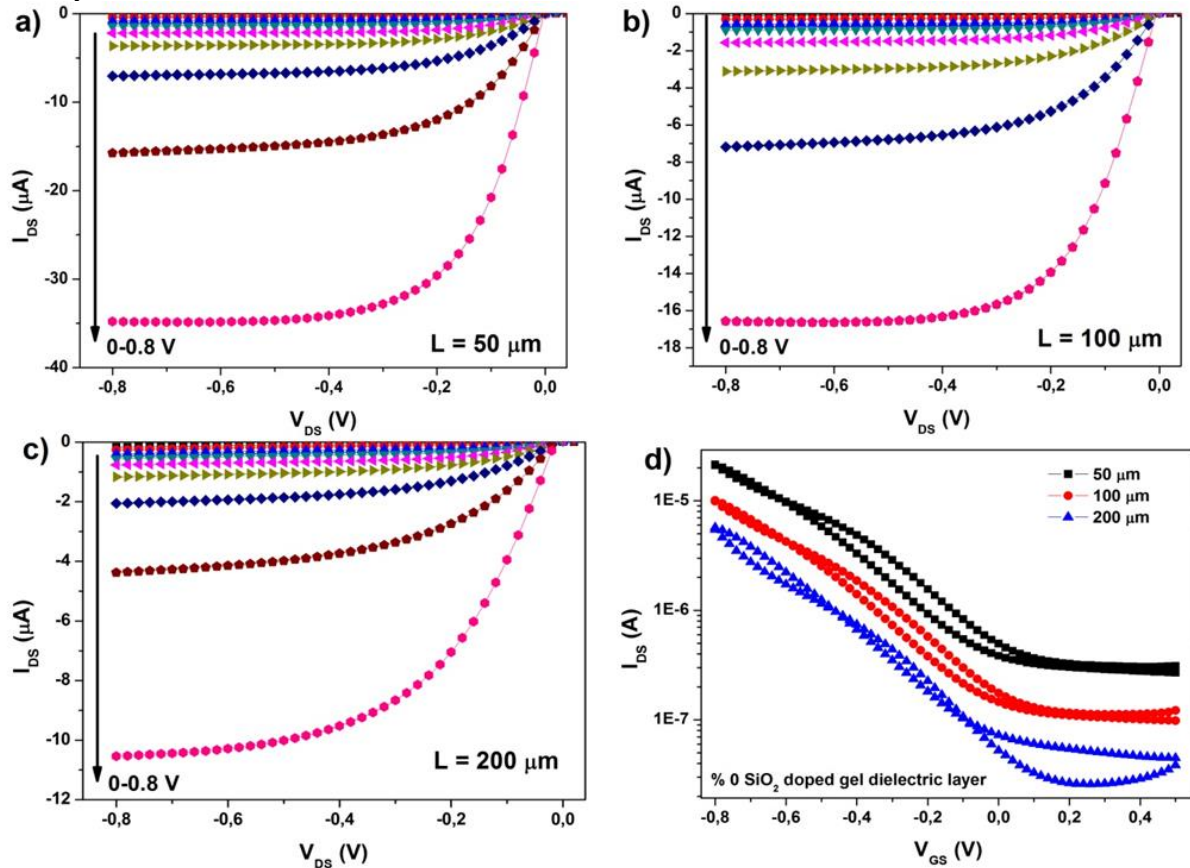


Figure 3. Output and transfer curves of OFETs based on gel PMMA dielectric with different channel length.

Figure 4 shows the output and transfer curves of OFET fabricated with P3HT and P3HT:PCBM active layers. It is clearly seen that from the figure 4 PCBM directly affect the on/off ratio of fabricated devices.

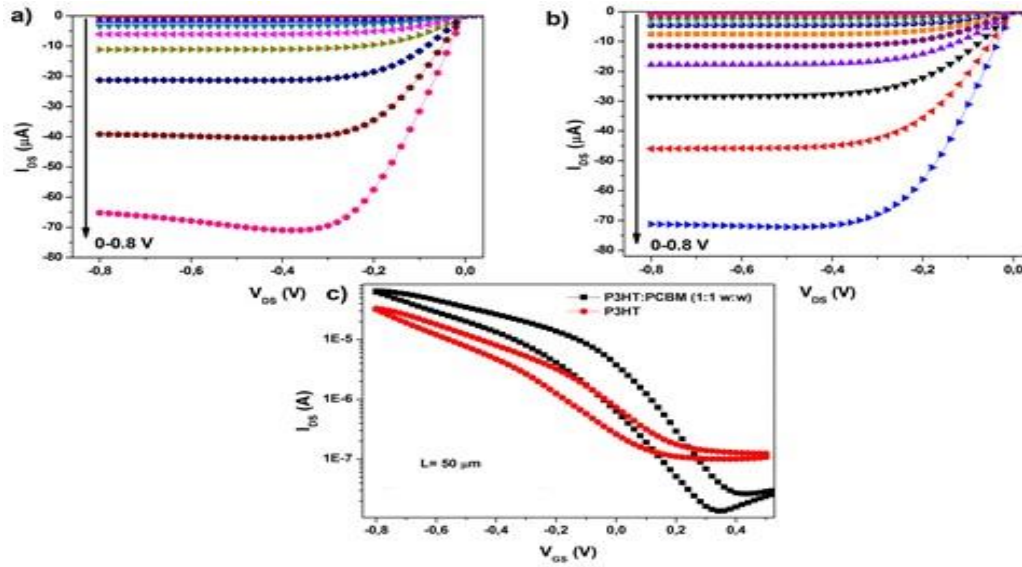


Figure 4. output and transfer curves of OFET fabricated with P3HT and P3HT:PCBM active layers

REFERENCES

- C. Risko, J.-Luc Brédas Organic semiconductors: Healing contact Nature Materials 12,1084–1085(2013).
 E.Orgiu, P. Samorì, 2014, 25th Anniversary Article: Organic Electronics Marries Photochromism: Generation of Multifunctional Interfaces, Materials, and Devices. Adv. Mater., 26: 1827–1845.
 H. Klauk Organic thin-film transistors Chem. Soc. Rev., 2010, 39, 2643–2666.
 S. Wang, M. Kappl, I. Liebewirth, M. Müller, K. Kirchhoff, W. Pisula, K. Müllen Organic Field-Effect Transistors based on Highly Ordered Single Polymer Fibers Advanced Materials Volume 24, Issue 3, pages 417–420, January 17, 2012.
 Yoon, M.-H. Yan, H. Facchetti, A. Marks, T.J. J. Am. Chem. Soc. 2005, 127, 10388–10395.

TİTREŞİMLİ TEL KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN İNCELENMESİ

Fırat Akbaş

Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği
firatakbas@marun.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0413-6509

Bülent Aydemir

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME)
bulent.aydemir@tubitak.gov.tr, ORCID: 0000-0001-6848-2681

Özet

Metroloji bilimi ile ölçümü sağlanan fiziksel büyüklüklerden olan kuvvet, farklı yöntemler ile ölçülebilmektedir. Bu yöntemlerle çalışan farklı yapılarda birçok kuvvet ölçme cihazı geliştirilmiştir. Bunlardan birisi olan titreşimli tel kuvvet dönüştürücüsünün prensibi, uygulanan dış kuvvetin tel üzerinde oluşturduğu gerilimin değişimidir. Gerilim değişince buna bağlı olarak değişen frekans ölçülür ve kuvvet sensörü yardımıyla üzerindeki kuvvet miktarı belirlenir. Kuvvet sensörü, hem titreşen telli etkinleştirmek hem de frekansı okumak için entegre bir elektronik sisteme sahiptir. Bu çalışmada titreşim telli kuvvet dönüştürücülerinin yapısı, tipleri ve kullanım alanları ile ilgili örnekler verilerek, titreşimli tel kuvvet dönüştürücülerine ilişkin uygulamalar ve araştırmalar için rehber bir doküman oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet dönüştürücüleri, Titreşimli tel, Titreşimli tel kuvvet dönüştürücüleri, Kuvvet ölçümü

INVESTIGATION OF VIBRATING WIRE FORCE TRANSFORMERS

Abstract

The force from the physical quantities that metrology science provides measurement can be calculated with different measurement methods. There is a wide variety of force measuring devices that can measure according to different principles. The principle of vibrating wire force transducer, which is one of them, is the change in the tension of the applied external force on the wire. When the tension changes, it also changes the frequency. The frequency is measured and the amount of force on the sensor can be determined. The force sensor has integrated electronics to both activate the vibrating wire and read the frequency. In this study, the structure and types of vibrating wire force transducer were investigated. In addition, application areas are given with examples. This study, it is aimed to create a guide document for applications and researches related to vibrating wire force transducers.

Keywords: Force transducers, Vibrating wire, Vibrating wire force transducers, Force measuring

1. GİRİŞ

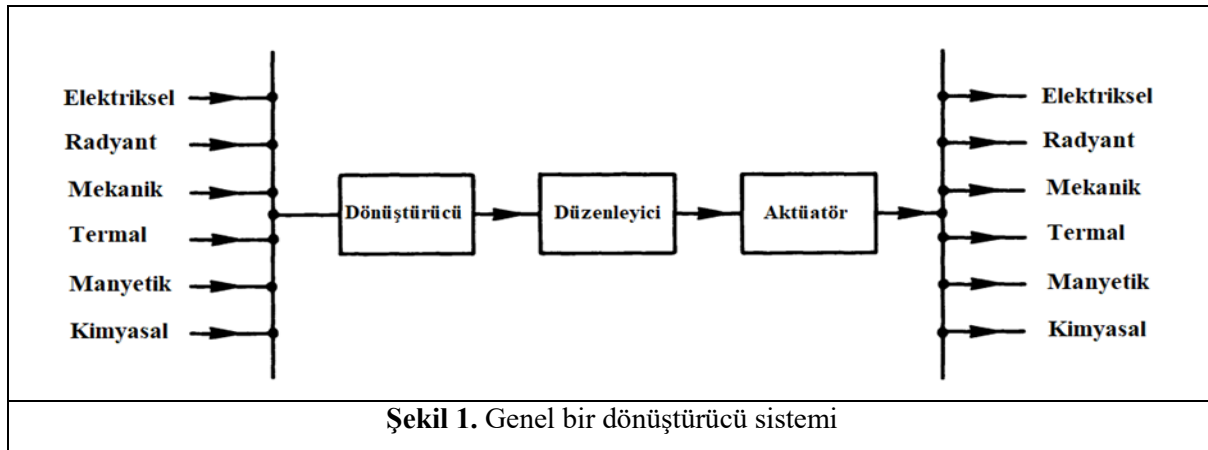
İnsanoğlu var olduğu ilk günden itibaren tabiatında bulunan araştırma, yetenek ve duygularını kullanarak, daha iyi ve daha güvenli yaşamının yollarını aramıştır. Toplumların kalkınması, yükselmesi ve yücelmesi bugüne kadar kendine özgü bir yöntemi olan bilimsel araştırmalar ve bunun uygulamadaki ürünü olan teknoloji ile mümkün olmuştur. Günümüzde teknolojik uygulamalarda, emniyetli çalışma şartlarını gerçekleştirebilmek ve uzun dönemde kararlı ve ekonomik tasarımlara sahip olabilmek için, sistem üzerine etkiyen tüm kuvvetlerin önceden belirlenmiş doğruluk sınırları içinde bilinmeleri gerekmektedir. Endüstri, bilim ve teknolojiadaki gelişmeye paralel olarak yüksek hassasiyetli kuvvet ölçme cihazlarının geliştirilmesi sağlanmış ve buna bağlı olarak kuvvet ölçümünün önemi ve kullanımı daha da artmıştır [1].

Kuvvet ölçümleri, kalite kontrol ölçümlerinde, üretim hatlarındaki proses kontrolünde, robot teknolojisinde, uçak, inşaat, makina, gemi, otomotiv gibi birçok mühendislik dalında, emniyet mühendisliği, tıp (ortopedi), askeri alanda, uzay çalışmalarında ve her türlü ağırlık ölçümlerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygulamalarda uygulanan kuvvetin büyüklüğünün doğru ölçülebilmesi önemli bir kriterdir. Kuvvet ölçümlerinde kullanılan ölçüm yöntemleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir[4].

- D. Bilinen Yük İle Dengeleme
- E. Uygulanan Kuvvet Etkisiyle Fiziksel Özelliklerin Değişiminden Yararlanma
- F. Esnek Gövde Üzerinde Kuvvet ile Oluşturulan Deformasyondan Yararlanma

Bu ölçme yöntemleri ile çalışan birçok cihaz üretilmiştir. Kuvvet ölçümlerinde en yaygın kullanılan cihazlar ise dönüştürücülerdir. Fiziksel ölçüm büyüklüklerinin çoğu elektriksel olmadığından, elektronik işlenmesi mümkün olması amacıyla ilk önce elektriksel forma dönüştürülmeleri gerekir. Bu dönüştürmeye transdüksiyon denir ve bir dönüştürücü veya sensör tarafından gerçekleştirilir. "Sensör" ve "dönüştürücü" kelimeleri, ölçüm sistemlerinin tanımında yaygın olarak kullanılmaktadır. "Sensör" ABD'de daha sık kullanılırken, "dönüştürücü" ise Avrupa'da daha sık kullanılır. Sensör kelimesi Latince sentire'den türetilmiştir, "algılamak" anlamına gelirken; dönüştürücü ise, "karşıya geçmek" anlamına gelen dönüştürücüden gelir [2].

Dönüştürücü sisteminin genel yapısı şekil 1'de gösterilmiştir. Sinyal, enerjinin biçimini genellikle elektriğe dönüştüren bir giriş dönüştürücüsüne beslenir. Düzenleyici veya değiştirici etiketli blok, dönüştürülen sinyal üzerinde çalışan bir amplifikatörü veya başka bir cihazı temsil eder sonrasında bir aktüatör ise (çıkış dönüştürücüsü) enerjiyi görüntüleme veya kayıt için uygun bir biçime dönüştürür[8].



Şekil 1. Genel bir dönüştürücü sistemi

Sensör çeşitlerinden olan titreşimli tel sensörleri ise, jeoteknik ve yapısal izlemede çok popüler olan bir sensör sınıfıdır. Tel elastik bir metalden yapıldığından, bu sensörler, belirli bir aralıktaki çekme kuvvetlerini ölçmek için de kullanılabilirler. Uygulanan dış kuvvet gerçekten de tel üzerindeki gerilimi değiştirir, bu da frekansı değiştirir. Frekansın ölçümü ile sensör üzerindeki kuvvet miktarı ilişkilendirilir. Bu çalışmada bir türü olan titreşimli tel kuvvet dönüştürücülerin (ölçme cihazları) yapıları ve uygulamaları olarak detaylı olarak incelenmiştir [11].

2. TİTREŞİMLİ TEL KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN TEORİSİ

Titreşimli tel kuvvet dönüştürücü (VWFT), bir piyano teli, bir elektromanyetik uyarım ve bir dijital ölçüm sistemine dayalı mekanik bir düzeneği güçlü bir şekilde birbirine bağlayan karmaşık bir yapıdadır (Şekil 2).

Salınım mekaniğinde Hertz cinsinden ifade edilen basit harmonik hareket denklemi ile bağıntılı titreşen telin temel frekansı f_0 , aşağıdaki denklem ile hesaplanır. Denklem 1'de, l titreşen telin uzunluğu, σ gerilimi ve ρ tel yoğunluğudur.

$$f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} \quad (1)$$

Bağlı gerinim ölçerlere sahip elastik elemanlara dayalı kuvvet dönüştürücülerinde olduğu gibi, titreşen tel üzerine uygulanan yükün altındaki mekanik gerilim σ , Hook kanununa elastisite modülüne göre birim uzama ε 'a dönüştürülür. (Denklem 2). Burada E titreşen tel malzemesinin elastisite modülüdür.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (2)$$

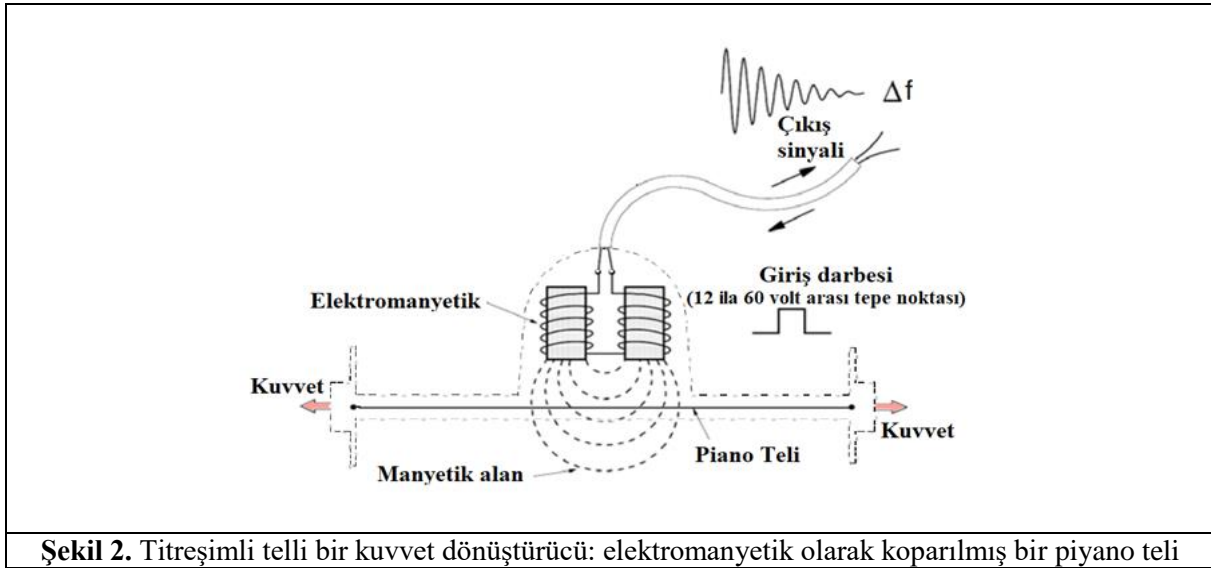
İlk iki bağıntıyı ortak çözümünüyle titreşen tel gerinimi ε parabolik bir bağımlılık olarak yazılabilir (E ve ρ 'nın sabit parametreleri olduğu kabul edilir). Burada k_f , kuvvet dönüştürücünün gerilim faktörüdür, genellikle frekansın karesi başına mikro gerilim birimleri olarak ifade edilir (Denklem 3).

$$\varepsilon = k_f \cdot f^2 \quad (3)$$

Titreşimli tel dönüştürücünün hassasiyeti S_{vw} , bağıl frekans değişimi ile tel uzunluğunun bağıl değişimi arasındaki oran olarak tanımlanır ve denklem 4 ile hesaplanır.

$$S_{vw} = \frac{\Delta f / f_0}{\Delta l / l_0} = \dots = 0.5 \frac{E}{\sigma_0} \quad (4)$$

Okuma birimleri genellikle "f" frekansını veya dönüştürücüdeki titreşen tel elemanının periyodu olan frekansın tersi "T"yi ölçerler. Bu başlık altında titreşim tel kuvvet dönüştürücülerin teorik olarak gerinimi, frekansı ve hassasiyeti formüle edilmiştir [7].

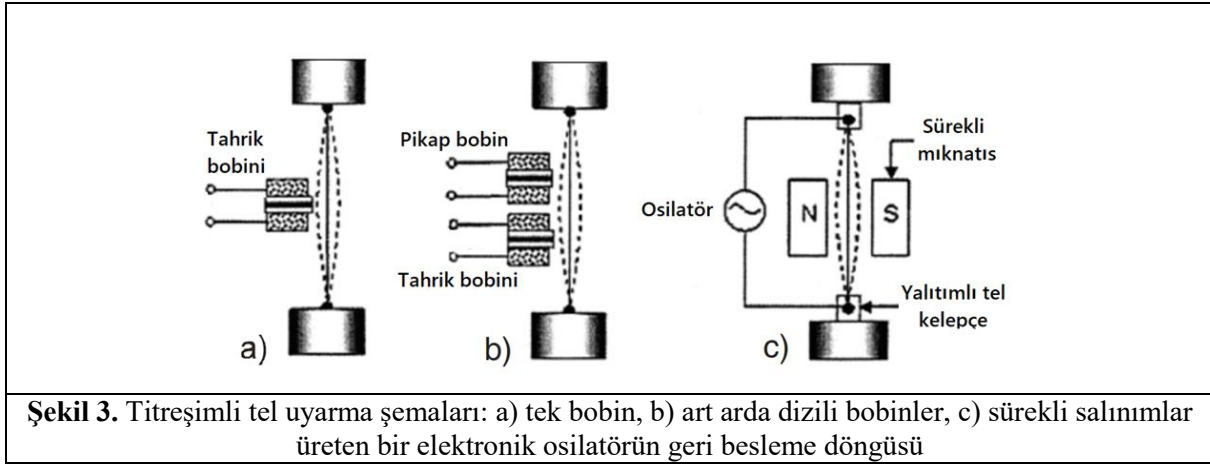


Şekil 2. Titreşimli telli bir kuvvet dönüştürücü: elektromanyetik olarak koparılmış bir piyano teli

3. TİTREŞİMLİ TELİN UYARILMA MEKANİZMASI

Titreşimli telli aletlere "otomatik rezonans" olarak da tanımlanır, yani gösterge teli titreşimde tutulur ve kuvvet uygulandığı sürece sürekli bir çıkış sinyali üretir. Titreşimli tel dönüştürücülerinde voltaj seviyeleri yerine frekanslar ölçülür. En basit uyarma şekli, gerilmiş teli elle titreştirmektir ve en basit ölçüm şekli, titreşen tel tarafından üretilen sesin perdesini veya tonunu belirlemektir. Bu nedenle, titreşen tel gerinim ölçerlere bazen akustik dönüştürücüler de denir. Deformasyonu ölçmek için gerilmiş bir ip kullanmanın en eski kaydı, elastisite ölçüm modülüne dayalı olarak İtalya'da Pietro Cardani (1888) tarafından yapılmıştır.

Günümüzde ise titreşimli tellerin en yaygın yöntemleri şekil 3'te gösterilmiştir. İlk örnekte, manyetik çekirdeğe sahip bir bobin, ölçü telinin yakınına yerleştirilmiştir (Şekil 3a). Bobine bir akım darbesi uygulandığında, ferromanyetik çelikten yapılmış tel elektromekanik olarak titreştirilir ve sönümlenene veya durana kadar salınım yapar.



Şekil 3. Titreşimli tel uyarma şemaları: a) tek bobin, b) art arda dizili bobinler, c) sürekli salınımlar üreten bir elektronik osilatörün geri besleme döngüsü

Ölçü telinin salınım yapmasını sürdürmek ve çıkış sinyalini sağlamak için bir elektronik tahrik devresine sahip olmak gereklidir. Diğer bir yöntem ise, titreşim teli dönüştürücüsü, bir tahrik bobini tarafından enine titreşimlere uyarılan gergin bir ferromanyetik telden oluşur ve bu titreşimler, şekil 3b'de olduğu gibi ilave bir toplama bobini kullanılarak algılanır. Her iki bobin de kalıcı manyetik çekirdeğe sahiptir ve tel uygulanan bir gerilme ile rezonans frekansına uyarıldığında, kendi kendine salınan bir sistem oluşturmak için iki bobini bir amplifikatör aracılığıyla bir geri besleme döngüsüne bağlayarak bu frekansta tutulurlar. Her bir rezonans frekansı, teldeki gerilimin ve dolayısıyla o anda uygulanan kuvvetin bir ölçüsüdür [6].

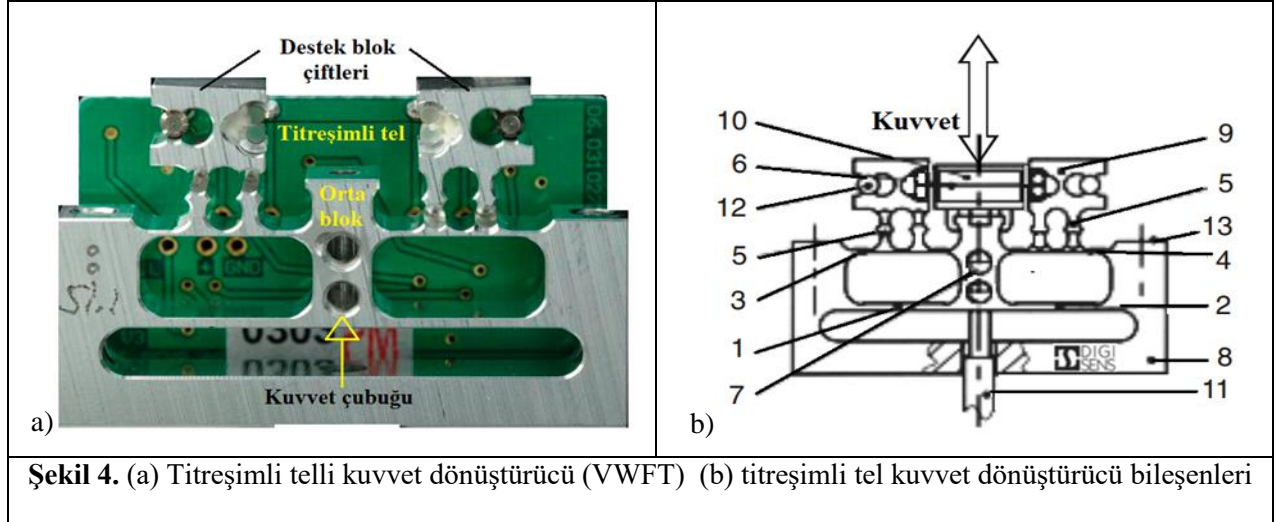
Ölçü telinde mekanik bir titreşim oluşturmanın başka bir uygun yolu, kalıcı bir manyetik alana yerleştirip kabloya manyetik olarak bağlanmış bir dedektör bobinidir. Bu sinyal toplanan enine titreşimleri oluşturmak için alternatif akımla sürülür. Kapalı bir döngü oluşturan bu sürücü osilatörle beslenir (Şekil 3c). Burada osilatör kullanılmasının amacı istenilen yerde istenilen miktarda ve istenilen türden sinyalin üretilmesini sağlamak ve elemanların ihtiyaçlarını gidermektir. Tasarımın dezavantajı ise: titreşimli tel için elektriksel olarak yalıtılmış sabitleme noktaları tasarlamak genellikle daha zordur [5].

4. TİTREŞİMLİ TEL KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN YAPISI VE TİPLERİ

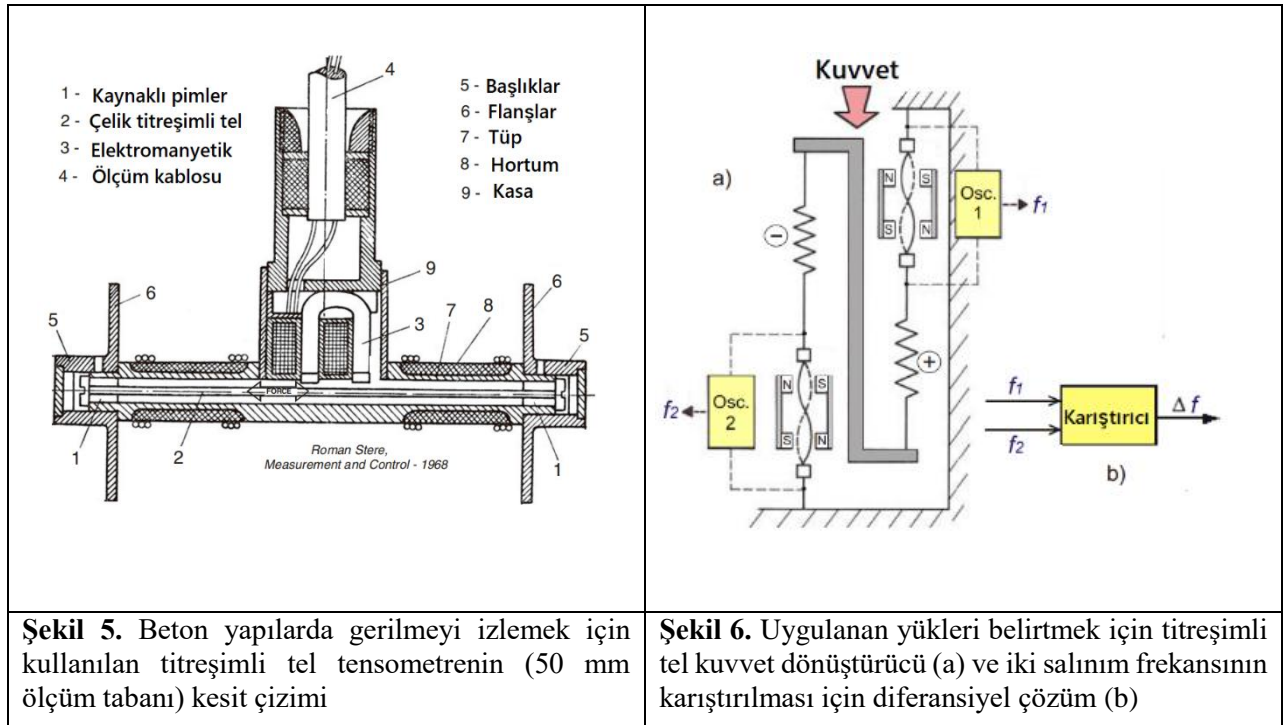
Titreşimli tel dönüştürücülerin (VWT) bugün modern uygulamalarda, kompakt ve ucuz alüminyum üniteler ve akıllı geometriye sahip bir cihaz olarak sunulmaktadır (Şekil 4a). Fikir oldukça basittir. Bir tel iki nokta arasına gerilir ve içinden alternatif bir akım geçerken titreşir. Kullanımda, ölçülecek kuvvet kalın alt kısımdaki yuvarlak boşluktan bir çubuğa uygulanır ve işlenmiş alüminyum ünitenin ortasındaki bloğa ayar vidaları ile sabitlenir. Cihazın geometrisinden görebileceğiniz gibi, orta bloğu yukarı doğru iterseniz, yukarı doğru sapacak ve iki yatay destek setinin dışı doğru açı yapmasına neden olacak ve bu da teli tutan iki bloğun birbirinden daha fazla çekilmesine neden olacaktır. Gerçek hareket mikroskobiktir ve mekanizma tele kuvvet aktarmak için tasarlanmıştır.

VWFT'nin tam işleyişi şekil 4b ile daha ayrıntılı açıklanabilir: İki destek bloğu (9) arasında ön gerilmeli bir tel (6) bulunur. İki kalıcı mıknatıs (10), tele (6) dik bir manyetik alan üretir. Bir akım uygulanırsa, tel elektromanyetik kuvvet nedeniyle sarp. İkaz elektronığının yardımıyla tel titreşime alınabilir. Titreşimin frekansı, iki sabitleme bloğu (9) tarafından tele uygulanan gerilme tarafından belirlenir. Sabitleme bloklarına bastırılan iki kuvars silindir (12) tel üzerinde sabit bir tutma kuvvetini sağlar. Çubuğa (11) uygulanan kuvvet, merkez bloğa (7) etki eder ve 1, 2, 3 ve 4 konumlarından oluşan çift paralel kenar cihazı deforme eder. Tel üzerindeki gerilme, ara bağlantı direkleri (5) ve iki hareketli blok (9) nedeniyle değişir.

Doğrudan dönüştürücüye sabitlenen uyarma elektroniği, tele titreşim için gerekli enerjiyi sağlar, frekans sinyalini yükseltir, sinüzoidal formdan kare dalga (TTL) sinyaline dönüştürür ve çıktı olarak sinyali parazitsiz olarak iletilebilir. Titreşimli tel sensörünün temel çıkış değeri frekanstır. Özetle uygulanan dış kuvvet gerçekten de tel üzerindeki gerilimi değiştirir, bu da frekansı değiştirir. Frekans ölçümü ile sensör üzerindeki kuvvet miktarı ilişkilendirilir. Yük sensörü, hem titreşen teli etkinleştirmek hem de frekansı okumak için entegre bir elektronik sisteme (Amplifikatör veya osilatör) sahiptir. Bu bir gitara benzetilebilir: telleri hareketlendirmek, bir titreşim ve bir ses yaratır. Ses tellerdeki gerilime bağlı olacaktır [9].



Uygulamada farklı tipte pek çok titreşim telli kuvvet ölçme cihazları vardır. Bunlardan bazıları şekil 5 ve şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6a'da gösterilen f_1 ve f_2 , frekansdır. Bu iki salınım frekansı, şekil 6b'de gösterildiği gibi birlikte karıştırılır.

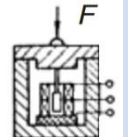
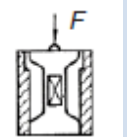
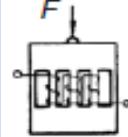
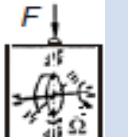
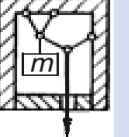
5. TİTREŞİMLİ TEL KUVVET DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN UYGULAMA ALANLARI

Titreşimli tel kuvvet dönüştürücülerin kullanım alanları oldukça geniştir. Aşağıda Tablo 1'de verilen kriterlerle titreşim telli kuvvet dönüştürücüler ile farklı prensipli kuvvet dönüştürücüler karşılaştırılmıştır. Tablodan görüldüğü gibi titreşimli kuvvet dönüştürücüler en düşük doğrusallık hatasına sahip kuvvet dönüştürücülerden biridir. Kuvvet ölçümünün hassasiyetinin, diğer dönüştürücülere (R, L veya C) göre daha yüksek olduğunu kanıtlanmıştır. Bu avantajları ile pek çok kullanım alanları vardır. Ancak < 1 kg ölçüm aralığında kullanılması ise hem avantaj hem de dezavantajı olarak görülmektedir. Titreşimli tel kuvvet dönüştürücüler 1 N ile 10^6 N aralığında ölçüm yapabilmektedir. Ölçüm aralığı daha az olmasına rağmen, frekans çıkışı kullanarak artırılmış hassasiyet ve yüksek çözünürlük avantajları sunar.

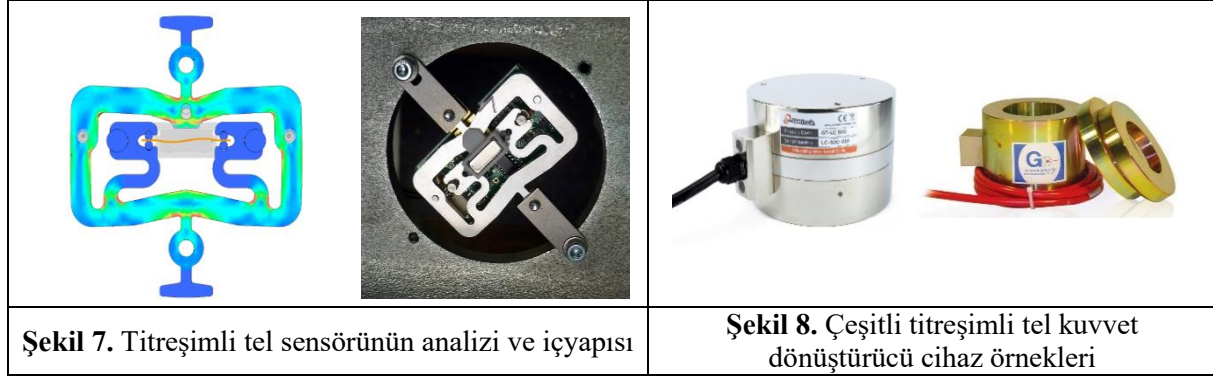
Titreşimli telli aletlere “otomatik rezonans” olarak da tanımlanır, yani gösterge teli titreşimde tutulur ve kuvvet uygulandığı sürece sürekli bir çıkış sinyali üretir. Bu rezonatörler, dinamik ölçümler için çok uygundur ve çıkış, darbe sayımı ile doğrudan dijital sistemlerde ölçülebilen zamana bağlı bir sinyal olduğundan, geleneksel analog dönüştürücülere göre bir avantaja sahiptirler.

Sinyali iletmek için genlik yerine frekansın kullanılması, titreşen tel sensörlerinin elektrik gürültüsünden, uzun kablolardan ve kablo direncindeki diğer değişikliklerden kaynaklanan sinyal bozulmasına nispeten diğer kuvvet dönüştürücülerinden daha dayanıklı olduğu anlamına gelir. Bu, barajlar, tüneller, madenler, köprüler, temeller ve kazıklar gibi yapılarda uzun vadeli stabilite ve geniş kullanım konusundaki çalışmalarına katkıda bulunmuştur.

Tablo 1. Farklı kuvvet dönüştürücülerin özelliklerinin karşılaştırılması tablosu

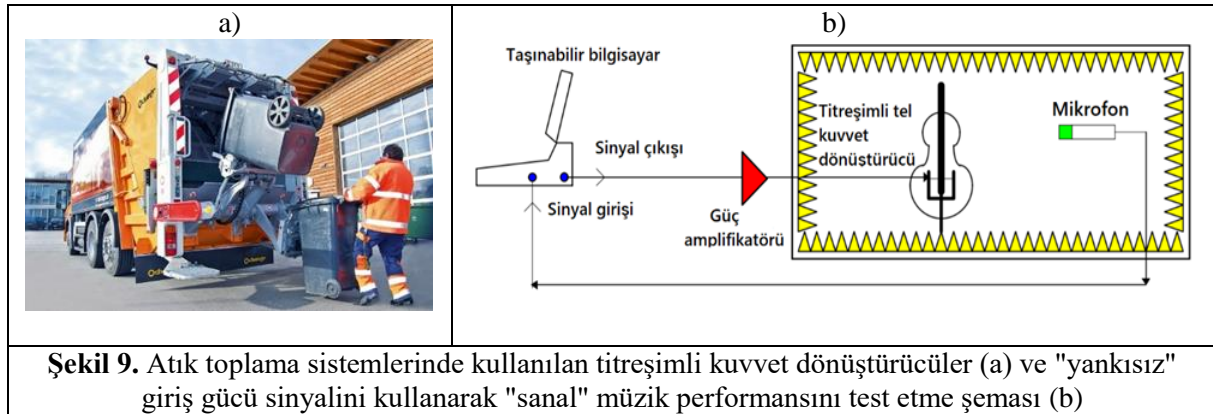
Kriter	RLC Kuvvet Dönüştürücü	Dirençli Uzama Ölçerli Kuvvet Dönüştürücü	Manyeto Elastik Kuvvet Dönüştürücü	Jiroskopik Kuvvet Dönüştürücü	Titreşimli Tel Kuvvet Dönüştürücü
Sembolik düzen					
Kuvvet aralığı	1g ⇔ 1000t	0.1 ⇔ 1000t	0.1 ⇔ 1000t	< 10 kg	< 1 kg
Çökme miktarı [mm]	< 1	< 0.5	< 0.5	< 0.1	< 0.2
Doğrusallık Hatası	> 0.5 %	< 0.02 – 1 %	> 1 %	< 0.02 %	< 0.02 %
Termostabilite	-	15	30	1	10
Çözünürlük [ppm]	-	100	500	10	100

Titreşimli tel kuvvet dönüştürücüleri (Şekil 8), piezoelektrik ve gerinim ölçer kuvvet dönüştürücülerine göre sürekli artan ağırlık değişikliklerine karşı oldukça hassastır ve çevresel faktörleri absorbe etmekte iyidir. Şekil 7'de titreşimli tel sensörünün üstüne gelen kuvvete karşı gösterdiği tepkiyi inceleyebilirsiniz. Örnek olarak gerinim ölçerli kuvvet dönüştürücüleri ile karşılaştırıldığında ise yüksek çıkış sinyali ve olağanüstü hassasiyet sağlar. Ayrıca, titreşimli tel kuvvet dönüştürücülerinin ölçüm prensibi çok basit olduğundan veri kaydedicinin fiziksel boyutu, fiber optik sensörlerden nispeten daha küçüktür [10]. Sensör, düz ve çok esnek yapılabildiğinden, kullanım için çok elverişlidir. Titreşimli teller zamanla minimum bozulma gösterdiğinden dolayı uzun süreli kullanım için uygundur. Bahsedilen alanların her birinde, aşırı duyarlılığı nedeniyle mevcut diğer teknolojilere göre zor ölçümleri yapabilmektedir [6].



Örnek olarak bir çöp kamyonunun dört tekerleğine de dönüştürücüler koyarak, bir toplama rotasındaki her bir evden toplanan çöpleri tartmak istediğinizi hayal edin. Bu çalışmada titreşimli tel kuvvet dönüştürücülerinin yerine neden piezoelektrik veya gerinim ölçümlü kuvvet dönüştürücüler kullanılmadığını izah edilerek açıklanırsa: Piezosensörler veya gerinim ölçümlü kuvvet dönüştürücülerin sınırlamaları vardır. Bunlardan biri, zorlu çalışma koşullarında onları doğru tutmanın zor olmasıdır. Bir çöp kamyonunun tekerleklerindeki dönüştürücüler, ancak zorlu bir süreç olarak tanımlanabilecek özelliklere sahiptir. Yüksek hızda çukurların üzerinden geçiyorlar ve tonlarca ağırlığındaki bir kamyonu, dönüştürücüye sertçe çarpıyorlar. Hemen sonra ise içine yeni bir çöp kutusu bulunduğu kamyonun ağırlığındaki artışları ölçerek çöprü doğru bir şekilde tartmaları isteniyor (Şekil 9a). Kararlılık için temel gereksinim, kamyon yüklerini doğru bir şekilde tartma yeteneğidir. Titreşimli tel kuvvet dönüştürücüler, sürekli artan ağırlık değişikliklerine karşı oldukça hassastır ve çevresel faktörleri çoğu dönüştürücülere göre (örneğin ortam sıcaklığı) daha iyi absorbe eder. Bu tür çalışmalarda titreşimli tel kuvvet dönüştürücüleri genel olarak tercih edilir.

Ek olarak endüstride yaygın olarak kullanılan "tartım veya yük hücresi (loadcell) " terimi, daha bilimsel olan "kuvvet dönüştürücüsü" ifadesine eşdeğerdir. Titreşimli tel yük hücreleri terimi de çokça kullanılmaktadır [10].



Diğer bir örnek ise, bilgisayar tarafından sanal müzik notaları ve aletleri tasarlamak için, bir dizi sinyal kullanılarak mekanik-akustik darbe tepkilerinin ölçümleri yapılmıştır. Doğrudan ölçümler için (Şekil 9b) yükseltelen bu sinyal Dunnwald benzeri bir titreşimli bakır telli kuvvet dönüştürücüsüne gönderilir. Köprünün üzerine uygulanan kuvvet, telden geçen akımla orantılıdır. Kemanın gövdesinden yayılan akustik basınç daha sonra özel tasarlanmış yankısız odada bulunan bir mikروفon tarafından kaydedilir. Sonrasında ise akustik sinyalin uyarma sinyali ile çapraz korelasyonu ile girişin yanıtı elde edilir. Daha sonra bu "yankısız" giriş gücü sinyali, "sanal" kemanlarda çalınan müzik örneklerinin üretilmesi için bir başlangıç noktası olarak kullanılabilir.

Başka bir çözüm, bir müzik performansı sırasında titreşen akortlardan köprüye uygulanan kuvveti ölçmekten ibarettir. Yay veya (elektro)mıknatıs yoluyla etkinleştirme arasında, ölçüm şemasına verilen tepkide olduğu gibi farklılıklar olsa da, tellere etki eden (gerilmelerini veya bükülmelerini sağlayan)

kuvvet, yanıt veren frekansı belirler. Bu sayede bilgisayar tarafından sanal müzik sesleri oluşturulabilir [3].

6. SONUÇ

Titreşimli tel sensörleri, jeoteknik ve yapısal izlemede çok popüler olan bir sensör sınıfıdır. Titreşimli tel sensörünün temel bileşeni, teldeki gerilime bağlı olarak rezonans frekansında titreşen gerilmiş bir çelik teldir ve bir elektromanyetik bobin ile birleştirilmiştir. Sinyali iletmek için genlikten ziyade frekansın kullanılması, elektrik gürültüsünden, uzun kablolardan ve kablo direncindeki diğer değişikliklerden kaynaklanan sinyal bozulmasına nispeten dirençli bir dönüştürücü olmasını sağlar. Titreşimli tel kuvvet dönüştürücüleri, uygulanan kuvveti elektriksel enerjiye dönüştürerek sayısal bir çıktı alınmasını sağlar. Dönüştürücüler arasında en düşük doğrusallık hatasına sahip kuvvet dönüştürücülerden birisidir. Uzun süre kullanım ömrü sunar. Bakım maliyetlerinin ve genel maliyetlerin azaltılması, sağlamlığı, kararlılığı ve sapmasız ölçüm yetenekleri ile şiddetli ortamlarda da aktif olarak kullanılır. Bu çalışmada, titreşimli tel prensibi ile çalışan titreşimli tel kuvvet dönüştürücülerin yapıları, çalışma prensibi ve kullanım alanları özetlenmiştir. Bu çalışma titreşimli tel kuvvet dönüştürücüleri ile ilgili uygulama ve araştırmalar için bir rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Aydemir B. (2021), *Kuvvet Kalibrasyon Rehberi*, TÜBİTAK UME, Eylül 2021.
- [2] Aydemir B., Dizdar H., Vatan C., (2017), *Genel Kuvvet Metrolojisi Eğitim Dokümanı, G2KV-010*, TÜBİTAK UME, Gebze-Kocaeli, Aralık 2017.
- [3] Farina, A., Langhoff, A., Tronchin, L. (2000), *Realization of "virtual" musical instruments: measurements of the impulse response of violins using MLS technique*.
- [4] Hauptmann, P. (1991), *Sensors: Principles and Applications*. Carl Hanser Verlag, Munich.
- [5] Hunt, A. (1998), *Guide to the Measurement of Force*. The Institute of Measurement and Control, London.
- [6] Stefanescu, D. M. (2011), *Handbook of Force Transducers*, Berlin: Springer-Verlag.
- [7] Ştefănescu, D.M. (1999), *Methods for increasing the sensitivity of strain gauge force transducers*. PhD dissertation (160 pages, 26 tables, 86 figures and 336 references), Universitatea "Politehnica" Bucureşti, Romania.
- [8] Usher, M.J., Keating, D.A., (1996), *Sensors and Transducers – Characteristics, Applications, Instrumentation, Interfacing*, 2nd edn. MacMillan, Houndmills.
- [9] Wirth, J. (2007), *Vibrating wire sensor. An example of the element Copper*. Internet text updated. 02.11.2021 tarihinde <https://www.digisens.ch/en/> adresinden alındı.
- [10] Akbas F., Güler F., Aydemir B., (2021). "Kapazitif Etki Prensipli Kuvvet Ölçme Cihazlarının Yapısı, Türleri ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi", 6th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2021) October 25-27, 2021, Alanya Antalya/Turkey, p. 275-281

USAGE OF SOME PLANT WASTE AND SEWAGE SLUDGE IN WINTER DAFFODIL CULTIVATION

Özgür Kahraman

Canakkale Onsekiz Mart University / Architecture and Design Faculty / Department of Landscape
Architecture

ozgurkahraman@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1336-9942

Elif Bozdoğan Sert

Iskenderun Technical University / Faculty of Architecture / Department of Landscape Architecture
elif.bozdogansert@iste.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4812-2360

Sema Güler

Hatay Mustafa Kemal University / Faculty of Architecture / Department of Landscape Architecture
semaguler@mku.edu.tr, ORCID:0000-0003-0605-6825

Abstract

This study was conducted to determine the usage possibility of sewage sludge and some plant wastes in winter daffodil cultivation between October 2020 and April 2021 in open field pot culture. The bulbs of *Sternbergia lutea* (L.) Ker–Gawl. ex Sprengel (winter daffodil) with 6-7 cm bulb circumference were used in the study. The bulbs were planted in 50% pine leaves + 50% sewage sludge, 50% wood sawdust + 50% sewage sludge composted for one year and soil. The experiment was set up in 3 replications according to the randomized plot design and 5 bulbs in each replication were used. Root length, root diameter, root weight, bulb diameter, bulb weight, bulblet number, bulblet diameter, bulblet weight, stem diameter, leaf number, leaf length, leaf width, leaf thickness and leaf weight in the experiment were measured. Variance analysis (ANOVA), Duncan multiple comparison test ($p=0.05$) and Pearson correlation test were performed with SPSS 23 statistics program to the data obtained. According to statistical analysis; the effects of growing media on bulb diameter, bulb weight, bulb diameter and bulblet weight were found to be insignificant. The bulb diameter ranged from 25.26 mm to 28.85 mm, and the bulblet diameter from 16.37 mm to 18.17 mm. The highest root length and root weight occurred in pine leaf + sewage sludge (10.50 cm, 2.51 g) and wood sawdust + sewage sludge (9.17 cm, 2.02 g) growing media. The highest bulblet number (2.00 pieces) was determined in pine leaves + sewage sludge. All measured plant parameters of winter daffodil grown in pine leaf + sewage sludge media were higher than the other medias.

Keywords: *Sternbergia lutea*, sewage sludge, wood sawdust, reuse, cultivation, bulbous plants

BAZI BİTKİ ATIKLARI VE ATIKSU ARITMA ÇAMURUNUN SARI ÇİĞDEM YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI

Özet

Bu çalışma atık su arıtma çamuru ve bazı bitki atıklarının sarı çiğdem yetiştiriciliğinde kullanım imkanını saptamak için açık alan saksı kültüründe Ekim 2020-Nisan 2021 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışmada 6-7 cm soğan çevre uzunluğuna sahip *Sternbergia lutea* (L.) Ker–Gawl. ex Sprengel (Sarı çiğdem) soğanları kullanılmıştır. Sarı çiğdem soğanları bir yıl kompostlama işleminden geçirilen % 50 çam yaprağı+% 50 atıksu arıtma çamuru ve % 50 odun talaşı+% 50 atıksu arıtma çamuru karışımları ile toprağa dikilmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü kurulmuş ve her tekerrürde 5 soğan yer almıştır. Denemede kök uzunluğu, kök çapı, kök ağırlığı, soğan çapı, soğan ağırlığı, yavru soğan sayısı, yavru soğan çapı, yavru soğan ağırlığı, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak eni, yaprak kalınlığı ve yaprak ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 26 istatistik programı ile varyans analizi (ANOVA), Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p=0.05$) ve Pearson korelasyon testi yapılmıştır. İstatiksel analizlere göre; yetiştirme ortamlarının soğan çapı, soğan ağırlığı, yavru soğan çapı ve yavru soğan ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Soğan çapı 25.26 mm ile 28.85 mm, yavru soğan çapı 16.37 mm ile 18.17 mm arasında değişmiştir. En yüksek kök

uzunluğu ve kök ağırlığı çam yaprağı+atıksu arıtma çamuru (10.50 cm, 2.51 g) ve odun talaşı+atıksu arıtma çamuru (9.17cm, 2.02 g) ortamlarında meydana gelmiştir. En yüksek yavru soğan sayısı (2.00 adet) çam yaprağı+atıksu arıtma çamurunda tespit edilmiştir. Çam yaprağı+atıksu arıtma çamuru ortamında yetiştirilen sarı çiğdem bitkilerinin ölçülen tüm bitki parametreleri diğer ortamlardan daha yüksek olmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Sternbergia lutea*, atıksu arıtma çamuru, odun talaşı, yeniden kullanım, yetiştiricilik, soğanlı bitkiler

1. INTRODUCTION

Turkey is a very rich geography in terms of natural flower bulbs. There are 1056 taxa with bulbous, rhizomes and tuberous plant in Turkey. 424 taxa of these are endemic and the endemism rate is 40% (Özhatay, 2013). These plants survive under the ground with their metamorphosed organs such as bulbs, tubers, rhizomes and corms and they are called geophytes or natural flower bulbs. They bloom for a short time. Their upper parts turn pale and dry after the growth and development. They survive with the bulbs' storage organs under the ground such as bulbs, tubers, rhizomes and corms (Anonymous, 2021a). Bulbs, tubers and rhizomes of some of these species are exported in accordance with the criteria determined by the regulation and the quota limitation (ResmiGazete, 2020). Turkey's income from the export of natural flower bulbs is around 1.39 million dollars in 2020 (Anonymous, 2021b). Flower bulbs are divided into three groups by the regulation; "flower bulbs forbidden to be exported by being collected from nature", "flower bulbs subject to export quota", "flower bulbs whose export is free from production". *Sternbergia lutea* (winter daffodil) bulbs are included in the group of flower bulbs whose export is free from production (ResmiGazete, 2020). In order for their bulbs to be exported, they must be obtained from production, and the bulb circumference must also be above a certain size. It is a very laborious and time-consuming task to bring the bulbs to the size that they can flower. The bulb enlargement in a short time is very important for growers. This study was carried out to reveal the usability of sewage sludge and some plant wastes as an alternative growing media for the bulb cultivation. With urbanization, the amount of wastewater in cities is increasing day by day. Sewage sludge formed after being treated in wastewater treatment plants is waste that is difficult to dispose of. Sewage sludge is a foul smelling and semi-fluid waste. Nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium in its content can be evaluated in plant cultivation (Yıldız et al., 2009; Öztürk et al., 2015). Sewage sludge can be mixed with plant wastes such as dry plant leaves, bark, branch pieces that emerge after pruning and wood shavings formed during wood processing, and reused in cultivation after composting. Sewage sludge can be reused in agricultural areas, forest areas, degraded areas such as coal and mineral deposits, quarries, parks, gardens and recreation areas (Ünal et al. 2011). Sewage sludge contains heavy metals such as cobalt, nickel, chromium, lead, selenium, mercury, zinc and cadmium, which may cause harm to the plant and the environment. In order not to cause environmental risks, heavy metal levels in the plant and soil should be monitored before and after the application, and the limit values determined by the regulation should be strictly observed (Demirkan et al. 2017).

2. MATERIAL AND METHOD

This study was carried out between October 2020-April 2021 in the open area of Faculty of Architecture and Design, Çanakkale Onsekiz Mart University. In the research, *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel (winter daffodil) with 6-7 cm bulb circumference was used as the plant material. Mixtures of sewage sludge, pine leaves and wood sawdust were evaluated in bulb cultivation. Sewage sludge used as a growing media in the experiment was provided from Çanakkale Advanced Biological Wastewater Treatment Plant in dry state. Wood sawdust were taken from a private carpentry shop in Kepez, Çanakkale. Pine leaves were obtained by collecting the dry leaves of pine trees in the Terzioğlu Campus of Çanakkale Onsekiz Mart University. On October 28, 2021, 50% pine leaves+50% sewage sludge, 50% wood sawdust+50% sewage sludge mixtures were prepared by volume. The prepared mixtures were filled in plastic pots of 50x20x17 cm with a volume of 11 liters. The mixtures were moistened occasionally according to the humidity situation, and composted by mixing for one year until planting time. Winter daffodil bulbs were planted on October 31, 2020 in the growing media. The experiment was set up in 3 replications according to the randomized plot design and 5 bulbs in each replication were used. During the experiment, the plants were irrigated according to the humidity of the growing media,

and weeds in the growing media were removed manually. Bulb were removed from the growing media on April 27, 2021. Root length (cm), root diameter (mm), root weight (g), bulb diameter (mm), bulb weight (g), bulblet number (piece), bulblet diameter (mm), bulblet weight (g), stem diameter (mm), leaf number (piece), leaf length (cm), leaf width (mm), leaf thickness (mm) and leaf weight (g) were measured in the experiment. Variance analysis (ANOVA), Duncan multiple comparison test ($p=0.05$) and Pearson correlation test were performed with SPSS 23 statistics program to the data obtained.

3. RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the statistical analysis; The effect of growing media on root length and root weight was found to be significant. Root length and root weight of bulbs grown in pine leaf+sewage sludge and wood sawdust+sewage sludge were statistically included in the first group (Figure 1). There was no statistical difference between the growing media in terms of root diameter. Root diameter values varied between 3.32 and 3.47 mm.

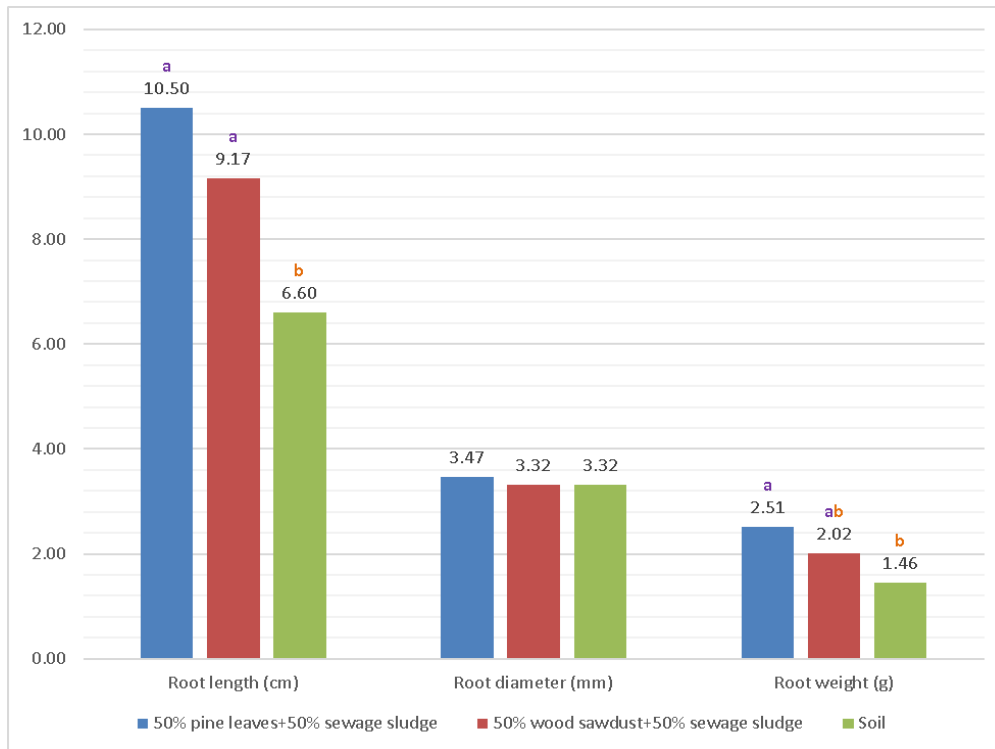


Figure 1. Effect of growing media on root parameters

According to the analysis of variance; the effect of growing media on bulb diameter and weight was found to be insignificant. Although there was no statistical difference, the bulb diameter and bulb weight values were higher in the growing media where wood sawdust and pine leaves were mixed with the sewage sludge other than the soil in terms of numerical value. In the growing media, bulb diameter was 28.85 mm and bulb weight was 15.44 g in the mixture of pine leaf+sewage sludge (Figure 2). It is thought that the nutrients and organic materials in the sewage sludge mixed into the growing media may have increased the bulb diameter and weight.

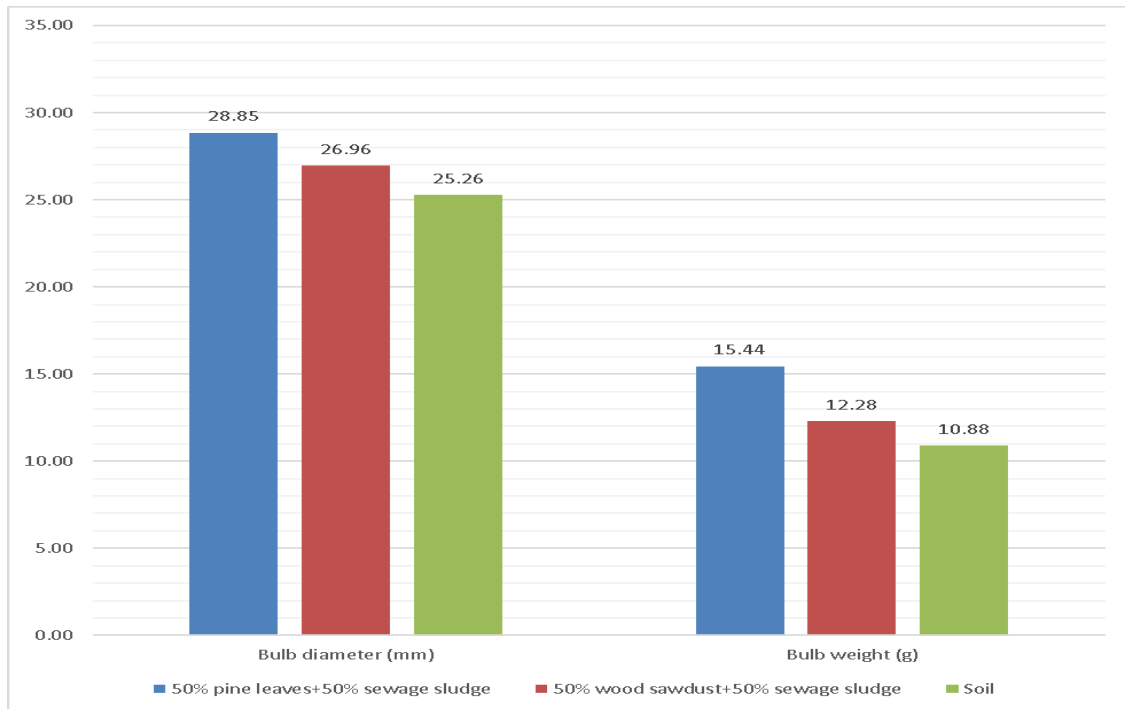


Figure 2. Effect of growing media on bulb parameters

Among the growing media, the highest bulblet number (2.00 pieces) was obtained from pine leaves+sewage sludge (Figure 3). Zencirkıran and Tumsavas (2006) obtained 0.70 bulblet per bulb from winter daffodil bulbs with 6-8 cm circumference. There was no statistical difference between the media in terms of bulblet diameter and bulblet weight. The bulblet diameter and bulblet weight were found to be high in pine leaves+sewage sludge media as numerical values. Özel and Erdem (2010) obtained 2.00 bulblet from the cultivation of winter daffodil with an bulb circumference of 10-12 cm. Similar results were found in this study as well. However, the bulblet diameter and the bulblet weight were smaller in this study. All bulblet parameters measured in the study were higher in the mixture of the pine leaves+sewage sludge. The highest stem diameter and leaf number were determined in the media of the pine leaves+sewage sludge. The second statistical group included wood sawdust+wastewater treatment sludge and soil (Figure 4).

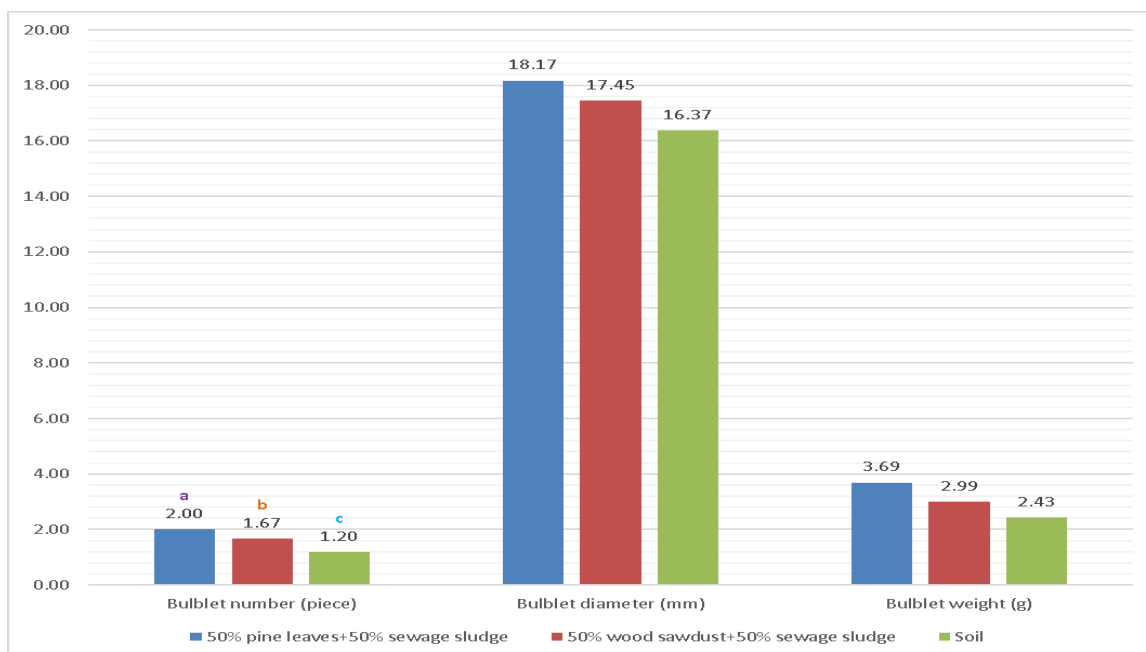


Figure 3. Effect of growing media on bulblet parameters

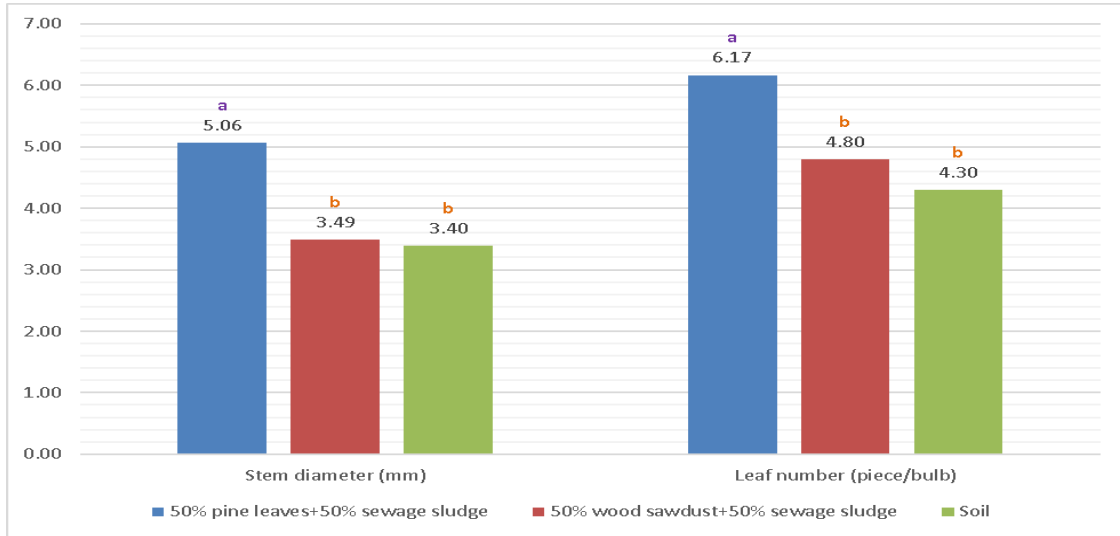


Figure 4. Effect of growing media on stem diameter and leaf number

The effects of growing media on leaf length, leaf thickness and leaf weight were found to be significant. The highest leaf length occurred in pine leaves+sewage sludge (23.08 cm) and wood sawdust+sewage sludge (22.25 cm) (Figure 5). Özel and Erdem (2010) found the plant height to be 31.10 cm in the cultivation of larger bulbs. In the study, shorter leaves were obtained from smaller bulbs. Leaf thickness and leaf weight were higher in the mixture of pine leaves+sewage sludge. There was no difference between the growing media in terms of leaf width. Leaf width values were between 7.43 and 8.26 mm.

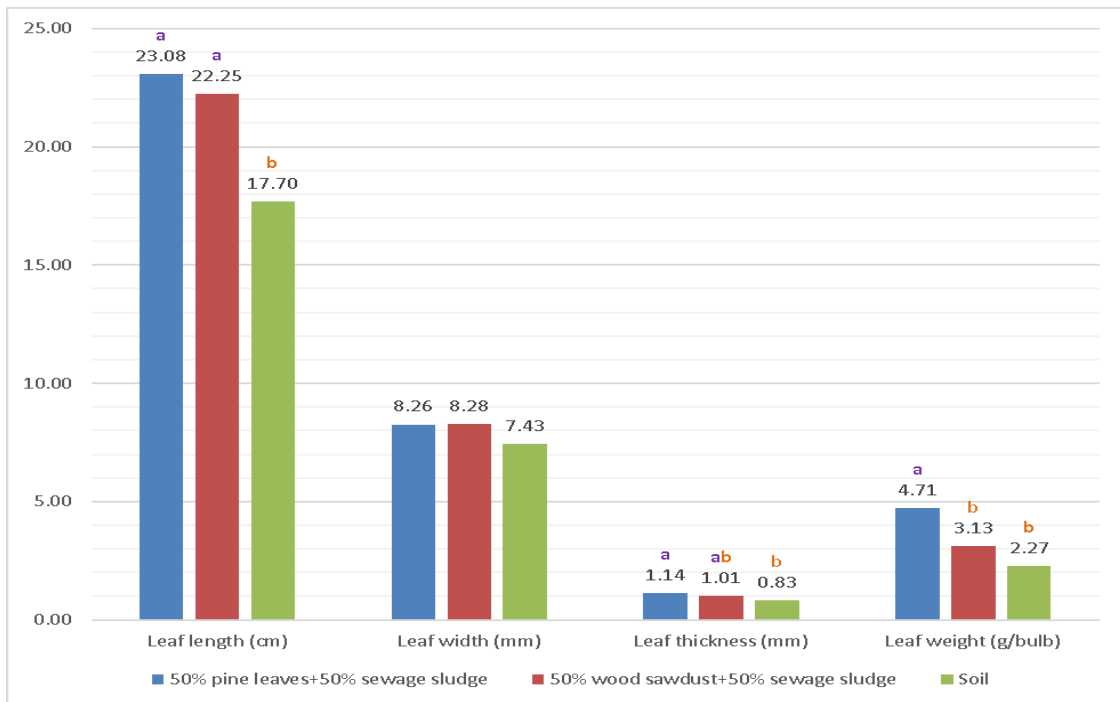


Figure 5. Effect of growing media on leaf parameters

According to the correlation test; a weak positive correlation was found between root length and bulblet number ($p=0.05$, $r=0.461$), leaf number ($p=0.05$, $r=0.398$). The positive correlation at the high level of was determined between root weight and bulb weight, bulblet weight, leaf weight. With increasing in root weight values, bulb weight, bulblet weight and leaf weight values increased. Similarly, a positive relationship was found between bulb diameter and bulblet diameter, stem diameter, leaf number, leaf length, leaf width, leaf thickness, leaf weight. With increasing in bulb diameter values, bulblet diameter and leaf parameters increased. Bulblet weight was positively affected by the bulb weight value ($p=0.01$,

$r=0.748$). The increase in root weight values increased the onion and bulb weight, and the increase in onion diameter values increased the diameter of the bulb onions. While root weight values increased, bulb weight and bulblet weight increased. The correlation between the bulblet diameter and the parameters of stem diameter, leaf number, leaf length, leaf width, leaf thickness was positive.

Table 1. Relationships between plant parameters

	Root length	Root diameter	Root weight	Bulb diameter	Bulb weight	Bulblet number	Bulblet diameter	Bulblet weight	Stem diameter	Leaf number	Leaf length	Leaf width	Leaf thickness	Leaf weight
Root length	1													
Root diameter	0.010	1												
Root weight	0.007	0.090	1											
Bulb diameter	0.235	0.352	0.279	1										
Bulb weight	0.066	0.096	0.784**	0.478**	1									
Bulblet number	0.461*	0.082	0.230	0.131	0.285	1								
Bulblet diameter	0.243	0.188	0.159	0.803**	0.374*	0.133	1							
Bulblet weight	0.048	0.002	0.805**	0.355	0.748**	0.361	0.396*	1						
Stem diameter	0.321	0.320	0.234	0.864**	0.422*	0.248	0.655**	0.264	1					
Leaf number	0.398*	0.225	0.207	0.632**	0.267	0.428*	0.591**	0.113	0.621**	1				
Leaf length	0.046	0.003	0.410*	0.696**	0.556**	0.203	0.659**	0.377	0.639**	0.454**	1			
Leaf width	0.195	0.236	0.003	0.768**	0.143	0.056	0.606**	-0.048	0.591**	0.340	0.581**	1		
Leaf thickness	0.217	0.171	0.531**	0.649**	0.538**	0.365	0.401*	0.471*	0.594**	0.353*	0.676**	0.373*	1	
Leaf weight	0.064	0.250	0.885**	0.457*	0.902**	0.388	0.366	0.816**	0.470*	0.323	0.599**	0.287	0.557**	1

* Correlation is significant at the 0.05 level, **. Correlation is significant at the 0.01 level

4. CONCLUSION

Dry plant leaves, bark, pruning wastes and wood sawdust can be used in composting. Nitrogen-rich wastes such as sewage sludge can be mixed into these sources. Thus, a good growing media for plant growing can be obtained after decomposition. This process ensures the disposal of both wastes together. However, the amount of heavy metal must remain under the limits determined by the regulation and necessary analyzes must be made during the use of sewage sludge. In this study, the plants developed normally in both mixtures where sewage sludge was mixed. The plant growth in the mixture of pine leaf+sewage sludge was better. Further studies related to sewage sludge and plant wastes on mixing ratios, usage in plant species, determination of substances removed from mixtures will be beneficial in terms of waste disposal, sustainability and environmental protection.

REFERENCES

- ANONİM, (2021a) Geofitler, 05.12.2021 tarihinde <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/beykozbbgam/belgeler/teknik%20bilgi/geofitler.pdf> adresinden alındı.
- ANONİM, (2021b). 2021 *Dünya Süs Bitkileri Sektörü Araştırma Raporu*, Orta Anadolu Süs Bitkileri ve Mamulleri İhracatçıları Birliği, s 35.

- ÇETİNKALE DEMİRKAN, G., AKAT, H., YAĞMUR, B. (2017). Farklı Atık Materyallerin *Matthiola Incana* 'Iron Rose' Yetiştiriciliğine Etkisi, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(3), 173-178.
- ÖZEL, A., ERDEN, K. (2010). İhraç Edilen Bazı Geofitlerin Pazarlanabilir Soğan Üretim Kapasiteleri ve Bazı Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(2), 90-99.
- ÖZHATAY, N. (2013). Türkiye'nin Süs Bitkileri Potansiyeli: Doğal Monokotil Geofitler, V. Süs Bitkileri Kongresi, Cilt:1, 06-09 Mayıs, Yalova, 1-12.
- ÖZTÜRK, G., ÇALLI, B., ARIKAN, O., ALTINBAŞ, M. (2015). *Atık Su Arıtma Çamurlarının İşlenmesi ve Bertarafı El Kitabı*, Türkiye Belediyeler Birliği, Korza Yayıncılık, 218 s, Ankara.
- RESMÎ GAZETE, (2020). Doğal çiçek soğanlarının 2021 yılı ihracat listesi hakkında tebliğ (tebliğ no: 2020/41), 18 Aralık 2020 Cuma, Resmî Gazete, Sayı: 31338
- ÜNAL, M., KARACA, A., ÇETİN, S. C., ÇELİK, A. (2011). İçme Suyu Tesisi Arıtma Çamurunun Arpa Zambağı (*Freesia Spp.*) Bitkisi Gelişimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 46-56.
- YILDIZ, Ş., YILMAZ, E., ÖLMEZ, E. (2009). Evsel Nitelikli Arıtma Çamurlarının Stabilizasyonla Bertaraf Alternatifleri: İstanbul Örneği, Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY 2009), pp.1-8, 15-17 Haziran, İstanbul.
- ZENCİRKIRAN, M., TUMSAVAS, Z. (2006). Effect of Bulb Circumference on Bulb Yield and Bulblet Formation Capacity of *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. Ex Sprengel (Winter Daffodil), *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9, 2366-2368.

FANET AĞLARI İÇİN DÜŞÜK GECİKMELİ VE YÖNLENDİRME YÜKLÜ YÖNLENDİRME PROTOKOLÜ

Sümeyye KAYMAK

Gebze Teknik Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği
skaymak@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2351-3074

Hasari ÇELEBİ

Gebze Teknik Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği
hcelebi@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7633-5374

Özet

Kablosuz ağlarda iletim gerçekleştirebilmek için yapılması gereken ilk işlem, haberleşecek cihazlar arasında veri paketlerinin gönderileceği yolun belirlenmesidir. Flying Adhoc Network (FANET) ağlardakinin aksine hareketliliğin çok olmadığı ağlarda topolojinin sık değişimi ve buna bağlı olarak bağlantının sık kopma sorununun yaşanmamasından dolayı bir kez belirlenen iletim yolunun geçerliliği uzun süre devam etmektedir. Ancak FANET ağlarda İnsansız Hava Araçlarının (İHA) hızlı hareket etmeleri mevcut veri yolunun geçerliliğinin son bulmasına ve sık sık yeni iletim yolunun belirlenmesine yol açmaktadır. Bu çalışmada FANET ağlar için OLSR protokolüne dayanan, RSSI değerine bağlı bağlantı kalitesine göre iletim gerçekleştiren yeni bir yönlendirme protokolü sunulmaktadır. İki protokol paket teslim oranı, yönlendirme yükü ve uçtan uca gecikme kriterlerine bağlı olarak karşılaştırılmakta ve sonuçlar simülasyon sonuçları bölümünde sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: FANETs, MANETs, VANETs, OLSR, NS2 simülasyonu, Yönlendirme protokolü, RSSI.

LOW LATENCY AND ROUTING LOAD ROUTING PROTOCOL FOR FANETS

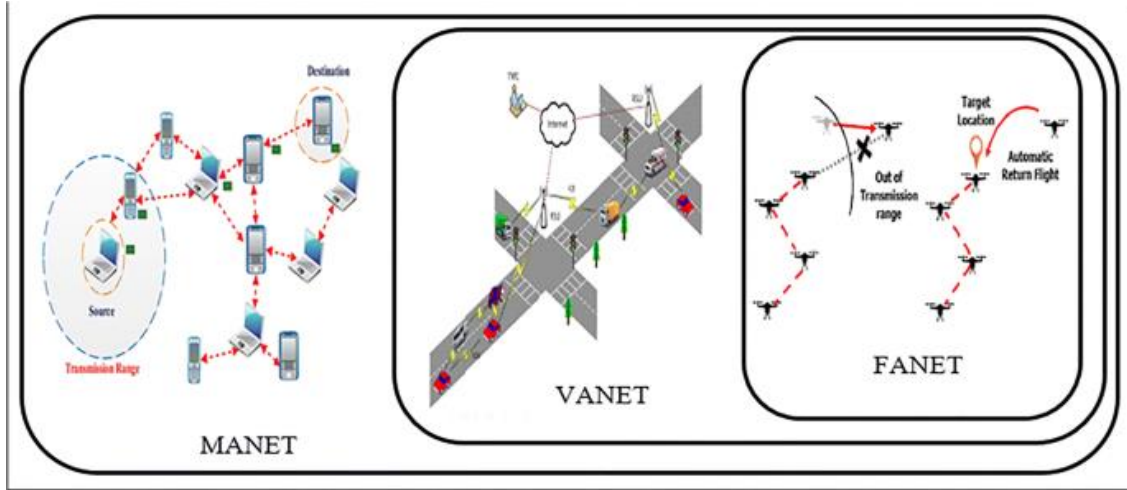
Abstract

The first thing to do in order to transmit in wireless networks is to determine the path to send data packets between devices to communicate. Contrary to the Flying Adhoc Network networks, the validity of the transmission path, which is determined once, continues for a long time given that the topology in the networks where there is not much mobility isn't frequent change. However, the rapid movement of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in FANET networks leads to the expiration of the current data path and the determination of a new transmission path frequently. In this study, a new routing protocol based on the OLSR protocol for FANET networks is presented, which performs transmission according to the link quality depending on the RSSI value. The two protocols are compared based on the criteria of packet delivery rate, routing load, and end-to-end delay, and the results are presented in the simulation results section.

Keywords: FANETs, MANETs, VANETs, OLSR, NS2 simulation, Routing Protocol, RSSI

1. GİRİŞ

Uçan Geçici Ağ (FANET), insan etkileşimi olsun veya olmasın bir hedefe ulaşmak için geçici bir ağ oluşturan bir İnsansız Hava Araçları (İHA) grubudur (Khan ve ark., 2017). VANET'lere benzeyen FANET ağlar Mobil Ad Hoc Ağın (MANET) bir alt sınıfıdır (AlKhatieb ve ark., 2020). Şekil 1'de görsel olarak sunulmaktadır.



Şekil 1. VANET aracılığıyla MANET'ten FANET'e (Radley ve ark., 2019)

İHA kullanımı sensör, işlemci ve uygulamaların artmasından dolayı her geçen gün artmaktadır (Kaushik, 2018). Bu İHA'ların etkin haberleşebilmesini engelleyen zorlukların çözümü için çalışmalar yapılmasının, özellikle yönlendirme problemi için bir çok yeni yönlendirme protokolü geliştirilmesinin ana sebebidir. VANET ve MANET ile birçok benzer özelliğe sahip olan FANET ağlarda İHA'ların hızlı hareket etmelerine ve buna bağlı olarak hızlı topoloji değişim nedeniyle bağlantı ve yönlendirmeyi sürdürmek daha zordur (Bekmezci ve ark., 2013). Tablo 1, üç farklı Ad-Hoc Ağ kategorisi arasındaki farkları özetlemektedir.

Tablo 1. FANET'in VANET ve MANET ile karşılaştırılması (Usman ve ark., 2021).

Ağ Özellikleri	MANET	VANET	FANET
Düğüm hareketliliği	Düşük	Hızlı	Çok Hızlı
Hareketlilik Modeli	Rasgele	Düzenli	Rasgele
Düğüm Yoğunluğu	Küçük	Büyük	Çok Küçük
Topoloji varyasyonu	Düşük	Yüksek	Çok Yüksek
Enerji Tüketimi	Gerekli	Gereksiz	Gerekli

Bu çalışmada tasarlanan yönlendirme protokolüyle FANET ağlarda bağlantının sık kopma sorunundan kaynaklanan yönlendirme problemi çözümü için bağlantı kalitesini sunan RSSI değerine bağlı olarak yönlendirme yapılması hedeflenmektedir.

2. BENZER ÇALIŞMALAR

Bu bölümde FANET ağlar için tasarlanmış bir çok yönlendirme protokolü sunulmaktadır. (Fan ve ark., 2018) çalışmasında yazarlar OLSR tabanlı bir yönlendirme protokolü olan C-OLSR protokolü sunmuşlardır. OLSR'ın diğer bölümlerde anlatılan MPR düğümler üzerinden iletim gerçekleştirilmesi ve olabilecek yollar arasından en az atlama sayılı yolu seçme yapısı FANET ağlarda yetersiz kaldığı için bu çalışmada düğümler arasındaki bağlantı kalitesini sunan Signal-to-Noise-Ratio (SNR) değerine bağlı olarak düğümler arası bağlantının kalitesine karar verilerek yönlendirme tablosu iletim yollarının belirlenmesi için kriter olarak alınmıştır. (Li ve Yan, 2017) çalışmasında ise AODV yönlendirme protokolüne dayalı, düğümlerin GPS lokasyon bilgi avantajını alarak bağlantı geçerliliğini gösteren yeni bir metrik uyguladıkları LEPR yönlendirme protokolünü sunmaktadırlar. LEPR yönlendirme protokolünde düğümler arasındaki bağlantı kalitesi ileri ve geri iletim oranlarını kullanırken aynı zamanda düğümler arasındaki uzaklık ve düğümlerin hızları bağlantı kalitesi kriterine karar verirken kullanılmış diğer metriklerdir. (Waheed ve ark., 2019) çalışmasında yazarlar iki düğümün konumları, ilerleme yönleri ve hızlarına bağlı olarak hesaplanan bağlantı sona erme süresi ve atlama sayısı değerlerine göre bağlantının kalitesine karar verdikleri LOAD yönlendirme protokolünü sunmaktadırlar.

Bağlantının geçerlilik süresinden kaynak düğüm ile hedef düğüm arasındaki atlama sayısı çıkarılarak elde edilen değer bağlantı kalite metriği olarak sunulmakta ve mevcut yolların kararlılık değerlerine bağlı olarak maksimum kararlılıklı yol iletim yolu olarak belirlenmektedir. NC-OLSR yönlendirme protokolü (Yin ve ark., 2017)'da sunulmaktadır. Bu çalışmada FANET'lerde iletişim için düğümler arasındaki bağlantı kalitesine bakılmaksızın iletim için seçilebilecek tüm yollardan gönderilmek istenen veri paketleri kodlama sistemiyle gönderilmiş ve hedef düğüme tüm gönderilen paketlerin iletilmemesi durumunda dahi kaynak düğümden gönderilmek istenen tüm veri paketlerinin alınması sağlanmıştır. (Sharma, 2009)'da düğümlerin hareketliliğinden dolayı OLSR ve diğer yönlendirme protokollerinin problemleri ve FANET ağlardaki hareketliliğe uyum sağlayabilen P-OLSR yönlendirme protokolü sunulmaktadır. Bu makalede düğümler Hello paketler aracılığıyla komşularının konumlarından haberdar olur ve ETX metriğine göre iletim yolu seçimini yaparlar. (Alshabtat ve Dong, 2010)'da sunulan DOLR protokolü OLSR tabanlı bir protokol olup MPR sayısını azaltmayı hedeflemektedir. Bu protokolda MPR seçim mekanizması için directional antenna kullanımından yararlanır ve OLSR'in tamamen devre dışı bırakıldığı yönlendirme protokolü değildir. İletim yolu belirleme işleminde hedef ve kaynak arasındaki uzaklık belirlenen üst uzaklıktan fazla ise OLSR yönlendirme protokolü ile aksi takdirde DOLSR yönlendirme protokolüyle belirlenir. (Zheng ve ark., 2014)'da sunulan yönlendirme protokolünde ana hedef yüksek hızlı düğümlerin MPR düğüm olarak seçilmemesidir. Düğümlerin stabilliğine ve ulaşılabilirliğine bağlı olarak iletim yolu seçimi uygular. (Xie, 2018) çalışmasında ise OLSR protokolünün hızlı topoloji değişikliklerine uyum sağlayabilecek ve iletişimin kesintiye uğramasını önleyebilecek yeni bir formu sunulmaktadır. Bu protokol düğüm bağlantısının sona erme süresini hesaplamak ve artık enerjiyi hesaba katmak için Global Konumlandırma Sistemi (GPS) bilgilerini tam olarak kullanmayı hedefler. Bu makaledeki yönlendirme protokolü deniz sahnelerinde küçük uçan robotların iletim gerçekleştirebilmeleri için tasarlanmıştır.

Bir diğer ilişkili çalışma olan LTA-OLSR (Pu, 2018)'de sunulmaktadır. Bu protokolda iletim yolu belirlenirken kullanılacak bağlantı kalite metriği fiziksel katman bilgis olan Received signal strength indicator(RSSI) değeridir. Tasarlanan protokol ile bağlantı kalite metriği olarak RSSI değeri kullanılmaktadır. Ancak LTA-OLSR protokolünde iki düğüm arasında tek bir RSSI değeri değil alınan birden çok RSSI değerlerine bağlı olarak ortalama RSSI değeri elde edilmesi ve bağlantı kalite metriğinin buna bağlı olarak belirlenmesi iki protokol arasındaki farktır. (Kirubasri ve Maheswari, 2016) makalesinde RSSI değerinin bir bağlantının çok iyi kalitede olup olmadığına dair hızlı ve doğru bir tahmin sağlayabileceği, kısa bir zaman aralığında çok kararlı olduğu için bağlantının geçiş bölgesinde olup olmadığını belirlemek için tek bir RSSI okumasının yeterli olacağı bilgisi verilmektedir. Bu nedenle birlikte birden çok RSSI değerinin ölçülmesinde yaşanacak vakit kaybını ve hafıza gereksinimini engellemek için tasarlanan protokolda tek bir RSSI değer okuması üzerinden bağlantı kalitesine karar verilerek geliştirilmiştir. (Pu, 2018, 1) çalışmada ise LTA-OLSR protokolü için belirlenen bağlantı kalite metriği AODV protokolünde bağlantı kalitesi olarak uygulanmakta ve elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Bu iki çalışmada diğer yönlendirme protokolünden farklı olarak haberleşme için kullanılan kanalların meşguliyet durumlarında göz önüne alınarak iletim yolu belirlenmektedir.

3. OLSR (Optimized Link State Routing) PROTOKOL

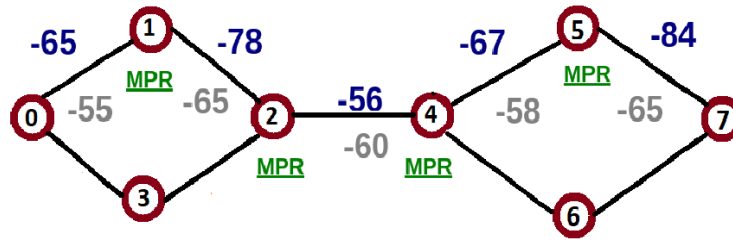
OLSR mobil Ad-Hoc ağlar için bir proaktif yönlendirme protokolüdür (Jacquet ve ark., 2001). Proaktif protokoller paket gönderiminden önce oluşturulan ağdaki tüm düğümlerin yönlendirme tablolarında birbirleri için aktif bir yol tutma prensibine dayanır. Ağdaki her düğüm tablosunda kendinden diğer tüm düğümlere en optimum yol bilgisini sunmaktadır. Böylelikle bir düğüm paket göndermek istediğinde hedef düğüm için bir yol belirleme işlemine gerek duymadan hedef düğüm için tablosundan öğrendiği yol üzerinden iletimini gerçekleştirebilir. Bu sayede kaynak ve hedef arasında yolun belirlenmesi için vakit kaybı yaşanmaz. Tabloda bir kez belirlenen yol geçerliliğini yitirdiğinde yada kaynak ve hedef arasında daha optimum yeni bir yol bilgisi ulaştığında tablo bilgisi güncellenir. Proaktif yönlendirme protokolü olan OLSR da her düğüm ağdaki tüm düğümler için aktif bir yolu tablosunda saklar. OLSR protokolünün temelinde 3 paket yapısı ve kontrol paket sayısını azaltan bir mekanizması vardır. Bunlar HELLO mesaj paketi, Topoloji Control (TC) mesaj paketi ve Multiple Interface Declaration(MID) mesaj paketi ve MPR mekanizmasıdır (Clausen ve ark., 2003).

Yönlendirme protokollerinin görevi birbirlerinin kapsama alanı içerisinde olmayan iki düğüm arasında iletim gerçekleştirilebilmesi için iletişimin gerçekleştirilebileceği yolun belirlenmesini sağlamaktır. OLSR yönlendirme protokolü yol belirleme işlemini Hello, TC ve Mid mesajlarıyla gerçekleştirmektedir.

4.ÖNERİLEN YÖNLENDİRME PROTOKOLÜ

FANET ağlarda düğümlerin hızlı hareket etmelerine bağlı olarak topolojinin sık sık değişimi nedeniyle Ad-Hoc ağlar için tasarlanmış mevcut yönlendirme protokolleriyle verimli iletim gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle FANET ağlarda iletimi geliştirmek için düğümler arasındaki bağlantı kalitesinin ölçülebilmesi ve düğümlerin hareket yönleri göz önüne alınarak iletim yolunun belirlenmesi daha iyi sonuçlar elde etmeyi sağlar.

Düğümler arasındaki bağlantı kalitesini sunan birçok değer mevcuttur. Bu makalede fiziksel katman değeri olan RSSI değerine bağlı olarak düğümler arası bağlantı kalitesi belirlenmiş ve iletim yolu seçiminde kaynak-hedef arasında bulunan yollar arasından iletim yolu RSSI değerine bağlı olarak seçilmiştir. Her düğüm kendi ile komşusu arasındaki RSSI bilgisini elde eder ve bu bilgi Hello ve TC mesaj paketleriyle ağda iletilir. Yol seçiminde bir yol üzerinde bulunan tüm RSSI değerlerinden en küçük RSSI değeri o yol için RSSI değeri olarak atanmaktadır. Şekil 2'de bir iletim yolunun RSSI değerinin nasıl belirlendiği gösterilmektedir. RSSI değerleri senaryodaki gerçek değerler değildir. Görüldüğü üzere 0-7 arasında 0-1-2-4-5-7 yolu için 0 düğümünün RSSI değeri yol üzerindeki tüm ikili düğümler arasındaki RSSI değerlerinden en küçüğü olan -84 değeri, 7 düğümünün RSSI değeri ise -65 değeridir. 0-1-2-4-5-7 yolu için RSSI değerleri görselde mavi renkte sunulurken, 7-5-4-2-1-0 yolu için RSSI değerleri gri renkte sunulmaktadır.



Şekil 2. İletim yolunun RSSI değeri nasıl belirlenir?

Geliştirilen protokolde her ikili düğüm arasından tek bir RSSI okuması yapılmış ve kaynak-hedef olabilecek yollar arasından alınan RSSI değerlerine bağlı iletim yolu seçimi yapılmıştır. Tasarlanan protokol OLSR protokolüne dayanmaktadır. Bu bölümde OLSR ve tasarlanan protokolü arasındaki farklar sunulmaktadır. Tasarlanan protokolde RSSI değerine göre iletim yolu belirleneceği için fiziksel katmandan RSSI bilgisi alınmakta ve iletim yolu RSSI değerine bağlı olarak belirlenmektedir. Her düğüm kendi ve tek atlamalı komşu düğümler arasındaki RSSI değerlerini elde eder ve bu bilgiyi topolojide yayınlar. OLSR protokolünde bu bilginin yayınlanabileceği bir yapı olmadığı için tek atlamalı komşular için bu yapı komşularıyla olan bağlantının kalite bilgisini alan her düğümün tek atlamalı komşular bilgisini sunduğu Hello mesaj paketi ile bu bilgiyi sunması sağlanmaktadır. Hello mesaj paketi yapısında yapılan değişiklikler Şekil 3'de sunulmaktadır.

0					1					2					3																
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
Reserved										Htime					Willingness																
Link Code					Reserved					Link Message Size																					
RSSI of Neighbor Interface Address 1																															
Neighbor Interface Address 1																															
RSSI of Neighbor Interface Address 2																															
Neighbor Interface Address 2																															

Şekil 3. Tasarlanan Protokolün Hello mesaj paket formatı

Görüldüğü üzere mesaj paketi yapısında komşu bilgilerinin sunulduğu alanlardan önce her komşu için ayrı ayrı mesaj paketini gönderen düğümle arasındaki RSSI değeri taşınmaktadır.

ANSN	Reserved	ANSN	Reserved
Advertised Neighbor Main Address		RSSI 1	
Advertised Neighbor Main Address		Advertised Neighbor Main Address	
.....		RSSI 2	
Advertised Neighbor Main Address		Advertised Neighbor Main Address	
.....		

Şekil 4. OLSR ve Tasarlanan Protokolün TC mesaj paket formatları

Şekil 4'te ise topolojide RSSI değerinin taşınabilmesi için TC mesaj paketi yapısında yapılan değişiklikler sunulmaktadır. RSSI değerlerinin tüm düğümler tarafından öğrenilmesini sağlamak kaynak- hedef düğüm arasında bulunan yollar arasında seçilmesi gereken yolun belirlenebilmesi için yeterli değildir. Çünkü kaynak-hedef arasında birden fazla yol olabilir ve yönlendirme tablosunda RSSI değeri tutulmadığı için tabloya kaydolmuş yol ile yeni yolun karşılaştırılabilmesi mümkün değildir. Bu nedenle yönlendirme tablosuna kaydedilen her yol için RSSI değerinin tutulabileceği bir alan eklenmiş ve böylelikle olabilecek yolların RSSI değerine bağlı olarak karşılaştırılması sağlanmıştır. OLSR'da yönlendirme tablosuna kayıt ekleme işleminde kaynak-hedef arası olabilecek tüm yolların karşılaştırılması atlama sayısı kriterine göre yapılmakta iken tasarlanan protokolde atlama sayısı kriterinin yerini RSSI değeri almaktadır. Şekil 5'te görüldüğü üzere yönlendirme tablosunda bulunan atlama sayısı alanı RSSI değeri olarak değiştirilmiştir. Her düğüm gelen paketler içerisinde RSSI değerine göre ağdaki tüm hedeflere bir iletim yolu belirler. Her alınan paketle ya paket hedef bilgisi için ilk yol kaydı oluşturulur yada yeni yolun RSSI değeri tabloda mevcut olan yolun RSSI değerinden büyükse kaynak ve hedef arasındaki var olan yolun güncellemesi yapılır.

Destination Address	Destination Address
Next Address	Next Address
Iface Address	Iface Address
Distance	RSSI

Şekil 5. OLSR ve Tasarlanan protokolün Yönlendirme Tablo Yapıları

Tasarlanan yönlendirme protokolünde ağdaki her düğüm öncelikle broadcast yayımla öğrendiği komşularıyla arasındaki bağlantının RSSI değerini fiziksel katmandan alır ve RSSI değerleriyle oluşturduğu Hello mesaj paketlerini tek atlamalı komşularına gönderir. Tek atlamalı komşular aldıkları mesaj paketine göre o komşuları için yönlendirme tablolarına iletim yolunu RSSI değeriyle birlikte kaydederler. Bu protokole iletilen TC mesaj paketleriyle her düğümün topolojideki diğer tüm düğümlerin hangi MPR üzerinden erişilebilir olduğu ve RSSI değerlerinin ne olduğu bilgisine ulaşılabilir. Hello ve TC mesaj paketleri aracılığıyla ağdaki tüm düğümlerin her ikili düğüm arasındaki RSSI değerini öğrenmesi ve her düğüme nasıl erişebileceği bilgisi sağlandıktan sonra yol belirleme işlemi için her düğüme kaç atlama mesafesine sahip olduğuna bağlı olarak yol üzerindeki tüm RSSI değerleri karşılaştırılır ve yol üzerindeki en küçük RSSI değeri ilgili yol için RSSI değeri olarak atanır. Kaynak-hedef arası tüm yollar yolun RSSI değerine bağlı olarak karşılaştırılır ve iletim yolu belirlenir. İletilen her mesaj paketiyle ağ topoloji bilgisi güncellenir ve bağlantı kalitesine bağlı olarak yönlendirme tablo bilgisi güncellenir.

5. PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Bu bölümde tasarlanan yönlendirme protokolünün Paket Teslim Oranı, Yönlendirme Yüğü ve Uçtan Uca Gecikme metriklerine bağlı olarak değerlendirilmesi sunulmaktadır.

5.1. Benzetim Senaryosu

OLSR ve tasarlanan yönlendirme protokolünün karşılaştırılması için kurulan senaryo ns2 simülatör ortamında gerçekleştirilmektedir. Tasarlanan yönlendirme protokolünün karşılaştırılmasında benzetim senaryo parametreleri Tablo II'deki gibidir.

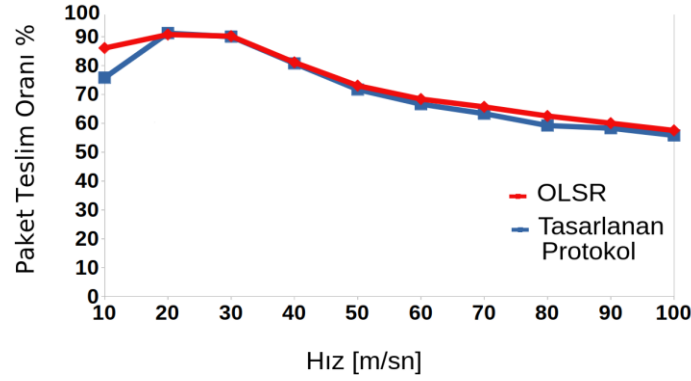
Tablo 2. Simülasyon Parametreleri.

Parametre	Değer
Simülatör	ns2
Ağ Boyutu	1000 X 1000 X 1000
Simülasyon Süresi	100 sn
Düğüm Sayısı	15
Kapsama Alanı	250 m
Trafik Tipi	Constant Bit Rate(Cbr)
Paket Boyutu	512bytes
Mac Protocol	IEEE 802.11
Düğüm Hızı	10-100m/s
Hareketlilik Modeli	Random Way Point
Yönlendirme Protokolleri	OLSR, Tasarlanan Protokol

OLSR ve tasarlanan yönlendirme protokolü 3 metrikle karşılaştırılmıştır. Bu metodlar Paket Teslim Oranı, Yönlendirme Yüğü ve Uçtan Uca Gecikmedir.

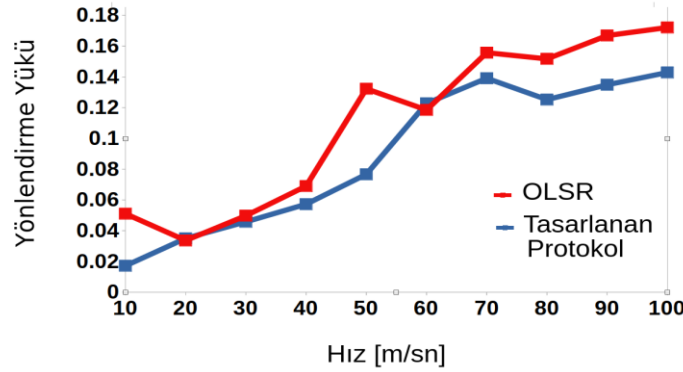
6. BENZETİM SONUÇLARI

Bu bölümde OLSR ve tasarlanan protokolünün ns2 simülatöründe paket teslim oranı, yönlendirme yüğü ve uçtan uca gecikme metriklerine göre karşılaştırılma sonuçları sunulmaktadır. Düğümlerin hareket hızlarına bağlı olarak farklı senaryolar kurulmakta, her senaryoda rasgele düğümler arasında paket iletimi gerçekleştirilmektedir. Şekil 6'da farklı senaryolara iki protokolün sunduğu paket teslim oran yüzdelere göre çizilmiş bir grafik sunulmaktadır. Grafığe bakıldığında geliştirilen protokolün OLSR protokolü ile benzer sonuçlar sunduğu görülmektedir.



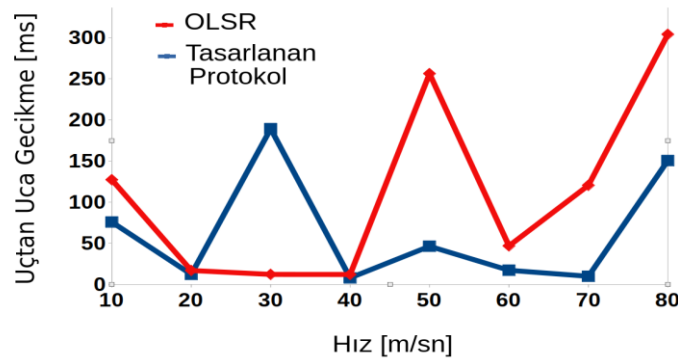
Şekil 6. Paket Teslim Oranına göre elde edilen sonuçlar

Şekil 7'de farklı senaryolara iki protokolün sunduğu yönlendirme yükü değerlerine göre çizilmiş bir grafik sunulmaktadır. Grafiğe bakıldığında tasarlanan protokolün düğüm hareket hızlarının arttığı senaryolarda OLSR protokolden daha iyi sonuçlar sunduğu görülmektedir.



Şekil 7. Yönlendirme Yükü sonuçları

Şekil 8'de farklı senaryolara iki protokolün sunduğu uçtan uca gecikme değerlerine göre çizilmiş bir grafik sunulmaktadır. Grafiğe bakıldığında geliştirilen protokolün OLSR protokolden daha iyi sonuçlar sunduğu görülmektedir.



Şekil 8. Uçtan Uca Gecikme sonuçları

7. SONUÇ

FANET ağlarda yüksek hareketliliğe bağlı olarak topolojinin sık sık değişim sorunu yaşanmakta ve böylelikle var olan yönlendirme protokolleri ile verimli-etkin veri iletimi gerçekleştirilememektedir. Bu makalede yüksek hareketlilikte veri iletimi gerçekleştirebileceği öngörülerek tasarlanan yönlendirme protokolü sunulmaktadır. Önerilen yönlendirme protokolü OLSR protokolüne dayanmakta ancak iletim

yolunu belirleme kriteri olarak atlama sayısı yerine iki düğüm arasındaki bağlantının kalitesini sunan RSSI değerini baz almaktadır. İki protokolün paket teslim oranı, yönlendirme yükü ve uçtan uca gecikme kriterlerine bağlı olarak karşılaştırma sonuçları simülasyon sonuçları bölümde sunulmaktadır. Önerilen yönlendirme prtotokolü paket teslim oranı metriğine göre OLSR protokolüne benzer sonuçlar sunarken, yönlendirme yükü ve uçtan uca gecikme metriklerine göre FANET ağlar için verimi arttırdığını sunmaktadır.

8. TARTIŞMA

Bu çalışmada FANET ağlar için düşük gecikmeli ve yönlendirme yüklü yeni bir yönlendirme protokolü sunulmuş ve elde edilen benzetim sonuçlarına göre FANET ağlarda yüksek hıza bağlı olarak yaşanan iletim sorunlarının yol açtığı yönlendirme yükü ve uçtan uca gecikme metriklerinde önemli iyileşmeler elde edilmiştir. Bir ağda kaynaklar ve hedefler arasındaki iletim düzeyini gösteren önemli iki metriğe göre elde edilen sonuçlar tasarlanan protokolün iletim geliştirmek için İnsansız Hava Araçları protokolü olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- AlKhatieb, A., Felemban, E., Naseer, A., 2020, *Performance Evaluation of Ad-Hoc Routing Protocols in (FANETs)*, IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops (WCNCW).
- Alshabtat, A. I., Dong, L., 2010, *Low Latency Routing Algorithm for Unmanned Aerial Vehicles Ad-Hoc Networks*, International Journal of Electrical and Computer Engineering.
- Bekmezci, İ., Sahingoz, O. K., Temel, Ş., 2013, *Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A survey*, Science Direct.
- Clausen, T., Jacquet, P., Adjih, C., Laouiti, A., Minet, P., Muhlethaler, P., Qayyum, A., Viennot, L. 2003, *Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)*, Institute National De Recherche En Informatique Et En Automatique.
- Fan, X., Lin, J., Zhang, C., Zhang, S., 2018, *A Cross-Layer Anti-Jamming Routing Protocol for FANETS*, IEEE 4th International Conference on Computer and Communications (ICCC).
- Jacquet, P., Muhlethaler, P., Clausen, T., Laouiti, A., Qayyum, A., Viennot, L. 2001, *Optimized link state routing protocol for ad hoc networks*, Proceedings. IEEE International Multi Topic Conference.
- Kaushik, P., 2018, *FANET routing protocols: Review*, International Journal of Advance Research and Development.
- Khan, M. A., Safi, A., Qureshi, I. M., Khan, I. U., 2017, *Flying ad-hoc networks (FANETs): A review of communication architectures, and routing protocols*, First International Conference on Latest Trends in Electrical Engineering and Computing Technologies (INTELLECT).
- Kirubasri, G., Maheswari, U., 2016, *A Study on Hardware and Software Link Quality Metrics for Wireless Multimedia Sensor Networks*, Int. J. Advanced Networking and Applications Volume.
- Li, X., Yan, J., 2017, *LEPR: Link Stability Estimation-based Preemptive Routing protocol for Flying Ad Hoc Networks*, IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC).
- Pu, C., 2018, *Link-Quality and Traffic-Load Aware Routing for UAV Ad Hoc Networks*, IEEE 4th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC).
- Pu, C., 2018, 1, *Jamming-Resilient Multipath Routing Protocol for Flying Ad Hoc Networks*, IEEE Access.
- Radley, S., Sybi, C. J., Premkumar, K., 2019, *Multi Information Amount Movement Aware- Routing in FANET: Flying Ad-hoc Networks*, Mobile Networks and Applications.
- Sharma, S., 2009, *P-OLSR: Position-based optimized link state routing for mobile ad hoc networks*, IEEE 34th Conference on Local Computer Networks.
- Usman, Q., Chughtai, O., Nawaz, N., Kaleem, Z., Khaliq, K. A., Nguyen, L. D., 2021, *A Reliable Link-Adaptive Position-Based Routing Protocol for Flying ad hoc Network*, Mobile Networks and Applications.
- Yin, J., Wang, L., Han, C., Yang, Y., 2017, *NC-OLSR: A network coding based OLSR multipath transmission scheme for FANETs*, 4th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI).
- Zheng, Y., Jiang, Y., Dong, L., Wang, Y., Li, Z., Zhang, H., 2014, *A mobility and load aware OLSR routing protocol for UAV mobile ad-hoc networks*, International Conference on Information and Communications Technologies (ICT 2014).
- Waheed, A., Wahid, A., Shah, M. A., 2019, *LAOD: Link Aware on Demand Routing in Flying Ad-Hoc Networks*, IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops).
- Xie, P., 2018, *An Enhanced OLSR Routing Protocol based on Node Link Expiration Time and Residual Energy in Ocean FANETS*, 24th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC).