

**II INTERNATIONAL
ANKARA
CONFERENCE OF
SCIENTIFIC RESEARCH**

March 6-8, 2020/ Ankara



**TAM METİN KİTABI
UYGULAMALI BİLİMLER**

**THE BOOK OF FULL TEXTS
Applied Sciences**

www.ankarakongresi.org

II INTERNATIONAL ANKARA CONFERENCE OF SCIENTIFIC RESEARCH

March 6-8, 2020/ Ankara

Editors

Dr. Derya ATEŞ

Elvan CAFAROV

ANKARA II. ULUSLARARASI BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
6-8 Mart 2020 Ankara

Bu kitabın tüm hakları İKSAD Yayınevi'ne aittir. Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerinden sorumludurlar.

İKSAD Yayınevi - 2020©

Yayın Tarihi: 23.03.2020

ISBN-978-625-7914-48-2

All rights of this book belong to İKSAD. Without permission can't be duplicate or copied. Authors are responsible both ethically and juridically

Issued: 23.03.2020

ISBN: 978-625-7914-48-2

ANKARA II. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
6-8 Mart 2020
Ankara

KONGRE KÜNYESİ/CONGRESS ID

KONGRE ADI/ CONFERENCE TITLE

ANKARA II. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

TARİH ve YER/DATE & PLACE

6-8 Mart 2020, Ankara/Türkiye

DÜZENLEYEN KURUMLAR/HOSTED BY

İKSAD- INSTITUTE OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND SOCIAL RESEARCHES
EUROASIA JOURNAL

ULUSLARARASI KATILIMCILAR/INTERNATIONAL PARTICIPANTS

AZERBAIJAN/ AZERBAIJAN

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Azərbaycan Dillər Universiteti

Nizami Gəncəvi adına Milli Azərbaycan Ədəbiyyat Muzeyi

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Zoologiya İnstitutu

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitet

Bakü Devlet Üniversitesi

Naxçıvan Devlet Üniversitesi

Baku Engineering University

Azerbaijan State University of Economics

H.Əliyev Adına Ali Hərbi Məktəbi

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

Azərbaycan Milli Bilimler Akademisi

Ganja State University

AMEA Naxçıvan Bölməsi İncəsənət

Genetic Resources Institute of ANAS

ANKARA II. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
6-8 Mart 2020
Ankara

AMEA Qafqazşünaslıq İnstitutu

Azerbaijan Tourism and Management University

Azərbaycan Bakü Devlet Üniversitesi

Gandja Regional Branch of the Azerbaijan National Academy of Sciences

KAZAKİSTAN/KAZAKHSTAN

Абай атындағы ҚазҰПУ

Al-Farabi Kazak Millî Devlet Üniversitesi

Т.Жүргенов атындағы Қазақ ұлттық өнер академиясы

ÖZBEKİSTAN/UZBEKISTAN

Alisher Navoiy Nomidagi Toshkent Davlat O'zbek Tili va Adabiyoti Universiteti

Навоийский государственный педагогический институт

GÜRCİSTAN/GEORGIA

Batumi Shota Rustaveli State University

Batumi State University

Georgian Technical University

UKRAYNA/UKRAINE

Borys Hrinchenko Kyiv University

Taras Shevchenko National University of Kyiv

University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

KANADA/CANADA

Université du Québec à Trois-Rivières

SAYI/IN NUMBERS

231 yerli akademisyenler/231 Turkish academicians

107 yabancı akademisyen/ 107 foreign academicians

ACCEPTED PAPERS

The Committee reviewed all submitted abstracts and full papers.

338 accepted papers versus 118 rejected applications

*We are thankful to all scientific committee members for them to selected invaluable papers...
Çok değerli eserlerin kongremize kazandırılmasında emeği geçen tüm bilim ve danışma kurulu
üyelerimize yürekten teşekkür ederiz...*

**SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE
BİLİM VE DANIŞMA KURULU**

Dr. Emine KOCA
Hacı Bayram Veli University

Dr. Fatma KOÇ
Hacı Bayram Veli University

Dr. Mustafa UNAL
Erciyes University

Dr. Necati DEMİR
Gazi University

Dr. Nadezhda Khan
E.A. Buketov Karaganda State University

Dr. George RUDIC
Montreal Pedagogie Moderne Institute

Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN
Ankara University

Dr. Çağla GUR
International Cyprus University

Dr. Feruza MUSAEVA
Uzbekistan Language Institute

Dr. Ferit SONMEZ
Abant İzzet Baysal University

Dr. Fidan QASIMOVA
Azerbaijan National Academy of Sciences

Dr. Gülcan DEMİROĞLU TOPCU
Ege University

Dr. Halil AKMESE
Necmettin Erbakan University

Dr. İhsan Seyit ERTEM
Gazi University

Dr. Mehmet Fırat BARAN
Siirt University

Dr. Merina B. VLADIMIROVNA
Vladivostok State Economy University

Dr. Mustafa GULEC
Ankara University

Dr. Umran TURKYILMAZ
Gazi University

Dr. Yusuf GENÇ
Sakarya University

Dr. N.N. KERMANOVA
Kazakh State Women's Teacher Training University

Dr. Didem DEMİRALP
Hacı Bayram Veli University

Dr. Hatice Gül ÖNDER
Ankara Hacı Bayram Veli University

Dr. Leyla ÇİMEN
Erciyes University

Dr. Malik YILMAZ
Ataturk University

Dr. Sara MAZHITAYEVA
E.A. Buketov Karaganda State University

Dr. Şaban KARAGİGLİOĞLU
Sinop University

Dr. Şerife YILDIZ
Selcuk University

Dr. Şeyda Ferah ASLAN
Çanakkale Onsekiz Mart University

Dr. Tenzile RUSTEMHANLI
Azerbaijan National Academy of Sciences

Dr. Zeynullina AYMAN
S. Toraygirov Pavlodar State University

Hacı Bekir ÖZERKAN
Gazi University

Dr. Fulya KİNCAL
Kırklareli Üniversitesi

Dr. Semra KOCATAŞ
Cumhuriyet Üniversitesi

Dr. EMİNE GUL CANSU-ERGUN
Baskent University

Dr. ESRA EYLEM KARATAŞ
Yıldız Technical University

Dr. Pervane MAMMADOVA

Dr. Ceylan GÜNDEĞER
Aksaray Üniversitesi

Dr. Mehmet KARAKILCIK
University of Cukurova

Dr. Özcan EKİCİ
Dicle Üniversitesi

Dr. Recep AKKAYA
Cumhuriyet Üniversitesi

Dr. Murat EYVAZ
Gebze Teknik Üniversitesi

Dr. Yalçın KAYALI
Ankara Üniversitesi

Dr. Polat YÜCEKAYA
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Ferit Gürbüz
Hakkari Üniversitesi

Dr. Celal ASLAN
Van Yuzuncu Yil University

Dr. Dilek Şura ÖZDEN DİNÇ
Yüksek İhtisas Üniversitesi

Dr. Güller ŞAHİN
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Dr. Kerem ASMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Mustafa Hicabi BÖLÜKDEMİR
Gazi University

Dr. Jale COŞKUN
İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Mehmet YARDIMCI
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

**ANKARA II. ULUSLARARASI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ**
6-8 MART 2020
Ankara

ANKARA INTERNATIONAL CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH-II
March 6-8, 2020

KONGRE PROGRAMI

CONGRESS PROGRAM

CUMA 06.03.2020- KAYIT VE EŞ ZAMANLI OTURUMLAR

CUMARTESİ 07.03.2020- KAYIT VE EŞ ZAMANLI OTURUMLAR

PAZAR 08.03.2020- EŞ ZAMANLI OTURUMLAR

Kongre Adresi RADISSON BLU HOTEL, ANKARA

Adres: İstiklal Cad. No:20 Ulus, Ankara 06100 Türkiye

Saat: 09.00-12.00 / CUMA 06.03.2020
FRIDAY 06.03.2020/ TIME 09.00-12.00

SALON 1-Oturum 1	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Filiz GÖLPEK
Dr. Öğr. Üyesi Erhan KILINÇ	HİZMETKÂR LİDERLİK VE PSİKOLOJİK GÜÇLENDİRME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Dr. M. Ash KÜÇÜKGÜNGÖR	GİRİŞİMCİLİĞİN FİNANSMANI YÖNEMİ OLARAK MELEK YATIRIMCILAR
Emre GÜL Prof. Dr. Bülent SEZEN	HAVACILIK SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM UYGULAMALARI İLE TEDARİKÇİ FİRMA VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI
Öğr. Gör. Tolga ERGÜN Öğr. Gör. Hilal OK ERGÜN	KATILIM BANKALARININ PERFORMANSINDA REKLAM GİDERLERİNİN ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ
Dr. Sertan AKBABA	THE SUCCESS OF POPULIST NATIONALISM IN ITALY: COMPARING THE ITALIAN NORTHERN LEAGUE AND FIVE STAR MOVEMENT
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KOÇARSLAN	ULUSLARARASI PAZAR KOŞULLARINI FIRSATA DÖNÜŞTÜREBİLME YETENEĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
Dilan YÜKSEL Dr. Öğr. Üyesi Adem AKBIYIK	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ONLİNE YEMEK DAĞITIM PLATFORMLARINA YÖNELİK TUTUM VE DAVRANIŞSAL NİYETLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

SALON 2-Oturum 1	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Hacer HÜSEYNOVA
Salome JAPARİDZE	POSSİBİLİTİES OF CREATİNG ATTRACTİVE ENVİRONMENT FOR MOTİVATİON OF AUTOMOBİLE AND MARİNE TRANSPORTABLE SYSTEMS IN AJARA
Dr. Öğr. Üyesi Adem AKTAŞ	YEREL İŞLETMECİLERİN YAŞI VE ÇALIŞMA SÜRESİNİN MÜŞTERİ ALGISINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ; MALAZGİRT ÖRNEĞİ
Sultan SARI	BANKA KREDİLERİNDE SEKTÖREL YOĞUNLAŞMA VE KARLILIK İLİŞKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Sara ONUR Hasan Selçuk TANDOĞAN	KATILIM BANKACILIĞI ve TC EKONOMİSİ' NDEKİ YERİ
Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ÖMERCİOĞLU	VERGİ YÜKÜNÜN VERGİYE UYUM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Hazal AK Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERGÜN	EVCİL HAYVAN MALZEMELERİ PAZARINDA E-TİCARET KULLANIMI: TÜKETİCİLER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
Nazlı PARLAK	DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR-TURİZM VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN PANEL VERİ ANALİZİ
Doç. Dr. Mihalis KUYUCU	TÜRKİYE'DE SPOR MEDYASI: GENÇLER SPORU HANGİ MECRALARDAN TAKİP EDİYOR? SPOR
Samuel Atsibha GEBREYESUS	ASSESSMENT OF THE CHALLENGES AND BENEFITS OF ADOPTION OF INTERNATIONAL PUBLIC SECTOR ACCOUNTING STANDARDS IN DEVELOPING COUNTRIES (A CASE OF ETHIOPIA)
Samuel Atsibha GEBREYESUS	ASSESSMENT OF THE CHALLENGES OF POST CLEARANCE AUDİT İN ETHİOPİAN REVENUE AND CUSTOMS AUTHORITY (A CASE OF MEKELLE BRANCH OFFİCE)
Arş. Gör. Yaşar ARLI	SİKKENİN İCADINDAN ÖNCEKİ TİCARETE GENEL BİR BAKIŞ

SALON 3-Oturum 1	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Osman ALTINTAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Razim BAYRAMLI Prof. Dr. Vaqif NƏSİROV Dr. Öğr. Üyesi Emin NƏSİROV Natella NAMAZOVA	K0,945Cs0,055NO3 MONOKRİSTALINDA QURULUŞ FAZA ÇEVRİLMƏLƏRİ
Dr. Muhammed SAYRAC	MASA ÜSTÜ KOHERENT FEMTOSANİYE X IŞINI LAZER KAYNAĞI KULLANILARAK DİFRAKTİF GÖRÜNTÜLEME
Arş. Gör. Dr. H. Yasin UZUNOK	ScGa 3 BİLEŞİĞİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İLK PRENSİPLER METODU İLE İNCELENMESİ
Prof. Dr. Bekir SARI Ayşenur ASLAN Serpil EŞŞİZ	ELASTOMER ESASLI ÜÇLÜ KOMPOZİTLERİN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE GAZ SENSÖRÜ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Hüseyin AKBAŞ	DİETİLENTRİAMİN ESASLI PROTİK İYONİK SIVILAR: SENTEZ, KARAKTERİZASYON VE ANTİPROLİFERATİF ÇALIŞMALAR
Doç. Dr. Ferit GÜRBÜZ	GENELLEŞTİRİLMİŞ VANISHING LOKAL MORREY UZAYLARINDA LUSIN-AREA İNTEGRALİNİN SINIRLILIĞI
Dr. Öğr. Üyesi Cahit TAŞDEMİR	LİSELERE GEÇİŞ SINAVINA (LGS) GİREN ÖĞRENCİLERİN MATEMATİK DERSİ BAŞARILARININ İNCELENMESİ
Prof. Dr. Osman ALTINTAŞ Assoc. Prof. Dr. Melike AYDOĞAN	NEIGHBORHOODS OF A CLASS OF QUASI-CONVEX FUNCTIONS OF COMPLEX ORDER

Saat: 12.00-15.00 /Cuma 06.03.2020

FRIDAY 06.03.2020/ TIME 12.00-15.00

SALON 1-Oturum2	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Ergün DEMİREL
Doç. Dr. Ergün DEMİREL	AUTONOMY VERSUS STANDARDIZATION FOR UNIVERSITY ACADEMIC PROGRAMS
Şuayip OKUMUŞ Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI	FINDIK ZURUFUNDAN ÜRETİLEN ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERİNİN EĞİLME ÖZELLİKLERİ
Berker BAYDAN Doç. Dr. Halil Murat ÜNVER	KÖPEK TİBİA KIRIKLARININ TESPİTİ İÇİN SSD MOBILENET V2 PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE VERİ KÜMESİ OLUŞTURMA
Al-Hameedawi M. Ozceyhan V.	NUMERICAL INVESTIGATION OF HEAT TRANSFER ENHANCEMENT ON THE THERMAL & HYDRAULIC BY USING CUO/WATER NANO-FLUID
Al-Hameedawi M. Ozceyhan V.	NUMERICAL INVESTIGATION OF HEAT TRANSFER ENHANCEMENT ON THE THERMAL & HYDRAULIC PERFORMANCE OF A CORRUGATED TUBE
Yasemin UYAR TOPRAK Dr. Öğr. Üyesi Derya YILMAZ Doç. Dr. Metin YILDIZ Prof. Dr. Sinan YETKİN	KONUŞMA SES SİNYALLERİNİN ANALİZİ İLE TIKAYICI UYKU APNESİNİN TESPİTİ
Buse ÇOPUR Fatih DURAK Doç. Dr. Mehtap ŞAFAK BOROĞLU Prof. Dr. İsmail BOZ	EFFECTS OF ZIF-7 AND REARRANGEMENT CONDITIONS ON THE GAS SEPARATION PERFORMANCE OF THERMALLY REARRANGED HAB:ODA-IPCL COPOLYAMIDE MEMBRANES
Dr. Fatih BAHADIR	FARKLI BULON ÇAPLI ÇELİK SİSMİK DAMPERLERİN SONLU ELEMANLAR ANALİZİ
Dr. Öğr. Üyesi Parisa POURALI KAHRIZ	DETERMINATION OF THE EFFECTS OF CULTURE PERIOD IN DAYS ON GRASS PEA PLANT REGENERATION

SALON 2-Oturum 2	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Fırat KAFKAS
Dr. Latif Onur UĞUR MSc. Nebih ALBAYRAK	FINE KINNEY METODU İLE ŞANTİYELERDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ: DÜZCE İLİ KAPSAMINDA BİR UYGULAMA
Dr. Öğr. Üyesi Erman Kadir ÖZTEKİN Arş. Gör. Sebahat ÖZTEKİN	GIDA KALİTESİ VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANILABİLECEK LAZER TABANLI İKİ TEKNİĞİN İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI: HİPERSPEKTRAL GÖRÜNTÜLEME VE SERS METODU
Şahin TEKÇE Sinan İLANBE İrem KARAMAN Doç. Dr. Özlem COŞKUN	SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ'NDEKİ ÖĞRENCİLERİN RADYO FREKANS ELEKTROMANYETİK ALAN KAYNAKLARINA KARŞI RİSK DEĞERLENDİRMESİ
Rasim Berk AKYOL Prof. Dr. Semra ÇORUH	DOĞAL VE ENDÜSTRİYEL ATIK MATERYAL KATKILI KOMPOZİTLERLE ATIKSULardan FENOL GİDERİMİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Fırat KAFKAS Hüseyin DAĞLI	GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ KULLANILARAK AL7050-T7451 ALAŞIMININ DELİNMESİ SIRASINDA BOYUTSAL DOĞRULUK, SİLİNDİRİKLİK VE DAİRESELLİĞİN DENEYSEL İNCELENMESİ VE OPTİMİZASYONU
Dr. Öğr. Üyesi Serdar ÖZYÖN Doç. Dr. Celal YAŞAR	KONVEKS YAKIT MALİYET FONKSİYONLU TERMİK ÜRETİM BİRİMLERİ İÇEREN HİDROTERMAL KOORDİNASYON PROBLEMİNİN İLETİM HATTI KAYIPLI OLARAK ÇÖZÜLMESİ
Arş. Gör. Şükrü İlke SEZER Dr. Öğr. Üyesi Ercan AKAN	LİMAN DEVLETİ DENETİMLERİNDE CAN KURTARMA TEÇHİZATI KAYNAKLI UYGUNSUZLUKLARA YOL AÇAN ETKENLERİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Y. Bülent SÖNMEZER Kerim BAŞARIR	KRILL-HERD ALGORİTMASI KULLANILARAK ZEMİNİN SIVILAŞMA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ
Dr. Seccad BAYRAMOĞLU Prof. Dr. Beytullah TEMEL	TABAN İZOLASYONLU ÇELİK ÇERÇEVELERİN YAPI-ZEMİN ETKİLEŞİMİ DİKKATE ALINARAK SİSMİK DAVRANIŞLARININ İCELENMESİ
Öğr. Gör. Dr. Ziya AYDIN	TOKSİK AĞIR METALLERİN TESPİTİ İÇİN KOLORİMETRİK SENSÖRLER OLARAK SCHIFF BAZ TÜREVLERİNİN KULLANIMI

SALON 3-Oturum 2	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Osman ALTINTAŞ
Arş. Gör. Dr. Şaban GÜVENÇ	C-MANİFOLDLARDA BELLİ TİPTE EĞRİLERİN KARAKTERİZASYONU VE ÖRNEKLERİ ÜZERİNE
Dr. Öğr. Üyesi Hatice Nur GERMİR	TÜRKİYE BANKALAR BİRLİĞİ'NE BAĞLI BANKA GRUPLARINDA İSTİHDAM EDİLEN KADIN PERSONEL ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Doç. Dr. Mine GÖZÜBÜYÜK TAMER	EMEKLİLİK SONRASI YAŞAMIN SEYRİNE DAİR BİR ARAŞTIRMA (Trabzon İli Örneği)
Dr. Öğr. Üyesi Murat Buğra TAHTALI	ANAYASA MAHKEMESİ'NİN GÜVENLİK SORUŞTURMALARI HAKKINDA VERDİĞİ KARARIN MEVCUT İDARİ DAVALARA VE BUNDAN SONRAKİ MEMUR ALIMLARINA ETKİSİ
Arş. Gör. Sedef SELVİLER SİZER Doç. Dr. Yonca Betil KABAK Prof. Dr. Murat KABAK	SAANEN KEÇİLERİNDE NODUS ATRIOVENTRICULARIS'İN MORFOLOJİK YAPISI
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖZARI Dr. Öğr. Üyesi Özge DEMİRKALE	TÜRKİYE'DE İLLERİN MAKROEKONOMİK AÇIDAN K-ORTALAMALAR KÜMELEME YÖNTEMİ İLE GRUPLANMASI

Saat: 15.00-17.00 /Cuma 06.03.2020

FRIDAY 06.03.2020/ TIME 15.00-17.00

Bu oturumda Moderatör ara verebilir

SALON 1-Oturum 3	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Elvira LATİFOVA
Arş. Gör. Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER	KONUTLARDA KÜBİK MİMARİ ARAYIŞLARI VE DAİRESEL CEPHELER: KARABÜK ÖRNEĞİ
Hilal AKCANCA Prof. Dr. Zeynep ULUDAĞ	DEMİRYOLUNUN ESKİŞEHİR KENT GELİŞİMİNE KATTIĞI DEĞER
Özge ÖZTÜRK	BEDEN VE MEKÂNIN KAVRAM-BAĞLAM İLİŞKİSİ

Doç. Dr. Senem KAYMAZ KOCA	
Ayşegül SAKA Prof. Dr. Sare SAHİL Prof. Dr. Aliye Senem DEVİREN	ANTAKYA'DA MODERNİZMİN KONUT ÜZERİNDEN OKUNMASI
Nihal GÖKÇE	ÇEVRE DOSTU KENT GÖSTERGELERİ VE UYGULAMALARI
Dr. Öğr. Üyesi Kübra YILDIRIM ÖZCAN	DÜNYADA KIRSAL ALAN SINIFLANDIRMALARI VE KIRSALLIK NİTELİKLERİ BAĞLAMINDA ANKARA İLÇELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Prof. Dr. Özlem Güzey KOCATAŞ Hasan Göktuğ TOPTAŞ	KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİNE DAYALI YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ
Dr. Zehra USLU BÜLBÜL	ÇEVRE DÜZENLEME PROJELERİNİN TARİHİ YAPILARIN KİMLİK VE RUHU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi F. Nurcan SERT	SAHİPATA CAMİ'NİN MİMARİ ÖZELLİKLERİ
Arş. Gör. Sebile Merve ÖZTÜRK Doç. Dr. Hicran Hanım HALAÇ	TARİHİ ÇEVREDE MEKANSAL AİDİYET: YÖRÜK KÖYÜ ÖRNEĞİ
Doç. Dr. Elvira LATİFOVA	SELÇUKLULARIN KAFKASYA'DAKİ MANEVİ-KÜLTÜREL MİRASININ ÖRNEĞİ OLARAK SAHUR MEDRESESİ

Saat: 09.00-12.00 / CUMARTESİ 07.03.2020

SATURDAY 07.03.2020/ TIME 09.00-12.00

SALON 1-Oturum 1	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Hasan TABAK
Hatice ÜNSAL Prof. Dr. Ümit DENİZ	OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARININ TUVALET EĞİTİMİNE İLİŞKİN ANNELERİN BİLGİ VE UYGULAMALARININ İNCELENMESİ
Serpil TAŞTAN Prof. Dr. Gülümser Gültekin AKDUMAN	OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMENLERİNİN ÖRGÜTSEL SİNİZME YÖNELİK ALGILARININ İNCELENMESİ
Serpil TAŞTAN Prof. Dr. Gülümser Gültekin AKDUMAN	OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMENLERİNİN MOBBİNG VE ÖRGÜTSEL SİNİZME YÖNELİK ALGILARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA Ömer DOĞAN	ÇOKLU CEVAPLI MADDE TÜRÜNÜN PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİ HAKKINDA ÖDM ÇALIŞANI, ALAN UZMANI ve AKADEMİSYENLERİN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Hasan TABAK	SINIFIN YÖNETİMİNİ GÖZLEMELER: ÖĞRETMENLER SİNİFTA BİR ORKESTRA ŞEFİ OLABİLİR Mİ?
Dr. Ceylan GÜNDEĞER Dr. Nurcan TEKİN	ÖĞRETMEN ADAYLARININ TEKNOLOJİK ÖZ-YETERLİK İNANÇLARININ, TEKNOLOJİYE VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ DERSİNE YÖNELİK TUTUMLARININ İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Burcu Yavuz TABAK	ORTAÖĞRETİM KURUMLARINDA SINIF İKLİMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

SALON 2-Oturum 1 EĞİTİM	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Nevzat GÜMÜŞ
Arş. Gör. Dr. Görkem AVCI Prof. Dr. Nevzat GÜMÜŞ	İLKOKUL 4. SINIF SOSYAL BİLGİLER DERSİ İNSANLAR, YERLER VE ÇEVRELER ÖĞRENME ALANINA YÖNELİK BAŞARI TESTİ GELİŞTİRİLMESİ
Yeliz ÇELEN Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KILINÇ	TÜRKİYE'DE MESLEKİ TEKNİK EĞİTİMDE OLGUNLAŞMA ENSTİTÜLERİ (1945-2020)
Yeliz ÇELEN	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE GEOGEBRA KULLANIMI HAKKINDA ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ZORLU Dr. Öğr. Üyesi Fulya ZORLU	FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN KAVRAMSAL OLARAK İNCELENMESİ
Pınar Nilay TÜRK Selin URAL Zülfıye KUVAC	FEN BİLİMLERİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMLARINDA STEAM EĞİTİMİNE YER VERİLME DÜZEYLERİ VE ARTTIRILABİLİRLİĞİ
Hanife ATLI	FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE ETKİNLİK TEMELLİ VE

Doç. Dr. Semra BENZER	SORGULAMAYA DAYALI EĞİTİM HAKKINDA ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ
Arş. Gör. Dr. Görkem AVCI Prof. Dr. Nevzat GÜMÜŞ	2023 EĞİTİM VİZYONU VE OKUL DIŞI EĞİTİM
Öğr. Gör. Aysel ARSLAN	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK MOTİVASYON DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN BELİRLENMESİ
Gülcan DADAYLI Dr. Öğr. Üyesi Canay PEKBAY	FEN BİLİMLERİ DERSİNDE EĞİTSEL OYUN TEKNİĞİNİN KULLANILMASININ 5.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARINA VE BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Serpil YORGANCI	TERS YÜZ SINIFLARDA YÜZYÜZE SINIF İÇİ ETKİNLİKLERDE GEOGEBRA UYGULAMALARI
Prof. Dr. Feride ÖZTÜRK Çağla Rahşan ALTUN	GÜMRÜK BİRLİĞİ'NİN TÜRKİYE VE AB (AB-15) ARASINDAKİ ENDÜSTRİ İÇİ TİCARET ÜZERİNE ETKİSİ: İMALAT SANAYİ ÖRNEĞİ

SALON 3-Oturum 1 EĞİTİM	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Elçin YAZICI
Doç. Dr. Elçin YAZICI	OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE OKUMA YAZMAYA HAZIRLIK ETKİNLİKLERİ: ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ
Dr. Ceylan GÜNDEĞER	YATAY/DİKEY BİREYCİLİK/TOPLULUKÇULUK ÖLÇEĞİ KISA FORMUNUN TÜRK KÜLTÜRÜNE UYARLANMASI VE YAPIYI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ
Dr. Işıl YAMAN BAYDAR Prof. Dr. Adalet KANDIR	"48-72 AYLIK ÇOCUKLAR İÇİN TEMEL KAVRAM KAZANIMINI DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ" NİN GEÇERLİK GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI
H. Avni EKE Dr. Öğr. Üyesi Şule ÇEVİKER AY	LİSE ÖĞRENCİLERİNİN BİLİŞTÜ FARKINDALIK DÜZEYLERİ, YABANCI DİL ÖĞRENME İNANÇLARI, YABANCI DİL ÖĞRENME KAYGILARI ARASINDAKİ İLİŞKİLER
Doç. Dr. Zeliha YAZICI Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK	FORMASYON EĞİTİMİ ALAN ÖĞRETMEN ADAYLARININ MESLEKİ TUTUMLARI
Doç. Dr. Zeliha YAZICI Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK	FORMASYON EĞİTİMİ ALAN ÖĞRETMEN ADAYLARINDA MESLEKİ TUTUM VE ÖZ YETERLİK ALGISI
Öğr. Gör. Dr. Yener KELEŞ	ÜNİVERSİTE ÖĞRETİM GÖREVLİLERİNİN ÖĞRENCİLERE KARŞI ETİK KURALLARI UYGULAMALARINDA BİRBİRLERİ ARASINDAKİ FARKLILIKLAR: TÜRKİYE'DE UYGULANMIŞ BİR OLAY İNCELEMESİ
Dr. Terane NAĞIYEVA	ARGOLARIN ULUSAL DİL TEMELİNDE KURULMASI

SALON4-Oturum 1	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Nisa Gökden KAYA
Dr. Öğr. Üyesi Nisa Gökden KAYA	ÜSTÜN YETENEKLİ ÖĞRENCİLER SERBEST ZAMANLARINI NASIL DEĞERLENDİRİYOR?
Doç. Dr. Ayla ARSEVEN Öğr. Gör. Ceren TAŞSETEN AYDIN	İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN GÖRSEL SANATLAR DERSİNE İLİŞKİN DEĞER ALGILARI
Doç. Dr. Ayla ARSEVEN Tuğba YILDIZ	OKUL REHBERLİK PROGRAMININ UYGULANMASI VE GELİŞTİRİLMESİNE İLİŞKİN ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ
Doç. Dr. Macid Ayhan MELEKOĞLU Uzm. Özge ÜNLÜ	ZİHİN YETERSİZLİĞİ OLAN ÇOCUKLARA YÖNELİK CİNSEL İSTİSMARI ÖNLEME PROGRAMLARI
Öğr. Gör. Dr. Aydan USTAOĞLU ÇELİK	4. SINIF SOSYAL BİLGİLER DERS KİTAPLARINDA YER ALAN ÇOCUK OYUNLARININ BELİRLENMESİ
Dilek SARIKAYA Prof. Dr. Abdullah AYDIN	EĞİTİM BİLİŞİM AĞI (EBA) DESTEKLİ ETKİNLİKLERİN FEN ÖĞRETİMİNE ETKİSİ
Fatma ÖZTÜRK GÜLER	YABANCI DİL DERS KİTABI DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI: ANKARA ÖRNEĞİ
Dr. Öğr. Üyesi Defne ERDEM METE	İNGİLİZCE ÖĞRETİMİNDE ÇEVRE BİLİNCİNİN GELİŞTİRİLMESİ İÇİN EDEBİYATIN KULLANIMI
Doç. Dr. Macid Ayhan MELEKOĞLU Uzm. Özge ÜNLÜ	ZİHİN YETERSİZLİĞİ OLAN BİR ÇOCUĞA CİNSEL İSTİSMARDAN KORUNMA BECERİSİNİN ÖĞRETİMİ: BİR VAKA ÇALIŞMASI

<i>SALON5-Oturum 1</i>	<i>Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Filiz BARIN AKMAN</i>
Duygu UYSAL	TÜRK KÜLTÜRÜNDE ASTRAL UNSUR OLARAK GÜNEŞ, AY VE YILDIZ
Ali ALTUN	KÜTAHYA VAHİT PAŞA YAZMA ESER KÜTÜPHANESİ ‘‘43 VA 2220 NUMARALI ŞİİR MECMUASI’’NDA BULUNAN İBN KEMÂL’İN BİLİNMEYEN VASIYET- NÂMESİ
İbrahim UZUN	HURUFİ BİR YAZAR DERVİŞ MUKİMİ VE VAHDET-NÂME-İ İLÂHÎ’Sİ
Kübra YURTCU	MÜNEVVER AYAŞLI’NIN ROMANLARINDA DOĞU-BATI KARŞITLIĞI
Dr. Öğr. Üyesi Cevdet AVCI	MEDYADA TÜRKÜ ÇAĞI: TÜRKÜLÜ HİKÂYEDEN TÜRKÜLÜ TV DİZİSİNE
Yazgül AKAT	SINIRI AŞAN KOLEKTİF HAFIZA: CEMALEDİN LATİÇ VE MEHMET AKİF ERSOY ŞİİRLERİNDE İMGE
Dr. İpek TAŞDEMİR	BAĞLAMLI DİZİN VE İŞLEVSEL SÖZLÜK ÇALIŞMASI ÇERÇEVESİNDE SEYYİD VEHBİ DİVANI
Dr. Öğr. Üyesi Filiz BARIN AKMAN	TURKS ON STAGE IN CHRISTOPHER MARLOWE’S TAMBURLAINE: A COMPARATIVE HISTORICAL READING
Dr. Öğr. Üyesi Turan Özgür GÜNGÖR	PERCY BYSSHEE SHELLEY’NİN BAZI ŞİİRLERİNDE OTORİTEYE KARŞI MUHALEFET
Əlvan CƏFƏROV	QƏRBİ AZƏRBAYCAN VƏ ŞƏRQİ ANADOLU DİALEKTLƏRİNİN ORTAQ LEKSİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ
Prof. Dr. Həcər HÜSEYNOVA	TÜRK DİLİNİN DÜNYA DİLLƏRİNƏ TƏSİRİ
Dr. Gülahmed İMANOV	DİL USLUBU

<i>SALON6-Oturum1 ilahiyat-felsefe</i>	<i>Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf AKGÜL</i>
Dr. Yaşar Seracettin BAYTAR	ARAPÇADA FİİL KALİPLERİNİN ANLAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf AKGÜL	İLK DÖNEM ABBASİ HALİFELERİNİN EHL-İ HADİS İLE MÜNASEBETLERİNE GENEL BİR BAKIŞ
Hatice POLAT	MU’TEZİLİ DÜŞÜNCENİN GELİŞİMİNDE EHL-İ KİTAP’IN ROLÜ
Dr. Öğr. Üyesi Sema ÇELEM	BİLİMSEL GELİŞMELER KUR’AN’IN ANLAŞILMASINA KATKI SAĞLAR MI?
Doç. Dr. Suat ERDEM	İSLAM HUKUKUNDA AİLE VE AİLENİN DEVAMLILIĞINA YÖNELİK EVLİLİK ÖNCESİ TEDBİRLER
Dr. Öğr. Üyesi Fulya KİNCAL	YUNAN TRAGEDYASI VE TASAVVUF FELSEFESİNİN ORTAK NOKTALARI
Hayat KARAOSMANOĞLU	BİR BİLİNÇ FENOMENİ OLAN TEKNOLOJİNİN GİZEMİ
Adalet Sena PEKER	HİLMİ ZİYA ÜLKEN’E GÖRE İNSAN

Saat: 12.00-15.00 /Cumartesi 07.03.2020

SATURDAY 07.03.2020/ TIME 12.00-15.00

Bu oturumda Moderatör ara verebilir

<i>SALON 1-Oturum2</i>	<i>Oturum Başkanı: Dr. Efe ÖNEN</i>
Uzm Dr. Elif ELİBOL	GERİYATRİK HASTALARDA TİNNİTUS SINIFLANDIRMA DAĞILIMININ İNCELENMESİ
Op. Dr. Ayşe Seçil KAYALI DİNÇ	SİGARA VE KOKU FONKSİYONLARI: KOKU FONKSİYONLARI NASIL ETKİLENİR? GERİ DÖNÜŞÜMLÜ MÜDÜR?
Uzman Dr. Ömer AKYÜREK	EKLEM TUTULUMUNUN EŞLİK ETTİĞİ WILSON HASTALIĞI: OLGU SUNUMU WILSON’S DISEASE ACCOMPANYING WITH JOINT INVOLVEMENT: CASE REPORT
Dr. Recep ALANLI Dr. Öğr. Üyesi Murat Bülent KÜÇÜKAY Dr. Kadir Serkan YALÇIN	TİROİD HORMONLARI İLE OBSTRÜKTİF UYKU APNE SENDROMU ARASINDAKİ İLİŞKİ
Dr. Efe ÖNEN Dr. İbrahim Ethem ARSLAN	MESANE AĞRISI SENDROMU VEYA İNTERSTİSYEL SİSTİTİ TEŞHİS ETMEDE KLİNİSYENLERİN FARKINDALIĞI

Uzm. Dr. Sinan AVCI	PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİDE MOTOR BLOKSUZ EPİDURAL ANESTEZİ İLE GENEL ANESTEZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Hilal TÜZER Öğr. Gör. Dr. Tuba YILMAZER Gülçin GÜLEŞEN Kadriye KIZILTEPE	HEMŞİRELERİN KANITA DAYALI HEMŞİRELİĞE YÖNELİK TUTUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Duygu MORGAN İLİKLERDEN	CERRAHİ UYGULANAN SPONTAN PNÖMOTORAKS OLGULARINDA DENEYİMLERİMİZ
Dr. Öğretim Üyesi Halise AKÇA	ÇOCUKLUK ÇAĞI KARBONMONOKSİT ZEHİRLENMESİNDE KARDİYAK BELİRTEÇLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

SALON 2-Oturum 2	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Fatma Gökşin CİHAN
Op. Dr. Volkan ÇAĞLAYAN	TEKRARLAYAN ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALARINDA METABOLİK DEĞERLENDİRME VE TAŞ ANALİZİ SONUÇLARI
Uzm. Dr. Ömer Faruk ATEŞ Dr. Ahmet Burak KARA Dr. Öğr. Üyesi Onur TAYDAŞ	TİROİD NODÜLLERİNE YÖNELİK FARKLI ULTRASONOGRAFİK SKORLAMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Bahtım KARACALI Dr. Öğr. Üyesi Neriman MOR	KARS YÖRESİNDE DÜŞÜK YAPMIŞ, DÜŞÜK ÖYKÜSÜ VEYA ÖLÜ DOĞUM ÖYKÜSÜ BULUNAN KADINLARDA ANTI-TOXOPLASMA GONDİİ ANTİKORLARININ SEROPREVELANSI VE OLASI RİSK FAKTÖRLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Arş. Gör. Dr. Dilek TUNÇ UĞUR Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Enes GÖKLER Dr. Öğr. Üyesi Egemen ÜNAL Prof. Dr. Salih MOLLAHALİLOĞLU	ELEKTROMANYETİK DALGALARIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ
Doç. Dr. Fatma Gökşin CİHAN	FONKSİYONEL TIP
Doç. Dr. Ahsen KAYA Arş. Gör. Dr. Selen CAN TEMÜRKOL Prof. Dr. Ekin Özgür AKTAŞ Dr. Öğr. Üyesi Hülya GÜLER	ÇOCUĞUN EKONOMİK İSTİSMARINA BAĞLI AĞIR BİR YANIK OLGUSU
Kubilay İNAN	KÜÇÜK HÜCRELİ DİŞİ AKCİĞER KANSERİNDE KARİNAL SLEEVE SAĞ PNÖMONEKTOMİ
Dr. Öğr. Üyesi İlknur AYTEKİN ÇELİK Ahmet Feyyaz AYDIN Prof. Dr. Ayla ÜNSAL	STERNAL KLEFTİN CERRAHİ ONARIMI İLKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNE YAPILAN SAĞLIK TARAMALARININ ÖĞRENCİLERİN YAŞ VE CİNSİYETLERİNE GÖRE İNCELEMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Huri Seval GÖNDEREN ÇAKMAK	ORAL ANTI-KANSER AJAN KULLANAN KANSER HASTASINA BAKIM VERİNLERİNİN YAŞADIĞI ZORLUKLAR: SİSTEMATİK REVİEW

SALON 3-Oturum 2	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Yeliz SALCI
Fzt. Beyzanur PARLAK Dr. Öğr. Üyesi Çetin SAYACA	KRONİK İNMELİ HASTALARDA DUYSAL ORGANİZASYONDAN SORUMLU SİSTEMLER İLE FONKSİYONEL AKTİVİTELER ARASINDAKİ İLİŞKİ
Dt. Nevin TAŞ Dt. Şebnem YILMAZ Doç. Dr. Ferhan EĞİLMEZ	CAM SERAMİK RESTORASYONLARIN SİMANTASYONUNDA KULLANILAN GELENEKSEL VE SELF ADEZİV REZİN SİMANLARIN KLİNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ
Dt. Nevin TAŞ Dt. Şebnem YILMAZ Doç. Dr. Ferhan EĞİLMEZ	ZİRKONYA DENTAL İMPLANTLARA YAPILAN YÜZEY MODİFİKASYONLARI
Gheyath Munadhil Azeez Azeez, Ece Uçar Işıl Çekiç Nagaş	BOND STRENGTH AND EVALUATION METHODS IN PROSTHETIC DENTISTRY
Çiğdem GENİŞ Prof. Dr. Sultan AYAZ ALKAYA	ADÖLESANLARDA DİJİTAL OYUN BAĞIMLILIĞI, SOSYAL KAYGI VE EBEVEYN TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ
Prof. Dr. Ayla ÜNSAL Ecem YENİPİNAR	HEMŞİRELİK KONGRE VE SEMPOZYUM KİTAPLARINDA YAYINLANAN ŞİDDET VE BAĞLAMINDAKİ ÇALIŞMALARIN

Gül KIRATLI	İNCELENMESİ: 1990-2015 (25 YIL)
Fatma Nur ÇEVİK Dr. Öğr. Üyesi Begümhan TURHAN	GONARTROZ TANILI KADIN BİREYLERDE FİZYOTERAPİNİN AĞRI, FONKSİYONELLİK VE KİNEZYOFOBİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Ergün HASGÜL	YAŞLILIK DÖNEMİ İNTİHARLARINDA SOSYAL SORUNLARIN ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Yeliz SALCI	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE FİZİKSEL AKTİVİTE KISITLAYICILARININ İNCELENMESİ
Doç. Dr. İsmail SEVİNÇ Dr. Öğr. Üyesi Kubilay ÖZER	SAĞLIK POLİTİKALARI VE SAĞLIK TURİZMİ

SALON 4-Oturum 2	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Orçun AVŞAR
Dr. Öğr. Üyesi Orçun AVŞAR	MikroRNA'lar: HUNTINGTON HASTALIĞINDA POTANSİYEL BİYOMARKERLAR
Dr. Öğr. Üyesi Sevgi TÜRKER-KAYA	PTZ İLE İNDÜKLENEN EPİLEPTİK NÖBETLER SIÇAN BEYİN SAĞ VE SOL HEMİSFERLERİN PROTEİN YAPI VE İÇERİKLERİNİ FARKLI ŞEKİLDE ETKİLER
Arş. Gör. Dr. Sezen TOKSOY KÖSEOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Ali DOĞRU	BAZI EKMEKLİK BUĞDAY (Triticum aestivum L.) GENOTİPLERİNİN ÇİMLENME DÖNEMİNDE TUZ STRESİNE TEPKİLERİ
Dr. Cansu AKBULUT Doç. Dr. Nazan Deniz YÖN	DİMETOAT UYGULAMASININ ZEBRA BALIĞI BÖBREK DOKUSUNDAKİ HİSTOPATOLOJİK ETKİLERİ
Arş. Gör. Dr. Sezgi ARMAN	Puntius tetrazona KALBİNİN VENTRİKÜL VE BULBUS ARTERİYOZUS KISIMLARI ÜZERİNE HİSTOLOJİK BİR DEĞERLENDİRME
Büşra ÖZYOLCI Prof. Dr. Selma SEVEN ÇALIŞKAN	EVERGESTIS FRUMENTALIS (Linn,[1760]) VE LOXOSTEGE STICTICALIS (Linn,[1760]) (LEPIDOPTERA: CRAMBİDAE) TÜRLERİNDE TİMPANAL ORGAN YAPISI
Gamze ÖZKAN Prof. Dr. Murat KAYA	PRİAPULUS CAUDATUS'TAN DOĞAL İNCE KİTİN FİLM ÜRETİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU
Mohammed Munir Shamsan Najji AL- DUBAI Prof. Dr. Murat KAYA	PYCNOGONUM LİTTORALE VE BOREONYMPHON ABYSSORUM DENİZ ÖRÜMCEKLERİNDEN KİTİN ELDE ETMESİ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİ KARAKTERİZASYONU

SALON 5-Oturum 2	Oturum Başkanı: Dr. Elif ÖZDEMİR
Fatma AKÇAKOCA Halit APAYDIN	ARDIŞIK GEÇMİŞ AKIM ve YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANARAK GÜNLÜK AKIMLARIN TAHMİNİ
Dr. Ali TOKER Prof. Dr. Bahri KARLI	TARIMDA YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME
İhsan GÖLGÜL Doç. Dr. Gülüzar Duygu SEMİZ	SU KAYNAKLARININ ETKİN KULLANILMASINDA BİTKİ STRESS İNDEKSLERİNİN KULLANIMI
Dr. Elif ÖZDEMİR	MISIR HAT VE MELEZLERİNİN BAZI BESİN ELEMENTLERİ (Cu, Fe, Mn) BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI
Dr. Elif ÖZDEMİR Bayram SADE	MISIRDA BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN KANTİTATİF ANALİZİ
Dr. Turgay OYMAN Dr. Ali TOKER	AB'YE UYUM SÜRECİNDE KIRSAL KALKINMA DESTEKLERİ
Doç. Dr. Mehmet YARDIMCI	ELEKTROŞOKLU VE ELEKTROŞOKSUZ KESİM YÖNTEMLERİNİN HAYVANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Tuba Özge YAŞAR	VETERİNER OFTALMOLOJİDE ACİL DURUMLAR
Dr. Öğr. Gör. Melahat TOKER	HAYVANLARDA ATRİYAL SEPTAL ANEVRİZMANIN EKOKARDİYOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

SALON 6-Oturum 2	Oturum Başkanı: Dr. İsmail TEKAÜT
Dr. Öğr. Üyesi Rozelin AYDIN Maide DEMİRBAŞ	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ADANA'DA SUYUN GÜVENLİĞİ

Farman SHALIZADA Erol SEKE	DİKGEN FREKANS BÖLÜŞÜMLÜ ÇOĞULLAMA SİSTEMLERİNDE TEPE/ORTALAMA GÜÇ ORANININ FAZ KAYDIRMALARLA DÜŞÜRÜLMESİ
Eisa AGHCHEHLI Prof. Dr. Malcolm CLARKE	DİYABETİK RETİNOPATİDE GENERATIVE ADVERSERYAL AĞ KULLANILAN DERİN ÖĞRENME ESASLI VERİ GÜÇLENDİRME: İNCELEME
Dr. İsmail TEKAÜT	S960 QL ÇELİĞİNİN TEL ELEKTRO EROZYON İLE KESİLMESİ İŞLEMİNDE KESME PARAMETRELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİNİN RAŞTIRILMASI
Deniz Emre EKİCİ Dr. Öğr. Gör. Murat BAKIRCI	AUS UYGULAMALARINDA KULLANILMASI İÇİN BİR MOBİL CİHAZIN MEMS İVMEÖLÇER HATALARININ DÜZELTİLMESİ
Hakan ÇEVİK Dr. Öğr. Üyesi Tarık KOÇAL	DERE AĞZI YÜZER ÇÖP KAPANI SİSTEMLERİNİN İSTANBUL HALIÇ BÖLGESİ İÇİN TASARLANMASI
Burak GÜNAYDIN Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI	HİDRO-TERMAL İŞLEM UYGULANMIŞ AYÇİÇEĞİ SAPI İÇEREN YONGA LEVHALARIN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ
Kimya Yük. Müh. Berk TIRNAKÇI Doç. Dr. Yavuz SALT Dr. Öğr. Üyesi İnci SALT	PERVAPORASYON İLE DESALİNASYONA YÖNELİK ZEOLİT 5A DOLGULU POLİ(VİNİL ALKOL) MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU
Çağdaş KÜÇÜK Prof. Dr. Çağın KANDEMİR ÇAVAS	SİNYAL PROTEİNLERİNİN BİLGİSAYAR-TEMELLİ YÖNTEMLERLE SINIFLANDIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Alkan ÖZKAN	NEREDEYSE KONTRA gb-SÜREKLİ FONKSİYONLAR ÜZERİNE

Saat: 15.00-17.00 / Cumartesi 07.03.2020

SATURDAY 07.03.2020/ TIME 15.00-17.00

Bu oturumda Moderatör ara verebilir

SALON 1-Oturum3	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Ercan ÇALIŞ
Dr. Öğr. Üyesi N. Damla YILMAZ USTA	DORUMBURNU NEKROPOLÜ (ANTALYA/SERİK) KURTARMA KAZISINDAN ELE GEÇİRİLEN İNSAN İSKELETLERİNİN (MS 5.-6. YY) ANTROPOLOJİK ANALİZİ
Fatih KURTÇU	İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI SÜRECİNDE ULUS VE CUMHURİYET GAZETELERİNE VERİLEN RADYO REKLAM METİNLERİNİN MODERN TOPLUM YAPISI ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ
Öğr. Gör. Ertan ŞEHİT	ROMA HEYKEL SANATI ÜZERİNDE HELLENİZASYON ETKİSİ VE ROMA KOPYALAMA SANATI
Dr. Öğr. Üyesi Ercan ÇALIŞ	SAKIP SABANCI MARDİN KENT MÜZESİ DİLEK SABANCI SANAT GALERİSİ'NDE BULUNAN BİR GRUP KEMER TOKASI
Dr. Öğr. Üyesi Ercan ÇALIŞ	OSMANLI MİNYATÜR SANATINDA TOPOGRAFIK RESİMLERDEN ÖRNEKLER
Öğr. Gör. Nuray ÇINAR	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ÖZ DÜZENLENMİŞ ÖĞRENME BECERİLERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ (KARABÜK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ)
Dr. Öğr. Üyesi Şule ÇEVİKER AY Cansın ALBAYRAK Gülşen BAYRAM	DÜŞÜNMEYİ DESTEKLEYEN SINIF ÖLÇEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ
Onur KÖSE	SPENGLER VE TOYNBEE'NİN DÖNGÜSEL MODELLERİ VE YENİ VARSAYIMLAR
Prof. Dr. Feriha AKPINARLI Dr. Öğr. Üyesi Ayşem YANAR	TARİHİ TEKSTİL DOKUMALARIN BELGELENMESİ VE ETNOGRAFYA MÜZELERİNDE SERGİLENMESİNE İLİŞKİN ÖNERİLER: SOF DOKUMA ÖRNEĞİ

SALON 2-Oturum 3	Oturum Başkanı: Dr. Mahir TERZİ
Doç. Dr. Cumhur Okay ÖZGÖR	RESİMDEN FOTOĞRAF SANATINA GROTESK BEDENLER

Tolga TELLAN	PLATFORM KAPİTALİZMİ VE MEDYANIN DEĞİŞEN DOĞASINI KAVRAMAK
Öğr. Gör. Türkan AYDOĞAN	İKNA, KÜLTÜR VE KÜLTÜREL İMGELER
Kübra KILIÇ	GÜNCEL SANATTA DİSİPLİNLERARASI OLARAK TEKSTİL MALZEMELERİNİN KULLANIMI
MUSTAFA EREN ELMALI	ÇAĞRI MERKEZİ ÇALIŞANLARININ SÖZLÜ ŞİDDETE MARUZ KALMASI: CİNSİYET ÜZERİNDEN BİR OKUMA
Dr. Rifat OLGUN	GÖRME ENGELLİ BİREYLERİN SOSYAL HAYATA KATILIMINDA KENTSEL TASARIM YAKLAŞIMLARININ ETKİSİ
Dr. Murat TURĞUT	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN UMUTSUZLUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Mahir TERZİ	TÜRKİYE'NİN JEOPOLİTİK ÖNEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE TURİZME FARKLI BİR BAKIŞ

SALON 3-Oturum 3	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Hilal YAKUT İPEKOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Esin ERGÜN	DİJİTAL ÇAĞA UYUMLU BİR EBEVEYN OLABİLMEK
Dr. Öğr. Üyesi Hilal YAKUT İPEKOĞLU	ENGELLİLİĞE BAKIŞTA KÜLTÜREL FARKLILIKLAR
Elif Ayça KARACA	OSMANLI ARŞİV BELGELERİNE GÖRE II. MEŞRUTİYET DÖNEMİ SİNEMA DENETİMLERİ (1908-1918)
Dr. Öğr. Üyesi Bilal DEVECİ	İGNEADA YEREL HALKININ SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZM TUTUMUNUN BELİRLENMESİ
Havva Nur DOĞAN Dr. Öğr. Üyesi Adem AKBIYIK	ALGILANAN SİBER ZORBALIK ŞİDDETİNİN INSTAGRAM KULLANIMI ÜZERİNE ETKİSİ
Rabia YILDIRIM	BİR SERGİLEME MEKANI OLARAK SOSYAL MEDYA HESAPLARI; YENİ MEDYA SANATÇILARININ ÇALIŞMALARI
Betül YENİÇERİ	“SAĞLIKLI YAŞAM DERGİSİ” FORMSANTENİN KADIN BEDENİ TEMSİLLERİ ÜZERİNE GÖSTERGEBİLİMSEL BİR ANALİZ
Betül YENİÇERİ	SOSYAL MEDYADA CİNSİYETÇİ SÖYLEMİN ÜRETİMİ: TWİTTER ÜZERİNE BİR İNCELEME
Arş. Gör. Rabia SERTTAŞ Gülşah GÖNÜLŞEN	SİMÜLASYON KURAMI BAĞLAMINDA SOSYAL MEDYADA GERÇEĞİN YİTİRİLMESİ VE SAHTE HAYAT İNŞASI: RULİNG TWİTTER HESABI ÜZERİNE BİR İNCELEME
Hüsne Turap BABADAĞ Gülbüke BALTA Mami OVEZOV	ÖNYARGININ KISA SÜRELİ HAFIZAYA ETKİSİ

SALON4-Oturum 3	Oturum Başkanı: Dr. Nermin ŞARLAK
Ahmet Baturalp ÖKMEN Doç. Dr. Habib GÜRBÜZ	ATIK ISI GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMLERİ: BUJİ ATEŞLEMELİ MOTORDA ÖRNEK BİR UYGULAMA
Dr. Öğr. Üyesi Celal YELGEL	POST TRANSITION METAL CHALCOGENIDES FOR OPTOELECTRONIC APPLICATIONS
Sevinc İBRAHİMOVA Prof. Dr. İman ƏSGƏRZADƏ Dr. Qəhrəman HÜSEYNOV Dr. Şərif İSMAYİLOV	Ga 0.5 In 1.5 Se 3 BƏRK MƏHLUL KRİSTALLARININ QURULUŞU VƏ TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİ
Doç. Dr. Doğan AYDIN Merve İrem Birinci	METAFOR PATLAMASI: YENİ POPÜLASYON TABANLI METASEZGİSELLER ÜZERİNE BİR TARTIŞMA
Dr. Nermin ŞARLAK	SWAT MODELİ VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

SALON5-Oturum 3	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Berrin TOPUZ
Dr. Öğr. Üyesi Nuri ŞEN	

	DETERMINATION THE LIMIT DRAWING RATIO OF MART1400 STEEL WITH EXPERIMENTAL AND FINITE ELEMENTS METHOD
Dr. Mahsa POURALI KAHRIZ	EFFECT OF POLARITY ON BULBLET REGENERATION OF LILIUM CANDIDUM L USING LEAVES AS EXPLANTS
Asst. Prof. Dr. Hakan BAYRAK Assoc. Prof. Dr. Ferhat AKGÜL	BRIDGE CONDITION PREDICTION USING MARKOV PROCESS
Mustafa ALDEMİR Prof. Dr. İsmail Hakkı AKÇAY Doç. Dr. Habib GÜRBÜZ Hüsameddin AKÇAY	MODEL TURBOJET MOTORUNDA ALTERNATİF YAKITLARIN KULLANIMINA YÖNELİK TEST DÜZENİNİN HAZIRLANMASI VE ÖN TESTLER
Alkan İŞERİ Prof. Dr. Şenol BAŞKAYA	OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN TİPİK BİR VERNİK KABİNİNİN NÜMERİK ANALİZİ
Mehmet Çağatay TAŞKIN Öğretim Üyesi, Doç. Dr. Melih OKUR	DÖNER PALETLİ TÜRBİNLERDE YAĞLAMANIN PERFORMANSA ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Berrin TOPUZ	DOĞAL SU NUMUNELERİNDE ESER MİKTARDAKİ Cd(II), Pb(II) ve Zn(II) İYONLARININ 2.6 İMETİLMORFOLİNDİTİYOKARBAMAT KOMPLEKSLERİ ŞEKLİNDE AMBERLİT XAD-4 KOLONUNDAN ÖNDERİŞTİRİLMESİ VE TAYİNİ İÇİN YENİ BİR METOD
Seval GÜRBÜZ Yusuf Arif KUTLU	TÜRKİYEDEKİ YIKICI DEPREMLERİN ÖNCÜL İŞARETLERİNE YÖNELİK ANKET ÇALIŞMASININ İLK SONUÇLARI

SALON6-Oturum 3	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Koray KARABULUT
Dr. Öğr. Üyesi Koray KARABULUT Dr. Öğr. Üyesi Doğan Engin ALNAK	NANOAKIŞKAN KULLANILAN GERİYE DÖNÜK ADIM AKIŞINDA FARKLI ADIM KÖŞE YAPILARININ ISI TRANSFERİ VE AKIŞ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Gıda Müh. Umut TAŞ Prof.Dr. Hatice Kalkan YILDIRIM	BAL ŞARABI VE BAL ORJİNLİ DAMITIK İÇKİSİNDE BAZI AROMA BİLEŞENLERİ
Merve Karaman Dr. Öğr. Üyesi Hasan Hüseyin Güllü	Ag-ZnSe İNCE FİMLERİNİN MALZEME VE FOTODİYOT ÖZELLİKLERİ
Arş. Gör. Mustafa Latif ÇOBANKAYA Prof. Dr. İlyas ÇANKAYA	MATLAB GUI'DE FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN YILLIK ENERJİ ÜRETİMİ İÇİN BİR TAHMİN ARACI
Mehmet Artun BAKİ Arş. Gör. Dr. Vesile Hatun AKANSEL	TBDY 2019' A GÖRE TASARLANMIŞ BETONARME BİR BİNANIN LİNEER OLMAYAN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ
Arş. Gör. Şule Nur SARGIN Doç. Dr. Talip KELLEGÖZ	PARALEL ROBOTİK MONTAJ HATLARINDA MALİYET ENKÜÇÜKLENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Şükriye GÜVELİ	NICKEL(II) COMPLEXES OF N(4)-SUBSTITUTED THIOSEMICARBAZONES: STRUCTURAL ANALYSIS, AND ANTIOXIDANT PROPERTIES
Buse ZARALIOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÇEVİK	YÜZEYİ GELİŞTİRİLMİŞ 30CRMV9 ÇELİĞİNİN YAPISAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Assistant Professor Sertan OZAN Associate Professor Jixing LIN Associate Professor Yuncang LI Professor Cuie WEN	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF COLD ROLLING REDUCTION RATE ON THE RECRYSTALLIZATION BEHAVIOR OF Ti-40.7Zr-24.8Nb ALLOY
Esra KARAKAYA Prof. Dr. Yıldray TOPCU	DÜŞÜK YOĞUNLUKLU LİF LEVHA (LDF) ATIKLARININ BURGU REAKTÖRDE PİROLİZİ

Saat: 09.00-12.00 / PAZAR 08.03.2020
SUNDAY 08.03.2020/ TIME 09.00-12.00
Bu oturumda Moderatör ara verebilir

SALON 1-Oturum 1	Oturum Başkanı: Dr. Onur Mutlu YAŞAR
Gökçe AKGÜN	ARTİSTİK YÜZMENİN OLİMPİK KATEGORİ YARIŞMALARINA KATILAN SPORCULARIN DÜNYA ŞAMPİYONALARINDAKİ YAŞ ORTALAMALARININ İNCELENMESİ

Doç. Dr. Esin GÜLLÜ Doç. Dr. Abdullah GÜLLÜ Doç. Dr. İhsan ÇETİN Arş. Gör. Abdulsamet EFDAL	ÇİM HOKEYİ SPORCULARINDA SENTETİK ÇİM SAHA KULLANIMININ KAN METAL DÜZEYLERİNE ETKİSİ
Gökçe AKGÜN	ARTİSTİK YÜZME DÜNYA SIRALAMASI SİSTEMİ YÖNTEMİYLE OLİMPİYAT OYUNLARINA KATILIM ANALİZİNİN HAZIRLANMASI
Arş. Gör. Yusuf BUZDAĞLI Dr. Arş. Gör. Murat OZAN	YÜKSELTİDE EGZERSİZİN OKSİDATİF STRES DÜZEYİNE ETKİSİ
Kamil UZGUR Doç. Dr. H. Ahmet PEKEL Prof. Dr. Latif AYDOS	REKREATİF AMAÇLI KOŞUCULARIN SPORA BAĞLILIK DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ
Dr. Onur Mutlu YAŞAR	BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİ VE ZAMAN YÖNETİMİ
A.ГУМАРОВ	«ҚЫЗ ЖІБЕК» СПЕКТАКЛІНДЕГІ ОРЫНДАУШЫЛЫҚ ШЕБЕРЛІК
Б.Р. ҚАРАБАЛАЕВА	ҚАЗАҚ КЕСКІНДЕМЕСІЛЕРІ ШЫҒАРМАШЫЛЫғыНДАҒЫ МИФОЛОГИЗАЦИЯЛАУ ЖҮЙЕСІ

SALON 2-Oturum 1 EĞİTİM	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Derya ATEŞ
Dr. Öğr. Üyesi Derya ATEŞ	EVLİLİK BİRLİĞİNDE KADININ SOYADI İLE İLGİLİ GÜNCEL GELİŞMELER
Dr. Öğr. Üyesi Derya ATEŞ	BOŞANMA SONRASI VELAYET HAKKI VE ORTAK VELAYET
Dr. Ahmet Cahit İYİLİKLİ	YAŞAMIN BİR ÖRÜNTÜSÜ OLARAK HUKUK (HUKUK VE YAŞAM ÖRGÜSÜ)
Assoc. Prof. Lasha BAZHUNAİSHVİLİ Associated Professor Irakli Gorgiladze	DILEMMA OF POLITICAL ORIENTATION IN THE SOUTH CAUCASUS REGION
Avukat, Yağız ŞENGÜLER	TRAFİK SİGORTALARINDA MADDİ ANLAMDA SİGORTA HİMAYESİNİN KAPSAMI
Arş. Gör. Çağlar ÖZDEMİR Arş. Gör. Dr. Armağan ÖRKİ	TÜRKİYE'DEKİ SURİYELİLER ÖRNEĞİNDE NEOKLASİK REALİZM VE GÖÇ POLİTİKALARI
Ezgi Özlem TAMDEMİR	FOUCAULT'NUN DÜŞÜNCESİNDE AYDINLANMA SORUNU
Bersu VAROL Semanur DEMİRKAYA	TÜRKİYE'DE TOPLUMSAL TEPKİLERE KARŞI DİYALÖJİK DEMOKRASİ ANLAYIŞININ UYGULANABİLİRLİĞİ
Assoc. Prof. Irakli MANVELIDZE	REGIONAL PROBLEMS OF ELECTRONIC GOVERNANCE IN AUTONOMOUS REPUBLIC OF ADJARA
Cihan AKDAĞ Dr. Öğr. Üyesi Emine Gülselcen KAFKASYALI	YAPISALCI MARKSİZM VE LOUIS ALTHUSSER'İN TOPLUM ANLAYIŞI ÜZERİNE BİR İNCELEME
Assist. Prof. Lasha KHOZREVANIDZE	THE NEW ERA OF THE ISLAMIC STATE - THREATS AND CHALLENGES IN THE CONTEXT OF REGIONAL SECURITY
Prof. Dr. Yasemin AYDOĞAN Sevil Merve BAŞER	İSTİSMARA MARUZ KALAN ERGENLERİN SOSYAL BECERİ DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Saat: 12.30-14.30 / PAZAR 08.03.2020
SUNDAY 08.03.2020/ TIME 12.30-14.30
Bu oturumda Moderatör ara verebilir

SALON 1-Oturum 2 EĞİTİM	Oturum Başkanı: Dr. Gökhan ULUDAĞ
Jamaluddin Sadruddin Oghli	ABD'İNİN AFGANİSTAN MÜDAHALESİNİN YASALLIK SORUNU
Esra UYAR OKCU	AB-KANADA CETA MÜZAKERELERİ KAPSAMINDA AVRUPA KOMİSYONUNUN ÖZERKLİĞİNİN İNCELENMESİ
Dr. Rıdvan BAL	ABD DİPLOMATİK RAPORLARINDA MENEMEN OLAYI

PHD Gela IREMADZE	CONFLICTS AND SOME SECURITY ISSUES IN THE BLACK SEA REGION
Serkan D. KOŞOÇAYDAN	CUMHURBAŞKANLIĞI KARARNAMESİ
Dr. Gökhan ULUDAĞ	ÖRGÜTSEL SESSİZLİĞİN ÖRGÜTSEL VATANDAŞLIK ÜZERİNE ETKİSİ İLE İLGİLİ BİR ALAN ARAŞTIRMASI
Dr. Gökhan ULUDAĞ	ÖRGÜTSEL ADALETİN PSİKOLOJİK SERMAYEYE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ALAN ARAŞTIRMASI
Doç. Dr. Ramid HÜSEYNOV Doç. Dr. Emin NƏSİROV	BEYNƏLXALQ TERRORİZMLƏ MÜBARİZƏ İMKANLARI
Jean Denis MIALA NDOMBELE Lucien KUZONDISA MUNTIMA	THE RIGHT TO INTELLECTUAL PROPERTY IN MODERN CHINA

Saat: 12.30-14.30 /Pazar 08.03.2020

Bu oturumda Moderatör ara verebilir

SALON 2-Oturum 1	Oturum Başkanı: Dr. Prof. Vaqif NƏSİROV
Dr. Prof. Vaqif NƏSİROV Dr. Öğr. Üyesi Aybəniz RZAYEVA Dr. Prof. Hüseyin İBRAHİMOV	RADİOAKTİV ŞÜALANMANIN Cu1,975Ni0,025S KRİSTALINDA QURULUŞ ÇEVRİLMƏLƏRİNİN XARAKTERİNƏ TƏSİRİ
Prof. Dr. Edil EYVAZOV Aygün İBRAHİMLİ Güney MİRZƏYEVA	METALLİK MAYELƏRİN DİNAMİK ÖZLÜLÜYÜ
Prof. Dr. Edil EYVAZOV Dr. Öğr. Üyesi Sultanəli QURBANOV Dr. Öğr. Üyesi Vidadi HÜSEYNOV	SİSTEMİNİN KİNETİK VƏ MAQNİT XASSƏLƏRİ
Doç. Dr. Elshad HAMİDOV HAMİD OĞLU	О ГЛАДКИХ РЕШЕНИЯХ ОПЕРАТОРНО – ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА В ГИЛЬБЕРТОВО ПРОСТРАНСТВО
Gülnarə HƏSƏNOVA	AZƏRBAYCANIN ÇAY SULARINDA MİKROSKOPİK GÖBƏLƏKLƏRİN BİOMÜXTƏLİFLİYİ
Rakida Amina MARFAT	MORPHOLOGICAL AND POMOLOGICAL DIVERSITY AMONG APRICOT (PRUNUS ARMENIACA L.) GENOTYPES GROWN IN AZERBAIJAN
Sahilə ORUCOVA	TƏHSİL MÜƏSSİSƏLƏRİNİN YENİDƏN QURULMASINDA HEYDƏR ƏLİYEV FONDUNUN ROLU
Günəl İSRAFİLOVA	İBTİDAİ SİNİFLƏRİN TƏLİM PROSESİNDƏ QEYRİ-STANDART DƏRS FORMALARI ANLAYIŞININ MAHİYYƏTİ
Aygül İSMAYILOVA	DAĞLIQ QARABAĞ MÜNAQİŞƏSİNİN JUS AD BELLUM PRİNSİPİ ƏSASINDA TƏHLİLİ
Prof. Dr. Ramazan GAFARLI	“DƏDƏ QORQUD” EPOSUNUN “TÜRKMƏN-LİSANI” NÜSXƏSİNİN STRUKTUR-SEMANTİK ÖZƏLLİKLƏRİ
A.И. ХУДИЕВА	НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ВОЛНЫ, ВЫЗВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ПО НОРМАЛИ К ПОВЕРХНОСТИ ДВУХСЛОЙНОЙ ЖИДКОСТИ, ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ И УПРОЩЕНИЕ ИСХОДНЫХ УРАВНЕНИЙ
Durdona BULTAKOVA Muhabbat QURBONOVA	ALISHER NAVOIYNJNG "MUHOKAMAT UL-LUG'ATAYN" ASARIDA KELTIRILGAN TURKIY TILGA XOS BO' LGAN SO'ZLAR (LAKUNALAR) TADQIQI
Nodira XUDOYNAZAROVA Muhabbat QURBONOVA	TILSHUNOSLIKDA TOVUSHLAR UYG'UNLASHUVI
Dilnavoz NAJIMOVA Uzoq JO'RAQULOV	TURK VA O'ZBEK BOLALAR SHE'RIYATIDA GNOSEOLOGİK QARASHLAR

SALON 3-Oturum 1	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Ramazan GAFARLI
Çinarə SƏFƏROVA QABIL QIZI	ƏHMƏD BƏY AĞAOĞLU
Elmira MƏHƏRRƏMOVA MƏHƏRRƏM QIZI	S.Ə. ŞİRVANİNİN YARADICILIGINDA MAARİFÇİLİK İDEYALARI
Dr. Göyərçin MUSTAFAYEVA	XIX ƏSRİN DÜNYA ŞÖHRƏTLİ ŞAİRİ MİRZƏ ŞƏFİ VAZEH
Günəl ALASGAROVA	AZERBAIJAN XXI ASIR BILIMKURGU ROMANLARI

Mykola VAS'KIV	MAGTYMGULY PYRAGY (MAHTUMKULI FRAGI) LYRICS IN THE TRANSLATIONS IN UKRAINIAN
Bilal HƏSƏNLI	ƏDƏBİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ BƏDİİ ƏSƏRİN TƏHLİLİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ
Ağahüseyn ŞÜKÜROV MAMEDHÜSEYİN OĞLU	ÜMUMTÜRK SÖZLÜ HALK EDEBİYATININ BİR KOLU
Inga ZOIDZE	CONVERSATION IN OLD GEORGIAN WRITING
Inga ZOIDZE	ФОРМА/ЖАНР БЕСЕДЫ (ГАБААСЕБА) В ДРЕВНЕГРУЗИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ
Şöhrət MƏMMƏDOVA	AZƏRBAYCAN UŞAQ NƏSRİNİN YARADICISI
Zümrüt MENSİMOVA	AŞK DESTANLARINDA BUTAVERMENİN ECDAD KULTU İLE İLGİLİ SEMANTİKASI
Könül TAPDIQOVA	XOСAНƏSƏN GÖLÜNÜN ZOOPLANKTONU
Анваржон КАНДАХАРОВ ХАСАНОВИЧ	СВЯЩЕННЫЕ МЕСТА НАКШБАНДИЯ И ЯССАВИЯ В НАВОИЙСКОЙ ОБЛАСТИ
Prof. Dr. Mendigul S. NOGAYBAYEVA Almas TOXANBAYEV	KONARGÖÇERLERİN MİTOLOJİSİNDE YÖNETİCİ (HÜKÜMDAR) TİPİ
Nazile ABDULLAZADE Aygün AHMADOVA	XOCALI SOYQIRIMI – TARİXİ GERÇƏKLİYİN “XƏCALƏT”İ HOCALI SOYKIRIMI – TARİHİN UTANÇ YÜZÜ
Nazile ABDULLAZADE Aygün AHMADOVA	M.MAHMUDBƏYOYUN DƏRSLİKLƏRİNDƏ TÜRK ƏDİB VƏ ŞAİRLƏRİNİN YARADICILIĞININ TƏDRİSİ M.MAHMUTBƏYOYUN DERS KİTABLARINDA TÜRKİYE EDİB VE ŞAİRLƏRİNİN YARATICILIĞININ EĞİTİMİ
Prof. Dr. Qasım HACIYEV	BİRİNCİ DÜNYA MÜHARİBƏSİ ZAMANI ERMƏNİLƏRİN ANTI-TÜRK FƏALİYYƏTİ VƏ TÜRKİYƏ-AZƏRBAYCAN MÜNASİBƏTLƏRİ (arxiv materialları əsasında)
Разия КАЛДЫБЕКОВА п.ф.к Гаухар АБДИКАРИМОВА Данияр АЛДАБЕРГЕНОВ	ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЖОҒАРЫ ДЕҢГЕЙДЕ ОЙЛАУ ДАҒДЫЛАРЫН ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН КАРТА СЫЗБАЛАР ЖАСАУДА ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ
Assoc. Prof. Ol'ga BYKOVA	SPECIFICATION OF THE CREATION OF TURKEY FORMATION IN REPORTS ON THE WAY OF THE CITY BY LEONID PERVOMAJSKYJ «NOTEPAD IS A WALK» (1929)

SALON 4-Oturum 1	Oturum Başkanı: Dr. Gülahmed İMANOV
Vüsalə AĞAYEVA	AKADEMİK TOFIQ HACIYEV VƏ XX ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİNDƏ ƏDƏBİ DİL
dosent Zabitə MƏHƏMMƏD QIZI TEYMURLU	AZƏRBAYCAN DİLİNİN DİALEKT LEKSİKASINDA VƏ TÜRKİYƏ TÜRKƏSİNDƏ OMONİM SÖZLƏR
F.ü.f.d., dosent. Könül SƏMƏDOVA	AZƏRBAYCANIN ŞİMAL LƏHCƏLƏRİNDƏ AHƏNG QANUNUNUN POZULDUGU YERLƏR
Samirə MUSƏVİ	FRAZEOLÖJİ VAHİDLƏRİ SƏRBƏST SÖZ BİRLƏŞMƏLƏRİNDƏN FƏRQLƏNDİRƏN XÜSUSİYYƏTLƏR
Aysel TALİBOVA	QABRİEL QARSİA MARKEZİN “PATRIARXIN PAYIZI” ƏSƏRİNDƏ BƏDİİ DİL VƏ ÜSLUB MƏSƏLƏLƏRİ
Kübra Vəliyeva	AZƏRBAYCAN VƏ ƏRƏB DİLLƏRİNDƏ SİNİR SİSTEMİ TİBBİ TERMİNLƏRİNİN LEKSİK-SEMANTİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ
Prof. Dr. Mirvari İSMAYİLOVA	NİTQİN RƏSMİ-İŞGÜZAR ÜSLUBUNUN FUNKSIONAL – KOMMUNİKATİV SƏCİYYƏSİ
Gulanbar ABBASOVA	LINGU-POETIC PROPERTIES OF SUFFIXES THAT CREATE MORPHOLOGICAL PARALLELISM IN AZERBAIJAN AND ENGLISH
Dos. Yeganə HACIYEVA	BƏDİİ ƏSƏRLƏRDƏ ONOMASTİK VAHİDLƏRİN ÜSLUBİ İMKANLARI
Asst. Prof. Dr. Aygun ALIYEVA	PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FEMALE IMAGES IN NINETEENTH-CENTURY FRENCH LITERATURE
Senior Teacher, Gulnara ASLANOVA	MAIN DIRECTIONS IN TYPOLOGICAL CLASSIFICATION OF LANGUAGES

Dosent Kəmalə ƏHMƏDOVA	ÇOXKOMPONENTLİ MÜRƏKKƏB CÜMLƏLƏRİN DİLÇİLİKDƏ TƏDQIQI
Jalə QƏNİYEVA	SOMATİK İFADƏLƏRİN TƏSNİFATI
Prof. dr.Minaxanım Nuriyeva Təkəli	TÜRK KÖKƏNLİ RUS SOYADLARININ TARİXİ LİNGVİSTİK TƏDQIQI
PhD.Aliyeva Elmira Eyyub	ON THE INVESTIGATION OF ADJECTIVES IN TRADITIONAL LINGUISTICS
Dr. Gülnarə İMANOVA	MÜASİR TÜRK ƏDƏBİ DİLİNDƏ VURĞU
PhD. Mehriban MAMMADOVA	THE SUCCESSION OF THE RICH SPEECH TRADITIONS STARTING WITH THE "KITABI-DEDE KORKUT"
Larysa PRYSIAZHNIUK Yuliia SHYTİKOVA Yevhenii STARYCHENKO Olena SVYNARCHUK Serhii MELNYK Svitlana TKACHYK	THE ESTIMATION OF MAIZE LINES BY MORPHOLOGICAL AND SSR MARKERS AND USING GAIA SOFTWARE WITHIN DUS TEST
İlham ALİZADEH	IMPACT OF STRATEGIC INTERESTS ON THE ESTABLISHMENT OF AZERBAIJAN-GEORGIA-TURKEY ENERGY CORRIDOR
Dr. Melahat BABAYEVA	"AŞIK ALİNİN TÜRKİYE YOLCULUĞU DESTANI"

<i>SALON 5-Oturum 1</i>	<i>Oturum Başkanı:</i>
Doc. Dr. Hazar HÜSEYİNOV	HAYDAR ALİYEVİN NAHÇIVAN ÖZƏRK CUMHURİYETİ ALİ MECLİS BAŞKANI OLDUĞU DÖNEMDE NAHÇIVAN TÜRKİYE İLİŞKİLERİ
PHD. Dr. Günel MAMMADOVA	EĞİTİMDE YENİ YAKLAŞIMLAR
Dr. Mehriban HƏSƏNOVA	İNNOVATİV FƏALİYYƏTDƏ TƏLƏBƏLƏRİN PEDAQOJİ KOMPETENSİYALARINI MÜSTƏQİL ŞƏKİLDƏ İNKİŞAF ETDİRİLMƏSİ YOLLARI
Dos. Fəxrəddin Allahverdi oğlu Yusifov	İLKİN MÜƏLLİM HAZIRLIĞINDA SƏRİŞTƏYÖNÜMLÜLÜK
Minayə MƏMMƏDOVA	İNGİLİS DİLİ VƏ ONUN VARIATİVLİYİ
Doç. Mirvari Verdiyeva	AZƏRBAYCANDA COĞRAFİYANIN TƏDRİSİ METODİKASI BİR ELM KİMİ: İLK METODİSTLƏR VƏ ONLARIN TƏDQIQAT İSTİQAMƏTLƏRİ
Püstəxanım BALAYEVA	YENİ PEDAQOJİ TEXNOLOGİYALAR TƏLİMİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ VƏSİTƏSİ KİMİ
Zemfira QƏDİROVA	ALİ PEDAQOJİ KADRLARIN PEŞƏ SƏRİŞTƏLİKLƏRİNİN ÜZƏ ÇIXARILMASI İSTİQAMƏTLƏRİ
Dr. Tamilla Vahabova Əhməd qızı	AZƏRBAYCAN ZİYALILARI TƏRBİYƏDƏ SOSIAL MÜHİTİN ROLU HAQQINDA (XIX ƏSRİN SONU-XX ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİ)
Prof. Dr. Ərəstun BAXŞƏLİYEV Dosent Qəribə RƏHİMOVA Dosent Simnarə HEYDƏROVA	GƏNCLƏRDƏ ÖZÜNÜDƏRK VƏ ÖZÜNÜ QIYMƏTLƏNDİRMƏNİN PSIXOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ
Abrehet MEHARI Prof. Dr. Rovshan GULIEV	ECONOMIC INTEGRATION OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISE IN MANUFACTURING SECTOR: THE CASE OF ETHIOPIA, TIGRAY REGIONAL STATE MEKELLE CITY
Vəfa TAĞIYEVA	ARAN İQTİSADİ COĞRAFİ RAYONUNDA SƏNAYE STRUKTURUNUN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ
Olha BRATSIUK Phd. Alla STEPANOVA	STARTUP ACCELERATOR AS AN INNOVATIONAL INVESTMENT TOOL
PhD, Iryna NOVİKOVA	ANATOMY OF TRANSFER OF ACADEMIC TECHNOLOGIES THEORIES AND PARADIGMS
Türkanə ƏLİYEVA	NAXÇIVAN İQTİSADİ RAYONUNUN ŞƏHƏR VƏ ŞƏHƏR MƏNTƏQƏLƏRİNDƏ ƏHALİNİN ARTMASINDA MİQRASIYANIN ROLU
Aliyə MÜRSƏLOVA SAMİR QIZI	XVIII-XIX ƏSRLƏRDƏ İRƏVAN: TARİXİ, FƏQİHLƏRİ, DİNİ

	TƏHSİLİ
Dosent Kamal HÜSEYNOV	ELMİ-TEXNİKİ TƏRƏQQİ VƏ MƏNƏVİYYAT
Turkan ALİYEVA	ROBERTSON DAVIES' "FIFTH BUSINESS" AS A PATTERN OF CANADIAN MYTH

<i>SALON 6-Oturum I</i>	<i>Oturum Başkanı: Nazile ABDULLAZADE</i>
Sahab ƏLİYEVA	NAXÇIVANIN CƏNUBİ AZƏRBAYCANLA ƏDƏBİ-MƏDƏNİ VƏ ELMİ ƏLAQƏLƏRİ
Ph. D. Assoc. Prof. Asim MAMMADOV Vusal NAZAROV	STATE CHILDREN'S ORGANIZATIONS AND THEIR SOCIAL STRUCTURE IN AZERBAIJAN REPUBLIC
PhD. Assoc. Prof. Asim MAMMADOV Sarkhan SABIRLI	GENERAL PRINCIPLES AND CONCEPTUAL ISSUES OF YOUTH POLICY(EXAMPLE OF EU)
Subeybat TAHİR	TÜRK MƏRASİM LEKSİKASINDA QIRMIZI RƏNGİN YERİ
Ph. Dr. Minavvar FİRUDİN QIZI MAMMADOVA	EFFECTIVE TEST-TAKING STRATEGIES IN THE HIGHER MILITARY SCHOOLS
Prof. Dr. Rezo MANVELİDZE Lasha MANVELİDZE Irakli BERİDZE	CERTAIN ASPECTS OF ECONOMIC TRANSFORMATION AND URBANIZATION IN AJARA REGION
Assoc. Prof. Natalia LAZBA Assoc. Prof. Ineza ZOİDZE Assist. Prof. Irine TSİNTSADZE	PECULIARITIES OF SUBNATIONAL GOVERNANCE IN ADJARA
Nikolay VASKIV	ЛИРИКА МАГТЫМГУЛЫ ПЫРАГЫ (МАХТУМКУЛИ ФРАГИ) В ПЕРЕВОДАХ НА УКРАИНСКИЙ ЯЗЫК
Prof. Dr. Jalə QƏDİMOVA	AZƏRBAYCANIN MÜASİR MUSİQİ PEDAQOGİKASINDA MUSİQİ MENTALİTETİ ANLAYIŞI
Khayala AHMADOVA	TOURISM ADVERTISING AND ITS ANALYSIS IN THE CONTEXT OF SPEECH ACT THEORY
Doçent. Təranə MAHMUDOVA	FƏRQLİ MƏDİA SİSTEMLƏRİNİN QOVŞAĞINDA: YENİ KOMMUNİKASIYA PROSESLƏRİ VƏ MÜASİR İNFORMASIYA KANALLARI POST-SOVIET AZƏRBAYCANINDA İCTİMAİYYƏTİN MƏDİA GÖZLƏNTİLƏRİNƏ VƏ XƏBƏRLƏRİ QAVRANMASINA NECƏ TƏSİR GÖSTƏRİR
Assoc. Prof. Anastasiia KYRYCHENKO	РАЗВИТИЕ УКРАИНСКОГО И ТУРЕЦКОГО ПЕНСИОННОГО СТРАХОВАНИЯ
Genadi IASHVILI Giga PHARTENADZE	OPEN GOVERNANCE AND GEORGIA: THEORETICAL METHODOLOGICAL CONTEXT

POSTER SUNUMLAR

Arş. Gör. Sedef SELVİLER SİZER Doç. Dr. Burcu ONUK Süleyman YÜKSEL Prof. Dr. Murat KABAK	MAKROANATOMİK BİR ÇALIŞMA; KARACA'DA BURUN BOŞLUĞU'NUN ANATOMİK YAPISININ ORTAYA KONMASI
Billur KÖFTER Prof. Dr. Ayla ALTINTEN Prof. Dr. Zehra ZEYBEK	YÜN YIKAMA ATIK SUYUNUN KOAGÜLASYON VE FLOKÜLASYON İLE ARITIMININ CEVAP YÜZEY YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU
Prof. Dr. Musa TÜRKER Sultan YILMAZ	PLANTAGO LANCEOLATA BİTKİ EKSTRAKTI KULLANILARAK GÜMÜŞ NANOPARÇACIK SENTEZİ VE SENTEZLENEN NANOPARÇACIĞIN ANTİBAKTERİYEL VE YARA İYİLEŞTİRİCİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

FOTOĞRAF GALERİSİ

























İÇİNDEKİLER/CONTENTS

KONGRE KÜNYESİ	I
BİLİM KURULU	II
KONGRE PROGRAMI	III
FOTOĞRAF GALERİSİ	IV
İÇİNDEKİLER	V

Berk TIRNAKÇI

Yavuz SALT

İnci SALT

PERVAPORASYON İLE DESALİNASYONA YÖNELİK ZEOLİT 5A DOLGULU POLİ(VİNİL ALKOL) MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU

-1-

Elif ÖZDEMİR

Bayram SADE

MISIRDA BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN KANTİTATİF ANALİZİ

-11-

Rasim Berk AKYOL

Semra ÇORUH

DOĞAL VE ENDÜSTRİYEL ATIK MATERYAL KATKILI KOMPOZİTLERLE ATIKSULARDAN FENOL GİDERİMİNİN İNCELENMESİ

-20-

Razim BAYRAMLI

Vaqif NƏSİROV

Emin NƏSİROV

Natella NAMAZOVA

K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ MONOKRİSTALINDA QURULUŞ FAZA ÇEVRİLMƏLƏRİ

-31-

Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER

KONUTLARDA KÜBİK MİMARİ ARAYIŞLARI VE DAİRESEL CEPHELER: KARABÜK ÖRNEĞİ

-37-

Buse ÇOPUR

Fatih DURAK

Mehtap ŞAFAK BOROĞLU

İsmail BOZ

EFFECTS OF ZIF-7 AND REARRANGEMENT CONDITIONS ON THE GAS SEPARATION PERFORMANCE OF THERMALLY REARRANGED HAB: ODA-IPCL COPOLYAMIDE MEMBRANES

-45-

Çiğdem GENİŞ

Sultan AYAZ ALKAYA

ADÖLESANLARDA DİJİTAL OYUN BAĞIMLILIĞI, SOSYAL KAYGI VE EBEVEYN TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

-61-

Ahsen KAYA

Selen CAN TEMÜRKOL

Ekin Özgür AKTAŞ

Hülya GÜLER

ÇOCUĞUN EKONOMİK İSTİSMARINA BAĞLI AĞIR BİR YANIK OLGUSU

-68-

Fırat KAFKAS

Hüseyin DAĞLI

GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ KULLANILARAK AL7050-T7451 ALAŞIMININ DELİNMESİ SIRASINDA BOYUTSAL DOĞRULUK, SİLİNDİRİKLİK VE DAİRESELLİĞİN DENEYSSEL İNCELENMESİ VE OPTİMİZASYONU

-74-

Tuba Özge YAŞAR

VETERİNER OFTALMOLOJİDE ACİL DURUMLAR

-86-

Hakan BAYRAK

Ferhat AKGÜL

BRIDGE CONDITION PREDICTION USING MARKOV PROCESS

-91-

Sebile Merve ÖZTÜRK
Hicran Hanım HALAÇ
TARİHİ ÇEVREDE MEKANSAL AİDİYET: YÖRÜK KÖYÜ ÖRNEĞİ

-100-

Ali TOKER
Bahri KARLI
TARIMDA YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME

-109-

Elif ELİBOL
GERİYATRİK HASTALARDA TİNNİTUS SINIFLANDIRMA DAĞILIMININ İNCELENMESİ

-120-

Mehmet YARDIMCI
ELEKTROŞOKLU VE ELEKTROŞOKSUZ KESİM YÖNTEMLERİNİN HAYVANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

-124-

Hilal AKCANCA
Zeynep ULUDAĞ
DEMİRYOLUNUN ESKİŞEHİR KENT GELİŞİMİNE KATTIĞI DEĞER

-130-

Edil EYVAZOV
Aygün İBRAHİMLİ
Güney MİRZƏYEVA
METALLİK MAYELƏRİN DİNAMİK ÖZLÜLÜYÜ

-136-

Dilek TUNÇ UĞUR
Mehmet Enes GÖKLER
Egemen ÜNAL
Salih MOLLAHALİLOĞLU
ELEKTROMANYETİK DALGALARIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

-142-

Esra KARAKAYA
Yıldırım TOPCU
DÜŞÜK YOĞUNLUKLU LİF LEVHA (LDF) ATIKLARININ BURGU REAKTÖRDE PİROLİZİ

-147-

Latif Onur UĞUR
Nebih ALBAYRAK
FINE KINNEY METODU İLE ŞANTİYELERDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLEDİRMESİ: DÜZCE İLİ KAPSAMINDA BİR UYGULAMA

-160-

Özlem Güzey KOCATAŞ
Hasan Göktuğ TOPTAŞ
KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİNE DAYALI YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

-169-

Huri Seval GÖNDEREN ÇAKMAK
ORAL ANTİ-KANSER AJAN KULLANAN KANSER HASTASINA BAKIM VERİNLERİNİN YAŞADIĞI ZORLUKLAR: SİSTEMATİK REVİEW

-184-

Muhammed SAYRAC
MASA ÜSTÜ KOHERENT FEMTOSANİYE X İŞİNİ LAZER KAYNAĞI KULLANILARAK DİFRAKTİF GÖRÜNTÜLEME

-191-

Şahin TEKÇE
Sinan İLANBE
İrem KARAMAN
Özlem COŞKUN
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ'NDEKİ ÖĞRENCİLERİN RADYO FREKANS ELEKTROMANYETİK ALAN KAYNAKLARINA KARŞI RİSK DEĞERLENDİRMESİ

-196-

Koray KARABULUT
Doğan Engin ALNAK
NANOAKIŞKAN KULLANILAN GERİYE DÖNÜK ADIM AKIŞINDA FARKLI ADIM KÖŞE YAPILARININ ISI TRANSFERİ VE AKIŞ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

-202-

Mustafa ALDEMİR
İsmail Hakkı AKÇAY
Habib GÜRBÜZ
Hüsameddin AKÇAY

MODEL TURBOJET MOTORUNDA ALTERNATİF YAKITLARIN KULLANIMINA YÖNELİK TEST DÜZENİĞİNİN HAZIRLANMASI VE ÖN TESTLER

-217-

Billur KÖFTER
Ayla ALTINTEN
Zehra ZEYBEK

YÜN YIKAMA ATIK SUYUNUN KOAGÜLASYON VE FLOKÜLASYON İLE ARITIMININ CEVAP YÜZEY YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU

-231-

Yasemin UYAR TOPRAK
Derya YILMAZ
Metin YILDIZ
Sinan YETKİN

KONUŞMA SES SİNYALLERİNİN ANALİZİ İLE TIKAYICI UYKU APNESİNİN TESPİTİ

-241-

Kübra YILDIRIM ÖZCAN

DÜNYADA KIRSAL ALAN SINIFLANDIRMALARI VE KIRSALLIK NİTELİKLERİ BAĞLAMINDA ANKARA İLÇELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

-248-

Sevinc İBRAHİMOVA
İman ƏSGƏRZADƏ
Qəhrəman HÜSEYNOV
Şərif İSMAYİLOV

Ga 0.5 In 1.5 Se 3 BƏRK MƏHLUL KRİSTALLARININ QURULUŞU VƏ TERMÖELEKTRİK XASSƏLƏRİ

-267-

Edil EYVAZOV
Sultanəli QURBANOV
Vidadi HÜSEYNOV
Cu[Cr_{2-x}Gdx]S₄ SİSTEMİNİN KİNETİK VƏ MAQNİT XASSƏLƏRİ

-275-

Nermin ŞARLAK
SWAT MODELİ VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

-279-

Nevin TAŞ
Şebnem YILMAZ
Ferhan EĞİLMEZ

CAM SERAMİK RESTORASYONLARIN SİMANTASYONUNDA KULLANILAN GELENEKSEL VE SELF ADEZİV REZİN SİMANLARIN KLİNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

-285-

Iryna NOVİKOVA

ANATOMY OF TRANSFER OF ACADEMIC TECHNOLOGIES THEORIES AND PARADIGMS

-296-

Nuri ŞEN

MART1400 ÇELİĞİNİN SINIR ÇEKME ORANINI DENEYSEL VE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLEBELİRLENMESİ" "DETERMINATION THE LIMIT DRAWING RATIO OF MART1400 STEEL WITH EXPERIMENTALAND FINITE ELEMENTS METHOD

-302-

Şuayip OKUMUŞ
Ümit BÜYÜKSARI

FINDIK ZURUFUNDAN ÜRETİLEN ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERİNİN EĞİLME ÖZELLİKLERİ

-311-

Parisa POURALI KAHRIZ

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF CULTURE PERIOD IN DAYS ON GRASS PEA PLANT REGENERATION

-317-

Alkan İŞERİ

Şenol BAŞKAYA

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN TİPİK BİR VERNİK KABİNİNİN NÜMERİK ANALİZİ

-326-

Çiğdem ÖZARI

Özge DEMİRKALE

TÜRKİYE'DE İLLERİN MAKROEKONOMİK AÇIDAN K-ORTALAMALAR KÜMELEME YÖNTEMİ İLEGRUPLANMASI

-342-

Alkan ÖZKAN

NEREDEYSE KONTRA gb-SÜREKLİ FONKSİYONLAR ÜZERİNE

-349-

Osman ALTINTAŞ

Melike AYDOĞAN

NEIGHBORHOODS OF A CLASS OF QUASI-CONVEX FUNCTIONS OF COMPLEX ORDER

-356-

Nevin TAŞ

Şebnem YILMAZ

Ferhan EĞİLMEZ

ZİRKONYA DENTAL İMPLANTLARA YAPILAN YÜZEY MODİFİKASYONLARI

-364-

Eisa AGHCHEHLI

Malcolm CLARKE

DİYABETİK RETİNOPATİDE GENERATIVE ADVERSERYAL AĞ KULLANILAN DERİN ÖĞRENME ESASLI VERİ
GUÇLENDİRME: İNCELEME

-381-

Serdar ÖZYÖN

Celal YAŞAR

KONVEKS YAKIT MALİYET FONKSİYONLU TERMİK ÜRETİM BİRİMLERİ İÇEREN HİDROTERMAL
KOORDİNASYON PROBLEMİNİN İLETİM HATTI KAYIPLI OLARAK ÇÖZÜLMESİ

-388-

Kubilay İNAN

KÜÇÜK HÜCRELİ DIŞI AKCİĞER KANSERİNDE KARİNAL SLEEVE SAĞ PNÖMONEKTOMİ

-416-

İsmail TEKAÜT

S960 QL ÇELİĞİNİN TEL ELEKTRO EROZYON İLE KESİLMESİ İŞLEMİNDE KESME PARAMETRELERİNİN YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİNİN RAŞTIRILMASI

-421-

Erman Kadir ÖZTEKİN

Sebahat ÖZTEKİN

GIDA KALİTESİ VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANILABİLECEK LAZER TABANLI İKİ TEKNİĞİN
İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI: HİPERSEKTRAL GÖRÜNTÜLEME VE SERS METODU

-427-

Berker BAYDAN

Halil Murat ÜNVER

KÖPEK TİBİA KIRIKLARININ TESPİTİ İÇİN SSD MOBILENET V2 PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE VERİ
KÜMESİ OLUŞTURMA

-433-

İhsan GÖLGÜL

Doç. Dr. Gülizar Duygu SEMİZ

SU KAYNAKLARININ ETKİN KULLANILMASINDA BİTKİ STRESS
İNDEKSLERİNİN KULLANIMI

-444-

Olha BRATSIUK

Ph.D. Associate Professor Alla STEPANOVA

STARTUP ACCELERATOR AS AN INNOVATIONAL INVESTMENT TOOL

-449-

Burak GÜNAYDIN

Ümit BÜYÜKSARI

HİDRO-TERMAL İŞLEM UYGULANMIŞ AYÇİÇEĞİ SAPI İÇEREN YONGA LEVHALARIN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

-455-

Buse ZARALIOĞLU

Sinem ÇEVİK

YÜZEYİ GELİŞTİRİLMİŞ 30CRMV9 ÇELİĞİNİN YAPISAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

-460-

Elif ÖZDEMİR

MISIR HAT VE MELEZLERİNİN BAZI BESİN ELEMENTLERİ (Cu, Fe, Mn) BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

-466-

Ergün DEMİREL

AUTONOMY VERSUS STANDARDIZATION FOR UNIVERSITY ACADEMIC PROGRAMS

-474-

Mehmet Çağatay TAŞKIN

Melih OKUR

DÖNER PALETLİ TÜRBİNLERDE YAĞLAMININ PERFORMANSA ETKİSİ

-491-

Larysa PRYSIAZHNIUK
Yuliia SHYTİKOVA
Yevhenii STARYCHENKO
Olena SVYNARCHUK
Serhii MELNYK
Svitlana TKACHYK

THE ESTIMATION OF MAIZE LINES BY MORPHOLOGICAL AND SSR MARKERS AND USING GAIA SOFTWARE WITHIN DUS TEST

-503-

Ergün HASGÜL

YAŞLILIK DÖNEMİ İNTİHARLARINDA SOSYAL SORUNLARIN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

-511-

Şükrü İlke SEZER

Ercan AKAN

LİMAN DEVLETİ DENETİMLERİNDE CAN KURTARMA TEÇHİZATI KAYNAKLI UYGUNSUZLUKLARA YOL AÇAN ETKENLERİN ARAŞTIRILMASI

-519-

Vaqif NƏSİROV

Hüseyn İBRAHİMOV

Aybəniz RZAYEVA

RADİOAKTİV ŞÜALANMANIN $Cu^{1,975}Ni^{0,025}$ S KRİSTALINDA QURULUŞ ÇEVİRİLMƏLƏRİNİN XARAKTERİNƏ TƏSİRİ

-531-

**PERVAPORASYON İLE DESALİNASYONA YÖNELİK ZEOLİT 5A DOLGULU
POLİ(VİNİL ALKOL) MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI VE
KARAKTERİZASYONU**
PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF ZEOLITE 5A INCORPORATED
POLY(VINYL ALCOHOL) MEMBRANES FOR DESALINATION BY
PERVAPORATION

Berk TIRNAKÇI
Doç. Dr. Yavuz SALT
Dr. Öğr. Üyesi İnci SALT
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖZET

Membran prosesleri son yıllarda birçok alanda kendine uygulama alanı bulduğu gibi, deniz suyundan temiz su eldesine dair çalışmalarda da dikkat çekmektedir. Pervaporasyon, membran prosesleri arasında önemli bir yere sahiptir ve desalinasyon çalışmalarındaki performansı umut vadetmektedir. Pervaporasyon, bir sıvı karışımın itici kuvvet yardımıyla membran boyunca kısmi olarak buharlaştırılması ile gerçekleştirilen bir membran ayırma işlemidir. Pervaporasyon moleküler seviyede ve düşük sıcaklıklarda ayırmanın gerçekleştirilebilmesi, işletim kolaylığı, enerji tasarrufu, düşük maliyeti sayesinde geleneksel ayırma işlemlerine iyi bir alternatif teşkil etmektedir. Pervaporasyon desalinasyon çalışmalarında, membran malzemesinin hidrofilik özelliklere sahip olması başarılı membran desalinasyon sistemlerinin tasarlanmasında kritik öneme sahiptir. Polivinil alkol (PVA) güçlü hidrofilik doğasının yanında kolay ulaşılabilir ve işlenebilir olması, yüksek dayanımı sayesinde bu alanda önemli bir membran malzemesi alternatifidir.

Polimerik matrislere; ayırma performansının artırılabilmesi ve fiziksel, kimyasal, termal dayanımın iyileştirilmesini sağlayabilmek amacıyla inorganik malzeme dolgulamaları ile karışık matrisli membranların (MMM) hazırlanması mümkündür. Bu noktada alkali ve toprak alkali metallerin sulu alüminyum silikatları olarak tanımlanan zeolitlerin olumlu etkileri dikkate değerdir.

Bu çalışma kapsamında; PVA ve PVA-5A membranlar çözelti-döküm yöntemi ile hazırlanmış; sorpsiyon ve pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Besleme karışımı olarak 35 g/L NaCl içeren sentetik deniz suyu kullanılmış ve çalışmalar farklı sıcaklıklarda (30, 40, 50°C) gerçekleştirilmiştir. Bu sayede zeolit dolgulamasının ve sıcaklığın desalinasyon performansı üzerine etkisi incelenmiştir. Hazırlanan karışık matrisli membranların karakterizasyon çalışmaları; Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR), Termogravimetrik analizler (TGA) ile gerçekleştirilmiştir. 30°C'de pervaporasyon ile desalinasyon deneyleri sonucu 5A dolgulu PVA membran için 2,092 kg/m²h akı, %99,76 oranında tuz alıkoyma değerleri elde edilmiştir ve zeolit 5A dolgulu PVA membranların literatür göz önüne alındığında dikkat çekici performans verileri ortaya koyduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pervaporasyon, desalinasyon, poli(vinil alkol), 5A

ABSTRACT

Membrane processes have found application in many areas in recent years and have potential in desalination studies. Pervaporation has an important place among membrane processes, and its performance in desalination studies is promising. Pervaporation is a membrane separation

process performed by partially evaporating a liquid mixture through the membrane with the help of a driving force and it is a good alternative to other separation processes thanks to its ability to perform separation at the molecular level and low temperatures, ease of operation, energy-saving and low cost. Desalination studies are carried out by hydrophilic pervaporation, and the hydrophilic properties of the membrane material are critical in designing successful membrane desalination systems. Polyvinyl alcohol (PVA) is an important membrane material in this field thanks to its strong hydrophilic nature, easy accessibility and processability, and high strength.

In order to increase separation performance and to improve physical, chemical and thermal resistance, it is possible to prepare mixed matrix membranes (MMM) with inorganic material incorporation through polymeric matrices. Zeolites are defined as aqueous aluminum silicates of alkali and alkaline earth metals and for this purpose, the positive effects of zeolites are remarkable.

In this study, PVA and PVA-5A membranes were prepared by the solution-casting method, sorption and pervaporative desalination studies were carried out. Synthetic seawater (35 g/L NaCl) was used as the feed mixture and the studies were carried out at different temperatures (30, 40, 50°C). In this way, the effect of zeolite filling and temperature on desalination performance was examined. Membranes were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and thermogravimetric analysis (TGA). desalination experiments showed that at 30°C, the flux and salt rejection values of the 5A filled PVA membrane was 2.092 kg/m²h and 99.76%, respectively. It is seen that zeolite 5A filled PVA membranes have great potential in desalination studies.

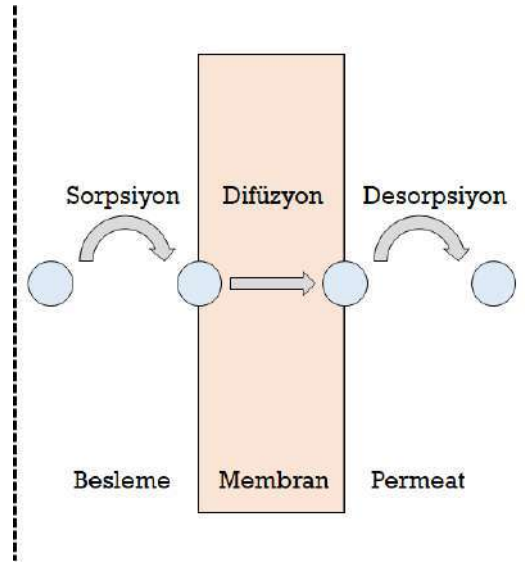
Keywords: Pervaporation, desalination, poly(vinyl alcohol), 5A

1. GİRİŞ

Pervaporasyon yoğun membranların kullanıldığı, sıvı karışımlara uygulanan; organik çözücülerin dehidrasyonu, sulardan organik maddelerin uzaklaştırılması, organik karışımların

ayrılması uygulamalarında kullanılabilen; yüksek potansiyele sahip bir membran ayırma prosesidir (Moulik et al., 2016). Bu uygulama alanlarının dışında, desalinasyon çalışmalarında büyük potansiyele sahiptir (Wang et al., 2016). Pervaporasyon (PV) membran prosesleri arasında önemli bir yere sahiptir ve 1917 yılında Kober tarafından, ayırma mekanizması göz önünde bulundurularak, seçici geçirgenlik (permeation) ve buharlaştırma (evaporation) kelimeleri birleştirilerek adlandırılmıştır (Kober, 1919).

Pervaporasyon uygulamalarında; sıvı karışımı seçici ve geçirgen bir membranın üst yüzeyi ile doğrudan temas halinde tutulmakta ve membran üzerinden taşınan besleme bileşeni membranın diğer yüzeyinden buhar fazında elde edilmekte ve ayırma gerçekleştirilmektedir (Cheng et al., 2017). Pervaporasyonda ayırmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan itici kuvvet; membranın iki tarafı arasındaki kimyasal potansiyel farkıdır ve ayırma mekanizması sorpsiyon-difüzyon modeli ile açıklanır. Sorpsiyon-difüzyon modeline göre membran üzerinden taşınım şu üç adımda gerçekleşir: (i) beslemenin membran tarafından sorpsiyonu, (ii) bileşenlerin membran üzerinden difüzyonu, (iii) membranın diğer tarafından buhar faza desorpsiyon (Noble & Stern, 1995). Sorpsiyon-difüzyon modelinin şematik gösterimi Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Sorpsiyon-Difüzyon modeli (Noble & Stern, 1995).

Bütün membran proseslerinde olduğu gibi pervaporasyon çalışmalarında da kullanılacak membranlar tasarlanırken, göz önünde bulundurulması gereken üç temel nokta mevcuttur; alıkoyma, akı ve kararlılık. Alıkoyma; membran üzerinden taşınan kısmın bileşimine dair, permeatın kalitesini ortaya koyan bir parametredir. Akı ise, birim zamanda birim membran alanından taşınan madde miktarının bir ölçüsüdür. Kararlılık ise membranın fiziksel, kimyasal ve termal olarak dayanımını belirtir (Mulder, 1995). İdeal bir membranda yüksek akı ve seçicilik değerlerinin yanı sıra membranın yüksek mekanik dayanıma ve düşük kirlenme özelliklerine sahip olması tercih edilir (Goh et al., 2016). Bu parametreler göz önünde bulundurulduğunda pervaporasyon sistemlerinin başarılı olabilmesi, membran ile ayrılması istenen bileşen arasındaki etkileşime doğrudan bağlıdır. Bu sebeple membranın kimyasal ve fiziksel yapısı kritiktir. Bütün bunların sağlanabilmesi için membran malzemesinin seçimi büyük önem taşımaktadır.

Polimerik malzemeler kolay işlenebilir ve kolay ulaşılabilir olmaları, nispeten düşük maliyetli olmaları, yüksek seçici-sorpsiyon ve seçici-difüzyon özellikleri göstermeleri, çalışma koşullarına uyum sağlayabilme özellikleri sayesinde birçok alanda olduğu gibi membran

uygulamasında da geniş bir kullanım alanına sahiptir (Rautenbach & Albrecht, 1989; Wee et al., 2008). Poli(vinilalkol) yüksek mekanik, termal, kimyasal dayanımı, güçlü hidrofilik özellikleri ile kolay işlenebilmesi ve düşük maliyetli olması sayesinde, desalinasyon çalışmalarında olduğu gibi, hidrofilik pervaporasyon uygulamalarında dikkatleri üzerine çeken bir polimerik malzemedir (Huang, 1991). İnorganik malzemelerin polimerik membran matrisleri içerisine dağıtılması ile karışık matrisli kompozit membranların hazırlanması mümkündür. Burada temel amaç; polimer ve dolgu arasında bir etkileşim yaratarak, daha güçlü bir seçici-geçirgenlik özellikleri ve iyileştirilmiş dayanım ile yüksek performansa sahip membranlar ortaya koymaktır (Yang et al., 2019).

Zeolitler; üç boyutlu yapıda, alüminyum, silikon ve oksijen atomları içeren, gözenekli inorganik kristalin yapılardır ve moleküler elek özellikleri ile ayırma işlemlerinde kullanılabilir ve önemli avantajlara sahiptir (Wee et al., 2008). Özellikle kimyasal kararlılıkları ve iyonları alıkoyabilme özellikleri ile özellikle desalinasyon uygulamalarında dikkat çekmektedir (Zhu et al., 2015). Polimerik matrislere zeolit dolgulamaları yapılarak, membran performanslarında artışlar sağlanabilmektedir.

2014 yılında Nigiz ve Hilmioglu tarafından PVA ve zeolit 3A kullanılarak pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 20-40°C aralığında yapılan deneyler sonucu, 40°C'de %10 zeolit dolgulaması olmayan membranda akı değeri 1,98 kg/m²h iken %10 zeolit dolgulaması ile bu akı değeri 3,75 kg/m²h'e yükselmiştir. 20°C'de tuz alıkoyma değeri %100 iken 40°C'de %77 tuz alıkoyma değerleri elde edilmiştir.

2011 yılında Cho ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, NaA zeolit membranlar kullanılarak pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 69°C'de gerçekleştirilen deneyler sonucu 1,9 kg/m²h akı, %99,9 tuz alıkoyma değerleri elde edilmiştir. Besleme karışımı olarak 35 g/L NaCl çözeltisi kullanılmıştır.

Swenson ve arkadaşları tarafından 2012 yılında yapılan çalışmada (2012), klinoptilolit membranlar hazırlanarak pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları gerçekleştirilmiş ve besleme bileşiminin performansa etkileri ortaya konmuştur. Pervaporasyon çalışmaları 93°C'de gerçekleştirilmiş, 100 mg/L Na⁺ ve 5500 mg/L Na⁺ besleme bileşimleri için sırasıyla 2,5 kg/m²h ve 0,39 kg/m²h akı ile %95'in üzerinde tuz alıkoyma değeri elde edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında PVA ve PVA-5A dolgulu membranlar hazırlanarak, pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları farklı sıcaklıklarda (30, 40, 50°C) gerçekleştirilmiştir. Besleme karışımı olarak, literatürde de deniz suyu bileşimi olarak kabul edilen 35 g/L NaCl çözeltisi laboratuvarında hazırlanarak, kullanılmıştır. Hazırlanan membranların karakterizasyon çalışmaları; TGA, FT-IR ile gerçekleştirilerek hazırlanan membranların yapıları ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. Sıcaklığın ve zeolit dolgulamasının membran performansına etkisi gözlenmiş, performans analizleri pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları sonucu ortaya konmuştur.

2. MATERYAL & YÖNTEM

2.1. MATERYAL

Çalışma kapsamında kullanılan PVA %99 hidroliz derecesine, 72 kg/mol molekül ağırlığına sahiptir ve Fluka'dan temin edilmiştir. Zeolit 5A Alfa Aesar'dan temin edilmiştir. PVA membran hazırlanırken çapraz bağlayıcı olarak kullanılan tartarik asit (C₄H₆O₆) ve 35 g/L NaCl sentetik deniz suyu hazırlanmasında kullanılan NaCl Merck'den alınmıştır.

2.2. MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI

Bu çalışma kapsamında kullanılan membranlar çözelti-döküm yöntemine göre hazırlanmıştır. İlk olarak %10'luk PVA çözeltisi, saf su ile, 90°C'de tutulan su banyosunda 3 saat karıştırma sonucu hazırlanmıştır. Bu karıştırma işleminin ikinci saatinde karışım içerisine belirlenen miktarda 5A eklenerek, homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Daha sonra karışıma belirlenen oranda hazırlanmış %10'luk tartarik asit çözeltisi eklenmiştir. Homojen bir karışım elde edildikten sonra, membran karışımı ultrasonik su banyosunda oda sıcaklığında belirli bir süre tutularak, karışma esnasında oluşan hava kabarcıklarının uzaklaştırılması sağlanmıştır. Hazırlanan membran karışımı cam plakalara dökülerek, 40°C'de 24 saat kurutulmuş, 24 saat sonunda plakalarda sökülerek 150°C'de 1 saat boyunca çapraz bağlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çapraz bağlama sonunda membranlar saf su içerisinde bir gün bekletilerek, kalıntıların uzaklaştırılması sağlanmıştır. Membranlar daha sonra 105°C'de 2 saat kurutulmuş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.

2.3. KARAKTERİZASYON ÇALIŞMALARI

2.3.1. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR)

Hazırlanan membranların fonksiyonel kimyasal yapıları Perkin-Elmer Spectrum 100 FT-IR cihazı ile incelenmiştir. Çalışmalar 4000 and 650 cm⁻¹ dalgaboyu aralığı arasında gerçekleştirilmiştir.

2.3.2. Termogravimetrik Analizler (TGA)

Hazırlanan membranların termal özellikleri Exstar TG/DTA 6300 markalı cihaz ile azot atmosferinde, 10°C min⁻¹ ısıtma hızında 25-600°C sıcaklık aralığında incelenmiştir.

2.4.SORPSİYON DENEYLERİ

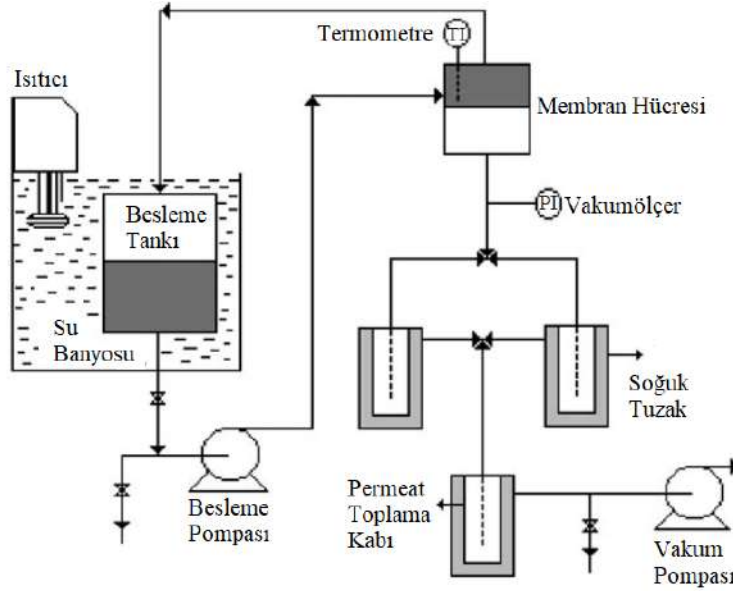
Pervaporasyon prosesinde bileşenlerin membran üzerinden taşınarak ayırmanın gerçekleştirilebilmesi için, beslemenin membran malzemesi içerisine sorpsiyonu gereklidir. Bu sebeple sorpsiyon deneyleri; pervaporasyon çalışmaları öncesi, performansa dair bir öngörü oluşturulmasına olanak sağlar. Sorpsiyon deneyleri gerçekleştirilirken; kuru tartımları alınan membranlar ilgili karışımlar içerisine daldırılır ve belirli aralıklarla tartımları alınarak sorpsiyon dengesine gelene kadar bu tartımlar takip edilir. Yapılan tartımlar sonucu elde edilen verilerle sorpsiyon değeri şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Sorpsiyon (\%)} = \left(\frac{W_s - W_d}{W_d} \right) \times 100$$

Burada; W_s, orpsiyon dengesine gelen membranın ağırlığını, W_d ise kuru membran ağırlığını ifade etmektedir.

2.5.PERVAPORASYON ÇALIŞMALARI

Hazırlanan membranların pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları Şekil 2'de gösterilen pervaporasyon sistemi ile gerçekleştirilmiştir (Salt ve ark., 2014).



Şekil 2. PV deney düzeneği

Pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları 30, 40 ve 50°C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Besleme tankı bir su banyosu içerisinde sabit sıcaklıkta tutularak, besleme karışımı peristaltik pompa yardımıyla paslanmaz çelik membran hücrelerine beslenmiştir. Membran hücrelerinde efektif membran alanı 23 cm²'dir. Vacuubrand RZ-5 marka vakum pompası yardımıyla ayırmanın gerçekleştirilebilmesi için ≤ 1 kPa vakum oluşturulmuş ve Vacuubrand DVR-2 marka vakum ölçer yardımıyla izlenmiştir. Soğuk tuzaklar içerisindeki numune kaplarında toplanan permeat miktarı belirli aralıklarla tartılarak saf su akışı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$J = \frac{W}{A \times t}$$

Burada J saf su akışını (kg/m² h), w permeat ağırlığını (kg), A efektif membran alanını (m²) ve t zamanı (h) ifade etmektedir. Hazırlanan membranlar ile gerçekleştirilen, pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları sonucu elde edilen tuz alıkoyma değerleri ise iletkenlik testleri ile belirlenmiştir ve şu şekilde hesaplanmıştır.

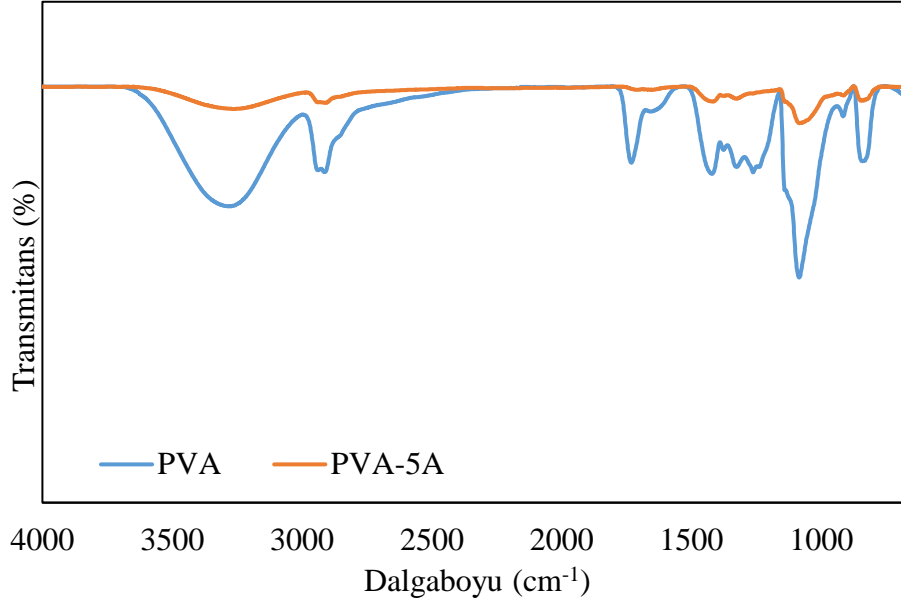
$$R (\%) = \left[\frac{C_f - C_p}{C_f} \right] \times 100$$

Burada R tuz alıkoyma değerini (%), C_f ve C_p sırasıyla, beslemedeki ve permeattaki tuz oranlarını ifade etmektedir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

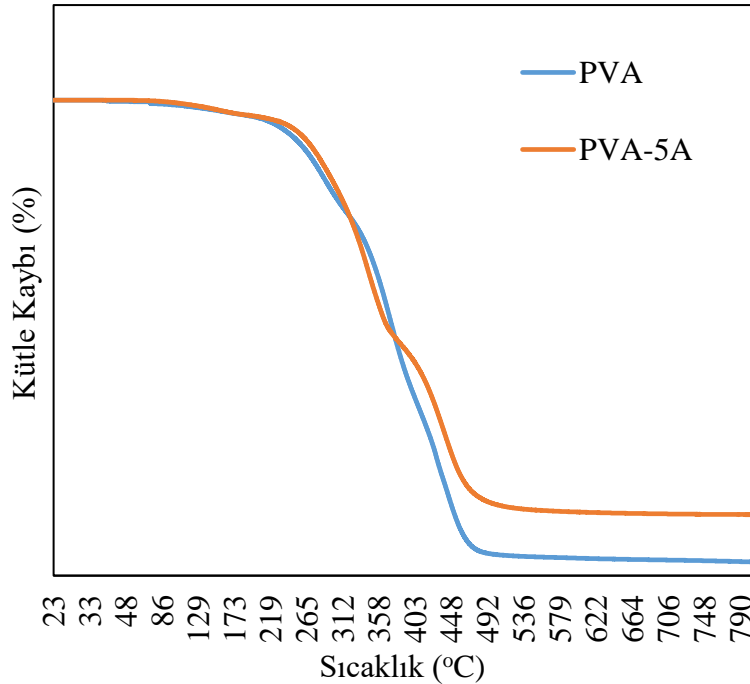
3.1.KARAKTERİZASYON SONUÇLARI

PVA ve PVA-5A membranların FT-IR spektrumları Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. PVA ve PVA-5A membranların FT-IR spektrumları

PVA ve PVA-5A membranların termogravimetrik analizleri sonucu elde edilen, ısıl bozunma profilleri Şekil 4'te verilmiştir.

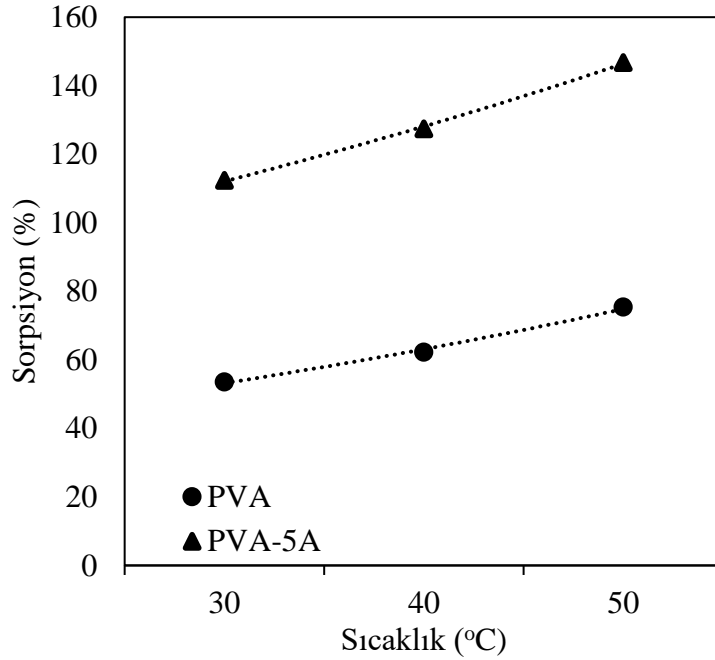


Şekil 4. PVA ve PVA-5A'nın termogravimetrik analiz sonuçları

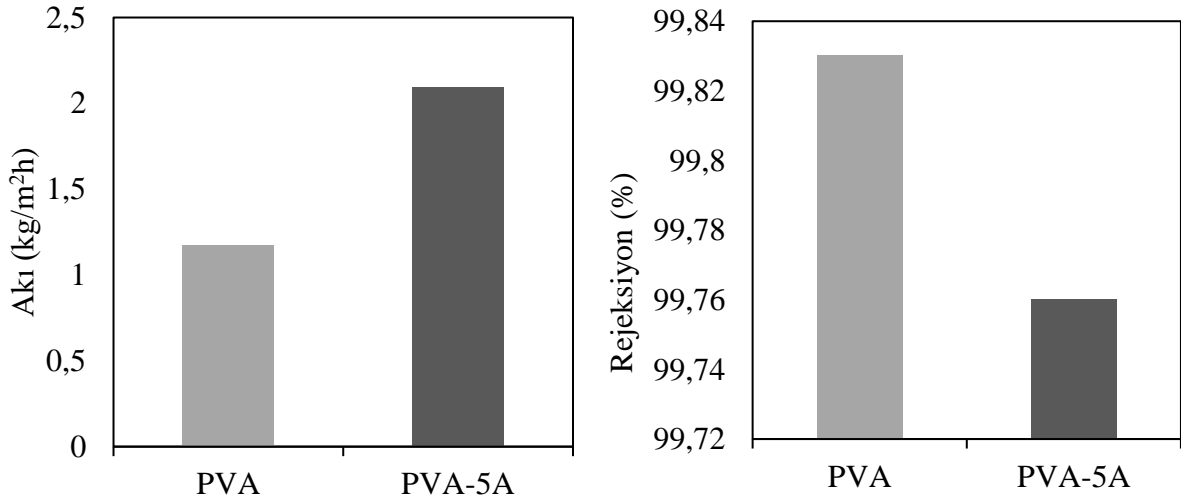
Grafikler incelendiğinde, her iki membran için kütle kaybının üç adımda gerçekleştiği görülmektedir. İlk kütle kaybı adımı membran yapısındaki suyun uzaklaşması sonucu oluşmuştur. İkinci kütle kaybı adımı PVA'nın ana zincirine bağlı yan grupların bozunması sonucu ortaya çıkmıştır (Yang ve ark., 2011). Üçüncü ve son adımda polimerik membran malzemesinin ana zinciri bozunmuştur ve zeolit 5A çalışma sıcaklıklarında bozunmayacağı için deneyler sonucu elde edilen kalıntı kütlesi, yapıdaki zeolit dolgununun oranını vermektedir (Yang ve ark., 2007).

3.2.SORPSİYON VE PERVAPORASYON DENEYLERİ SONUÇLARI

Hazırlanan PVA ve 5A dolgulı PVA membranların sorpsiyon ve pervaporasyon deneyleri 30, 40 ve 50°C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Membranların saf su sorpsiyonları Şekil 5'te gösterilmektedir. Sorpsiyon grafikleri incelendiğinde artan sıcaklık ile toplam sorpsiyon değerlerinin arttığı görülmektedir.



Şekil 5. PVA ve PVA-5A membranın sorpsiyon değerlerinin sıcaklıkla değişimi



Şekil 6. PVA ve PVA-5A membranın pervaporasyon verileri

PVA ve zeolit 5A dolgulı PVA membranlar ile 30°C'de, 35 g/L NaCl çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilen pervaporasyon ile desalinasyon çalışmaları sonucu PVA ve PVA-5A membranlar için sırasıyla 1,1712 ve 2,092 kg/m²h akı değerleri elde edilmiştir. PVA matrisine yapılan zeolit 5A dolgulaması ile membranın hidrofilik özellikleri güçlendirilerek, sorpsiyon kapasitesi ve su akısında artışlar görülmüştür. Tuz alıkoyma değerlerinde ise, akı ve seçicilik arasındaki ters orantı doğrultusunda düşüş gözlemlenmiştir. PVA membran için alıkoyma değeri %99,83 iken 5A dolgulı PVA membran için tuz alıkoyma değeri 99,76 olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Membran teknolojisi, birçok farklı alanda hızla ilerlemesinin yanında su arıtımı uygulamalarında da büyük umut vadetmektedir. Bu çalışma kapsamında 5A dolgulu PVA membranlar hazırlanarak farklı sıcaklıklarda sorpsiyon davranışları incelenmiş ve pervaporasyon ile desalinasyon uygulaması ile performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan sorpsiyon çalışmaları sonucu artan sıcaklık ile her iki membran için de sorpsiyon değerlerinin arttığı ortaya konmuştur. Bununla beraber 30°C’de, 35 g/L besleme bileşiminde gerçekleştirilen pervaporasyon deneyleri sonucu, zeolit 5A dolgulaması ile su akısının artış gösterirken; tuz alıkoyma oranının zeolit dolgulaması ile daha düşük değerlere indiği gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında hazırlanıp, kullanılan membranların pervaporasyon ile desalinasyon uygulamalarında potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Cheng, X., Pan, F., Wang, M., Li, W., Song, Y., Liu, G., Yang, H., Gao, B., Wu, H., & Jiang, Z. (2017). Hybrid membranes for pervaporation separations, *Journal of Membrane Science*, 541, 329, 346.
- Cho, C.H., Oh, K.Y., Kim, S.K., Yeo, J.G., Sharma, P. (2011). Pervaporative seawater desalination using NaA zeolite membrane: mechanisms of high water flux and high salt rejection. *Journal of Membrane Science*, 371, 226-238.
- Goh, P.S., Matsuura, T., Ismail, A.F., & Hilal, N. (2016). Recent trends in membranes and membrane processes for desalination. *Desalination*, 391, 43-60.
- Huang R.Y.M. (1991). *Pervaporation Membrane Separation Process*, Amsterdam: Elsevier.
- Kober, P.A. (1919). Pervaporation, perstillation and percrystallization. *Journal of American Chemical Society*, 39, 944 –948.
- Moulik, S., Nazia, S., Vani, B., & Sridhar, S. (2016). Pervaporation separation of acetic acid/water mixtures through sodium alginate/polyaniline polyion complex membrane. *Separation and Purification Technology*, 170, 30-39.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Nigiz, F.U., Hilmioglu, N.D. (2015). Pervaporative desalination of seawater by using composite and blended poly(vinyl alcohol) membranes. *Desalination and Water Treatment*, 57, 4749-4755
- Noble R.D., & Stern S.A. (1995). *Membrane Separations Technology, Principles and Applications*. Amsterdam: Elsevier.
- Rautenbach R., Albrecht R., (1989). *Membrane Processes*, New York:John Wiley and Sons.
- Salt Y., Arçevik E., Ekinçi B. (2014). Sorption and Pervaporation Results of Clinoptilolite Filled Poly(vinylalcohol) Membrane Prepared for Dehydration of Aqueous Organic Mixtures, *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 92(3), 503-510.
- Swenson, B., Tanchuk, B., Gupta, A., An, W., & Kuznicki, S.M. (2012). Pervaporative desalination of water using natural zeolite membranes. *Desalination*, 285, 68-72.
- Wang Q., Li N., Bolto B., Hoang M., & Xie Z. (2016). Desalination by Pervaporation-A review. *Desalination*, 387, 46-60.
- Wee, S.L., Tye, C.T., & Bhatia, S. (2008). Membrane separation process—Pervaporation through zeolite membrane. *Separation and Purification Technology*, 63, 500-516.
- Yang C.-C. (2007). Synthesis and characterization of the cross-linked PVA/TiO₂ composite polymer membrane for alkaline DMFC. *Journal of Membrane Science*, 288, 51-60.
- Yang C.-C., Li Y.J., & Liou T.-H. (2011). Preparation of novel poly (vinyl alcohol)/SiO₂ nanocomposite membranes by a sol–gel process and their application on alkaline DMFCs. *Desalination*, 276, 366-372.
- Yang, G., Xie, Z., Cran, M., Ng, D., & Gray, S. (2019). Enhanced desalination performance of poly (vinyl alcohol)/carbon nanotube composite pervaporation membranes via interfacial engineering. *Journal of Membrane Science*, 579, 40-51.
- Zhu, B., Myat, D.T., Shin, J.W., Na, Y.H., Moon, I.S., Connor, G., Maeda, S., Morris, G., Gray, S., & Duke, M. (2015). Application of robust MFI-type zeolite membrane for desalination of saline wastewater. *Journal of Membrane Science*, 475, 167-174.

MISIRDA BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN KANTİTATİF ANALİZİ
QUANTITATIVE ANALYSIS of BIOACTIVE COMPOUNDS in MAIZE

Elif ÖZDEMİR

Selcuk University

Bayram SADE

KTO Karatay University

ÖZET

Çalışmada materyal olarak 7 mısır (*Zea mays* L.) ana hattı (3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21, 14.26), 3 mısır baba hattı (FRMo 17, FRB 73, ADK 451) ve bu ebeveynlerin line x tester yöntemine göre melezlenmeleriyle üretilmiş 21 melez mısır kombinasyonuna (3.2 x FRMo 17, 3.2 x FRB 73, 3.2 x ADK 451, 3.4 x FRMo 17, 3.4 x FRB 73, 3.4 x ADK 451, 3.6 x FRMo 17, 3.6 x FRB 73, 3.6 x ADK 451, 14.2 x FRMo 17, 14.2 x FRB 73, 14.2 x ADK 451, 14.20 x FRMo 17, 14.20 x FRB 73, 14.20 x ADK 451, 14.21 x FRMo 17, 14.21 x FRB 73, 14.21 x ADK 451, 14.26 x FRMo 17, 14.26 x FRB 73, 14.26 x ADK 451) ait tohumluklar kullanılmıştır. Deneme 2016 yılı yetiştirme sezonunda “Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Prof. Dr. Abdulkadir AKÇİN Deneme Alanı” nda; “Tesadüf Bloklarında Faktöriyel Deneme Deseni” göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir genotipe ait tane numuneleri öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Ana, baba ve melez genotiplerin her birisinden alınan tane örneklerinin TAA (total antioksidant aktivite), TAİ (total antosiyanin içeriği) ve TFİ (total fenolik içeriği) içerikleri spektrofotometrik yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Denemeye konu hatlar adı geçen karakterlerde gösterdikleri GKY değerlerine göre incelendiklerinde; 3.2 (TFİ; 36.743**), 3.4 (TFİ: 31.851**), 3.6 (TAİ; 2.803**, TAA; 2.483**) ve 14.20 (TFİ; 11.206**, TAA; 6.674**) kodlu hatların TAA, TAİ ve TFİ karakterlerinde önemli ve pozitif GKY değerlerine sahip oldukları izlenmiştir. Denemeye konu melez genotipler TAA, TAİ ve TFİ karakterlerinde gösterdikleri ÖKY değerlerine göre incelendiklerinde ise 14.20 x T3 (TFİ; 33.863**), 14.26 x T3 (TAİ; 1.968**) ve 14.20 x T2 (TAA; 14.402**) kodlu melez genotiplerin denemeye konu karakterlerin çoğunda önemli ve pozitif ÖKY değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Elde edilen bulgularla göre denemeye konu popülasyonun biyoaktif bileşenleri yüksek mısır genotiplerinin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fenolikler, Islah, Line x Tester, Antosiyaninler, Antioksidanlar

Abstract

In the study seeds of seven inbred lines (3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21, 14.26), 3 testers (FRMo 17, FRB 73, ADK 451) and 21 hybrids (3.2 x FRMo 17, 3.2 x FRB 73, 3.2 x ADK 451, 3.4 x FRMo 17, 3.4 x FRB 73, 3.4 x ADK 451, 3.6 x FRMo 17, 3.6 x FRB 73, 3.6 x ADK 451, 14.2 x FRMo 17, 14.2 x FRB 73, 14.2 x ADK 451, 14.20 x FRMo 17, 14.20 x FRB 73, 14.20 x ADK 451, 14.21 x FRMo 17, 14.21 x FRB 73, 14.21 x ADK 451, 14.26 x FRMo 17, 14.26 x FRB 73, 14.26 x ADK 451) of maize (*Zea mays* L.) produced by the line x tester mating design were used as materials. The study was conducted at “Selcuk University, Agriculture Faculty, Crop Science Department, Prof. Dr. Abdulkadir AKÇİN Trial Area” according to “Randomised Complete Block Design” with three replications in 2016 growing season. Grain samples of each genotype were ground for the analysis. Total antioxidant activity (TAA), TAC (total anthocyanin content) and TPC (total phenolic content) traits of each genotype were determined in the grain samples of each line and progeny according to spectrophotometric methods. While lines of the trial were investigated according to their

GCA's it was observed that; line 3.2 (TPC; 36.743**), line 3.4 (TPC; 31.851**), line 3.6 (TAC; 2.803**, TAA; 2.483**) and line 14.20 (TPC; 11.206**, TAA; 6.674**) had significant and positive GCAs at several properties. While progenies of the trial investigated according to SCAs it was observed that offspring 14.20 x T3 (TPC; 33.863**), 14.26 x T3 (TAC; 1.968**) and 14.20 x T2 (TAA; 14.402**) had significant, positive and the higher SCA values at several properties as well. Our results suggested that this population is suitable for developing progenies with appropriate bioactive compounds.

Keywords: Phenolics, Breeding, Line x Tester, Anthocyanins, Antioxidants

INTRODUCTION

Cereals are one of the basic elements of trade and provide important compounds of human nutrition. Cereal grains are also important sources of energy for domesticated animals (Chanpek et al., 2014). The annual global production of corn (*Zea mays* L.) surpasses that of all other grains (1 billion tonnes), followed by wheat (751 million tonnes) and rice (482 million tonnes) (TMO, 2017). There are many pigments in plant tissues. Chlorophylls absorb solar radiation, carotenoids balance radiation effects and anthocyanins protect leaves from harmful effects of radiation (Gitelson et al., 2006). Anthocyanins are significant members of plant kingdom, having colours from orange to blue and natural colorants and also members of phenolic compounds. Their pharmacologic and therapeutic effects make them significant compounds that effect human health and they are also raw materials for food industry as colorants (Yang and Zhai, 2010). Many researchers reported detoxifying effects of anthocyanins on ROS (reactive oxygen species) that cause aging, diabetic, hypertension and other chronic degenerative diseases (Urias – Lugo et al., 2015). Anthocyanins are from water soluble flavonoids and part of poly – phenolic pigments. They form red, blue and violet colours of plant tissues and foods. Pigmented maizes are popular sources of anthocyanins. Anthocyanins that give colour to these coloured maize are established in pericarp and aluerone (Urias – Lugo et. al., 2015). Phenolics, flavonoids, tannins and anthocyanins are natural anthocyanins and bio – activated as well. It is generally thought that these kind of traditional medicines have therapeutic effects by detoxifying lipid peroxidation and act as antioxidants in public. So consumption of plant isolates and extracts is increasing (Mohsen and Ammar, 2009). Producing natural raw materials that contain high rates of plant sources antioxidants is getting important day by day. Analysis of the combining ability is one of the most powerful approaches for identifying the best combiners to be used in crosses, either to accumulate functional genes. Knowing the combining ability also helps to understand the genetic architecture of various attributes, which enables breeders to design effective breeding plants to develop valuable lines (Singh et al., 2017). Effective parental selection is very important for producing high – quality, single – cross hybrids. Breeders normally focus on producing inbred parents with high GCAs and hybrids with high SCAs (Patil et al., 2012). The present study aims to provide insights into methods for increasing desirable traits related to grain quality of maize (TPC, TAC, TAA) and provides materials to different usage areas of industry.

MATERIALS AND METHODS

Plant Materials

In our trials, we used grains of 7 inbred lines [**Origin:** Turkey; **Generation:** S7; **Maturity Group:** Late) 3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21 and 14.26)], 3 testers [FRMo 17

(USA), FRB 73 (USA) and ADK 451 (Turkey)] and 21 hybridised F1 progenies following the line \times tester mating design developed by Kempthorn (1957).

Field Experiment

The study was conducted at the field trial site of Selcuk University, Konya, Turkey. The experiment used a randomised complete block design with three replicates. Each replicate plot of a particular accession consisted of two 5 m long rows. Sowing was made by hand in the second week of May in 2016 at a spacing of 70 \times 20 cm. We followed cultural practices described by Kirtok (1998). Corn cobs from parents and crosses were harvested manually in October when the moisture content of the grains was approximately 20 %.

Laboratory Analysis

All laboratory analyses were performed during 2017 – 2018. Cobs of parents and crosses were air – dried after harvesting under standard room conditions. Grains were milled to perform previous laboratory analysis.

1. **Total phenolics compounds** : Grain total phenolics compounds were determined according to Mohsen and Ammar, (2009) by Folin – Ciocalteu method using Gallic Acid standards.
2. **Total anthocyanins content** : Grain total anthocyanin contents were determined according to Leticia et al. (2009) by spectrophotometric method.
3. **Total antioxidant activity** : Grain total antioxidant activity was determined according to Khampas et al. (2013) by spectrophotometric method.

We used SPSS version 20.0 to statistically analyse all data. We performed analysis of variance for a randomised complete block design. We calculated the GCAs of the parentages and SCAs of the progenies as described by Singh and Chaudhary (1979) and Hussain and Sulaiman (2011).

RESULTS AND DISCUSSION

Results of the analysis of variance for all attributes are summarised in Table 1. For each feature, the variation among genotypes was statistically significant ($P < 0.01$), suggesting a remarkable amount variation that promoted the investigation of the genotypes.

Table 1. Variance analysis results of TPC, TAC and TAA

Source of Variation	DF	TPC (mg/100 g GAE)	TAC (mg/kg C3G)	TAA (%)
Total	92
Replication	2	48,740	21,611**	17,523**
Genotype	30	4222,667**	18,050**	95,490**
Error	60	323,003	0,941	4,986
CV	:	11,67	16,08	13,45
TPC		: Total phenolic content		
TAC		: Total anthocyanin content		
TAA		: Total antioxidant activity		
** P<0,01				
* P<0,05				

While TPC results of lines were investigated it was observed that line 3.4 (154.58 mg / 100 g GAE) had the highest TPC level and the lowest TPC was obtained from line 3.6 (89.90 mg / 100 g GAE) (Table 2). The TPC levels of testers were 200.55 mg / 100 g GAE from T1 and followed by tester T3 (127.48 mg / 100 g GAE) and T2 (88.94 mg / 100 g GAE). A wide variation was observed among hybrids in TPC trait as well. The highest TPC was obtained from hybrid 3.2 x T2 (227.81 mg / 100 g GAE), the lowest one was obtained from hybrid 3.6 x T3 as 111.03 mg / 100 g GAE (Table 2). Bachetti et al. (2013) reported that the TPC levels of flour samples of different maize genotypes changed between 115.4 mg / 100 g GAE and 175.5 mg / 100 g GAE. Zhang et al. (2017) reported that TPC levels of maize kernel samples changed between 30.35 mg / 100 g GAE – 47.76 mg / 100 g GAE in their trial. Results of this study are compatible with their results as well.

There is a wide variation among genotypes in TAC trait as well. Total anthocyanin levels observed in lines were changed between 5.01 mg / kg C3G (3.2, 14.26) and 16.28 mg / kg C3G (3.6). Total anthocyanin levels of testers were 4.17 mg / kg C3G (T3), 6.26 mg / kg C3G (T1) and 6.68 mg / kg C3G (T2), respectively. The highest TAC level among hybrids was 9.18 mg / kg C3G (3.6 x T1), the lowest one was 2.5 mg / kg C3G (14.26 x T2) (Table 2). Zilic et al. (2012) reported that they observed TAC levels between 2.5 mg / kg C3G and 696 mg / kg C3G in maize flour samples. Mora – Rochin et al., (2010) determined TAC levels between 1,19 mg / kg C3G – 306.9 mg / kg C3G in maize flours. Similarities were observed between our results and literature.

While parentages of the population were investigated according to TAA results; it was observed that line 3.4 (23.08 %) had the highest TAA level, line 3.6 had the lowest TAA value as 8.54 %. Total antioxidant levels of testers were 8.68 % (T2), 12.72 % (T3) and 17.46 % (T1) respectively. A wide variation was observed among hybrids according to TAA trait as well. The highest TAA level was observed as 37.73 % in genotype 14.20 x T2. The lowest value was 7.75 % obtained from offspring 14.21 x T2 (Table 2).

Oladeji et al. (2017) reported that DPPH scavenging activities of maize samples changed between 11.38 % and 20.70 % in their study. Results of this study have similarities in the literature for TAA feature as well.

Lines 3.2 (36.743**), 3.4 (31.851**) and 14.20 (11.206**) had significant and positive GCA values in TPC trait. Lines 3.6 (2.803**) had significant and positive GCA in TAC, line 14.20 (6.674**) and line 3.6 (2.483**) had significant and positive GCAs in TAA trait (Table 3).

Table 2. Mean values of the genotypes in TPC, TAC, TAA

Progenies	TPC (mg/100 g GAE)	TAC (mg/kg C3G)	TAA (%)
3.2 × T1	222,97	5,84	16,17
3.2 × T2	227,81	3,76	11,93
3.2 × T3	154,74	4,17	17,95
3.4 × T1	222,32	6,68	17,26
3.4 × T2	152,00	3,34	13,02
3.4 × T3	216,52	4,17	16,96
3.6 × T1	148,29	9,18	20,02
3.6 × T2	166,52	8,35	18,44
3.6 × T3	111,03	7,51	20,81
14.2 × T1	143,61	5,84	13,41
14.2 × T2	144,58	6,26	8,74
14.2 × T3	132,65	5,01	19,82
14.20 × T1	132,16	6,68	21,30
14.20 × T2	193,94	5,01	37,73
14.20 × T3	202,81	4,59	12,81
14.21 × T1	155,71	7,10	18,15
14.21 × T2	129,26	3,34	7,75
14.21 × T3	136,19	4,59	19,33
14.26 × T1	144,90	5,84	13,01
14.26 × T2	178,77	2,50	18,97
14.26 × T3	150,23	6,68	19,16
3.2	118,94	5,01	16,97
3.4	154,58	6,68	23,08
3.6	89,90	16,28	8,54
14.2	136,35	6,26	18,54
14.20	122,81	6,26	15,88
14.21	125,55	7,93	12,62
14.26	142,97	5,01	17,46
T1	200,55	6,26	17,46
T2	88,94	6,68	8,68
T3	127,48	4,17	12,72
TPC	: Total phenolic content		
TAC	: Total anthocyanin content		
TAA	: Total antioxidant activity		
** P<0,01			
* P<0,05			

Combining ability is defined as the ability of transferring desired properties of the parentage to the offspring (Sade, 1999). According to the results of the study and literature it is possible to state that this population is suitable for breeding studies for the features of this trial.

While progenies were investigated according to significant and positive SCAs it was observed that progeny 14.20 x T3 (33.863**) had the highest SCA in TPC trait, 14.20 x T2 (12.320**) had the lowest one. Progeny 14.20 x T2 (14.402**) had the highest significant and positive SCA in TAC trait as well. The offspring that had the lowest value in TAA feature was 14.20 x T2 with value 0.477 (**). Progenies with significant and positive SCAs were observed in TAA trait too. While offspring 14.20 x T2 had the highest SCA (14.402**), progeny 3.2 x T1 had the lowest one (1.050**) (Table 3).

General combining ability defined as the average performance of a parent in a combination, SCA means; performance of the parentage private to a combination (Machikowa et al., 2011). Breeders normally focus on producing inbred parents with high GCAs and hybrids with high SCAs (Patil et al., 2012).

Performance of a hybrid combination changes according to the GCAs of the parentages of it. So; success of the combination breeding is up to the right parentages selection. Properties with high heritability are more important in commercial (Tan, 2010). According to the results and literature it is possible to state that population of this trial is suitable for heterosis breeding therewithal had many suitable parentages for selection breeding as well.

Table 3. Combining abilities of parentages and progenies in TPC, TAC, TAA

Features	TPC	TAC	TAA
GCAs of parentages			
3.2	36,743**	-0,954**	-1,922**
3.4	31,851**	-0,815**	-1,527**
3.6	-23,149**	2,803**	2,483**
14.2	-24,816**	0,159	-3,282**
14.20	11,206**	-0,119	6,674**
14.21	-24,708**	-0,537**	-2,199**
14.26	-7,127**	-0,537**	-0,227
T1	2,043	1,193**	-0,228
T2	5,315	-0,895**	-0,620
T3	-7,358**	-0,298	0,847*
SCAs of Progenies			
3.2 × T1	19,086**	0,060	1,050**
3.2 × T2	20,653**	0,060	-2,799**
3.2 × T3	-39,739**	-0,119	1,750**
3.4 × T1	23,333**	0,755**	1,740**
3.4 × T2	-50,261**	-0,497**	-2,109**
3.4 × T3	26,928**	-0,258*	0,369
3.6 × T1	4,301	-0,358**	0,491
3.6 × T2	19,255**	0,895**	-0,695*
3.6 × T3	-23,556**	-0,537**	0,204
14.2 × T1	1,290	-1,054**	-0,352*
14.2 × T2	-1,014	1,451**	-4,632**
14.2 × T3	-0,276	-0,398**	4,983**
14.20 × T1	-46,183**	0,060	-2,418**
14.20 × T2	12,320**	0,477**	14,402**
14.20 × T3	33,863**	-0,537**	-11,984**
14.21 × T1	13,280**	0,895**	3,300**
14.21 × T2	-16,444**	-0,775**	-6,707**
14.21 × T3	3,164	-0,119	3,408**
14.26 × T1	2,473	-0,358**	-1,838**
14.26 × T2	33,072**	-1,610**	4,513**
14.26 × T3	17,197**	1,968**	3,243**
TPC	: Total phenolic content		
TAC	: Total anthocyanin content		
TAA	: Total antioxidant activity		
** P<0,01			
* P<0,05			

Acknowledgement

This study was produced from the project coded 184011014 which is supported by SUSRP (Selcuk University Scientific Research Projects).

REFERENCES

- Bacchetti, T., Masciangelo, S., Micheletti, A. ve Ferretti, G. (2013). Carotenoids, phenolic compounds and antioxidant capacity of five local Italian corn (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 3, 6, 2-4.
- Chnapek, M., Tomka, M., Gregánová, Z., Gálová, Z. (2014). Protein complex of wheat, buckwheat and maize in relation to celiac disease. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3, 88-92.
- Gitelson, A. A., Keydan, G. P. and Merzlyak, M. N. (2006). Three-Band model for non-invasive estimation of chlorophyll, carotenoids, and anthocyanin contents in higher plant leaves. *Geophysical Research Letters*, 33, 11, 1-5.
- Hussain, A. H., Sulaiman, R. I. (2011). Estimation of some parameters, heterosis and heritability for yield and morphological traits in inbred line of maize (*Zea mays* L.)

- using line x tester method. *Journal of Tikrit University for Agricultural Sciences*, 11, 359-383.
- Kemphorn, O. (1955). An Introduction Genetic Statistics. The Iowa State Uni. Press, Iowa, p.564.
- Khampas, S., Lertrat, K., Lomthaisong, K. and Suriharn, B. (2013). Variability in phytochemicals and antioxidant activity in corn at immaturity and physiological maturity stages. *International Food Research Journal*, 20, 6, 3149-3157.
- Kirtok, Y. (1998). Mısır; Üretimi ve Kullanımı. Kocaelik Press., Adana, p.445.
- Leticia, X. L. M, Rosa, M. O. R., Gerardo, V. A., Chen-Hsien, L., Kirk L. P., Hugo, S. G. (2009). Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of mexican maize, *Food Science and Technology*, 42, 1187-1192.
- Machikowa, T., Saetang, C., Funpeng, K. (2011). General and specific combining ability for quantitative characters in sunflower. *Journal of Agricultural Science*, 3, 91-95.
- Mohsen, S. M., Ammar, A. S. M. (2009). Total phenolic contents and antioxidant activity of corn tassel extracts. *Food Chemistry*, 112, 2009, 595-598.
- Oladeji, B. S., Akanbi, C. T. and Gbadamosi, S. O. (2017). Effects of fermentation on antioxidant properties of flours of a normal endosperm and quality protein maize varieties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 3, 1148-1158.
- Patil, A. E., Charjan, S. U., Patil, S. R., Udasi, R. N., Puttawar, M. R., Palkar, A. B. (2012). Studies on heterosis and combining ability analysis in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Soils and Crops*, 22, 129-138.
- Sade, B. (1999). Tahıl Islahı (Buğday ve Mısır). Selçuk University Publishes (135), Agriculture Faculty Publishes (31), Konya, 50-90.
- Singh, M., Dubey, R. B., Ameta, K. D., Haritwal, S., Bhagchand, O. (2017). Combining ability analysis for yield contributing and quality traits in yellow seeded late maturing maize (*Zea mays* L.) hybrids using line x tester. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6, 112-118.
- Singh, R. K., Chaudhary, B. D. (1979). Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis, Kalyani Publishers, New Delhi, p. 318.
- TMO, 2017 (2016). Yılı Hububat Raporu. Turkish Grain Board Publishes, Ankara, p. 202.
- Urias-Lugo, D. A., Heredia, J. B., Serna-Saldivar, S. O., Muy-Rangel, M. D. and Valdez-Torres, J. B. (2015). Total phenolics, total anthocyanins and antioxidant capacity of native and elite blue maize hybrids (*Zea mays* L.). *CyTA-Journal of Food*, 13, 3, 336-339.
- Yang, Z. and Zhai, W. (2010). Identification and antioxidant activity of anthocyanins extracted from the seed and cob of purple corn (*Zea mays* L.). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 1, 169-176.
- Žilić, S., Serpen, A., Akillioglu, G. I., Gokmen, V. ve Vančetović, J. (2012). Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of coloured maize (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 5, 1224-1231.

**DOĞAL VE ENDÜSTRİYEL ATIK MATERYAL KATKILI KOMPOZİTLERLE
ATIKSULARDAN FENOL VE TÜREVLERİNİN GİDERİMİNİN İNCELENMESİ**
INVESTIGATION REMOVAL OF PHENOL FROM WASTES WITH NATURAL AND
INDUSTRIAL WASTE MATERIAL ADDED COMPOSITES

Rasim Berk AKYOL
Prof. Dr. Semra ÇORUH
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

ÖZET

Dünyada ve günümüzde endüstriyel ile teknoloji alanında sürekli revize çalışmaları yapılması ve bu sebeple artan faaliyetler sonucunda oluşan çevre kirliliği insan ve beraberinde bütün canlı sağlığını ciddi bir şekilde tehlikeye düşürmüştür. Bu faaliyetler sonucu ortaya salınan kimyasallar toprak, su, ve hava ile temas ederek çevre kirliliğini beraberinde getirmiştir.

Evsel, endüstriyel, tarım ve hayvancılık kullanımı sonrasında açığa çıkan sular, içerdiği organik, inorganik, kimyasal, fiziksel, biyolojik, toksik ve insan çevre sağlığına odaklı zararlı maddeler içermesi sebebiyle ‘‘atıksu’’ olarak tanımlanmaktadır. Çevre kalitesine ve halk sağlığına verilen önemin artması kirleticilerin deşarjından önce kabul edilebilir seviyelere getirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu yüzden, fenollerin sulardan arıtımı önemli bir çevresel problem olmuştur. Fenol içeren suların arıtımı için kullanılan birçok arıtım teknolojisi bulunmaktadır. Fenol genel olarak adsorpsiyon, kimyasal oksidasyon, organik çözücülerle ekstraksiyon, membran ayırma, ozon ile kimyasal oksidasyon, iyon değiştirme gibi birçok arıtım yöntemleriyle arıtımı sağlanır.

Önemli bir endüstriyel atıksu olan fenol tehlikeli ve zehirli sular olması sebebiyle biyolojik sistemler üzerinde büyük rol oynamaktadır. Fenol EPA’ya göre en zehirli kimyasallar arasında 11.sırada yer almaktadır. Fenol’ün çeşitli kaynakları bulunmaktadır. Bunlar kok ve petrol rafinerileri, boya ve kimya endüstrileri, ilaç, tekstil, plastik ve kağıt endüstrileridir. Fenoller, su kaynaklarındaki çözülmüş oksijen konsantrasyonunun azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca klor ile reaksiyona girdiğinde açığa çıkan klor-fenol bileşikleri içme sularında istenmeyen tat ve koku sebebine yol açtıklarından uygulanan yöntem ve doğru standartlara göre uygun bir şekilde giderilmesi gerekir.

Bu tez çalışmasında, adsorpsiyon yöntemi ile adsorbent olan aktif karbon, ceviz biyoçarı, sodyum aljinat katkılı mikro küre kompozitleri adsorbent olarak kullanılarak atık sularından fenol giderimi araştırılmıştır. Adsorpsiyon çalışmaları için adsorbent miktarı ve başlangıç fenol konsantrasyonu, gibi parametreler incelenmiştir. Aljinat katkılı aktif karbon ve biyoçar mikro küreleri oluşturularak bu mikro kürelerin fenol giderimi üzerine etkisi incelenmiştir. Adsorpsiyon izoterm çalışmaları yapılmıştır. Adsorpsiyon dengesi 90. dakikada tutuldu. Artan konsantrasyon ile adsorplanan aktif karbon, ceviz biyoçar’ı ve sodyum aljinat içeren mikro küre miktarının arttığı ancak yüksek konsantrasyonlar için adsorbent miktarının yetersiz kaldığı bu nedenle giderim veriminin düştüğü saptanmıştır. İncelenen tüm şartlar altında, aktif karbon üzerine fenol’ün maksimum adsorpsiyonu % 93,41 ceviz biyoçar’ı üzerine maksimum adsorpsiyonu %32,00, soydum aljinat içerikli aktif karbon mikro küre % 52,33 ve sodyum aljinat içerikli ceviz biyoçar’ı mikro küre üzerine maksimum adsorpsiyonu % 22,00 olarak belirlenmiştir. İzoterm incelemelerinde aktif karbon’un temkin izotermine diğer adsorbentlerin Langmuir izoterm modeline uyduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler:Adsorpsiyon, Fenol, Aktif Karbon, SodyumAljinat, Biyoçar, Mikro küre

ABSTRACT

In the world and today, continuous revision work in the field of industrial and technology and therefore increasing activities resulting from environmental pollution has seriously endangered the health of human beings and all living things they contain. The chemicals released as a result of these activities came into contact with soil, water, and air, resulting in environmental pollution.

Water released after domestic, industrial, agricultural and livestock use is defined as 'wastewater' because it contains organic, inorganic, chemical, physical, biological, toxic and harmful substances focused on Human Environmental Health. The increased importance given to environmental quality and Public Health has made it mandatory for pollutants to be brought to acceptable levels before discharge. Therefore, the treatment of phenols from Waters has been an important environmental problem. There are many treatment technologies used for the treatment of phenol-containing waters. Phenol is generally treated with many treatment methods such as adsorption, chemical oxidation, extraction with organic solvents, membrane separation, chemical oxidation with ozone, ion exchange.

Phenol, an important industrial wastewater, plays a major role in biological systems as it is dangerous and toxic waters. Phenol is 11th among the most toxic chemicals, according to the EPA. There are several sources of phenol. These are coke and oil refineries, color and chemical industries, medicine, textile, plastic and paper industries. Phenols cause decreased concentration of dissolved oxygen in water sources. In addition, chlorine-phenol compounds that are released when reacting with chlorine cause unwanted taste and smell in drinking water, so they must be removed according to the method applied and the correct standards.

In this thesis study, phenol removal from wastewater using adsorption method adsorbent activated carbon, Walnut biochar, sodium alginate-doped microsphere composites as adsorbents was investigated. Parameters such as initial adsorbent amount and phenol concentration were examined for adsorption studies. The effect of alginate-doped activated carbon and biochar microspheres on phenol adsorption removal was investigated. Adsorption isotherm studies were performed. Adsorption equilibrium was reached at 90 th. Increasing the amount of phenol adsorption with increased cleaning, but it is found that the amount of adsorbent is insufficient for a high rate of antifreeze, in which case the removal efficiency is reduced. Under all conditions examined, the maximum adsorption of phenol on trading activated carbon 93,41%, the maximum adsorption of walnut biochar on phenol 32,00%, the maximum adsorption of including with sodyum aljinate trading activated carbon microsphere on phenol 52,33% and the maximum adsoption of including with sodium aljinate walnut biochar microsphere on phenol 22,00%. In the isotherm studies, it has been determined that commercial activated carbon fits the Temkin isotherm and other adsorbents found the Langmuir isotherm model.

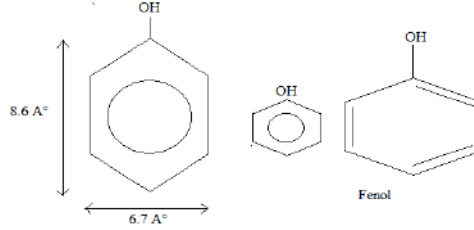
Key Words: Adsorption, Phenol, Active Carbon, Sodium Aljinate, Biochar, Microsphere

1. GİRİŞ

Önemli bir endüstriyel atıksu olan fenol tehlikeli ve zehirli sular olması sebebiyle biyolojik sistemler üzerinde büyük rol oynamaktadır. Fenol EPA'ya göre en zehirli kimyasallar arasında 11.sırada yer almaktadır. Fenol'ün çeşitli kaynakları bulunmaktadır. Bunlar kok ve petrol rafinerileri, boya ve kimya endüstrileri, ilaç, tekstil, plastik ve kağıt endüstrileridir. Fenoller, su kaynaklarındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunun azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca klor ile reaksiyona girdiğinde açığa çıkan klor-fenol bileşikleri içme

sularında istenmeyen tat ve koku sebebine yol açtıklarından uygulanan yöntem ve doğru standartlara göre uygun bir şekilde giderilmesi gerekir.

Benzen hidrojenlerinin biri veya birkaçının yerine hidroksil (OH) gruplarının girmesiyle açığa çıkan bileşiklere fenol denir. Fenoller çok yönlü bileşiklerdir. Hidroksil benzen veya karbolik asit olarak da tanımlanabilirler. Fenol ilk olarak 1835 yılında taş kömürü katranında bulunmuştur. İlk karbon asidi olarak isimlendirilmiştir. Fenolün kendine ait özel bir kokusu vardır. Uzun zaman renksiz kalmakta, hava ve ışık etkisi sonrasında kırmızıya dönüşmektedir.



Şekil 2.1. Fenolün üç boyutlu kimyasal yapısı

Fenolün kimyasal özellikleri, hidroksil grubuyla aromatik halkanın birbiri üzerindeki etkileriyle belirlenir. Elektronegatif fenil grubu hidroksil gruba bir miktar asitlik kazandırır. Bu nedenle fenol, kuvvetli bazlarla reaksiyona girerek fenoksitler, fenolatlar ve fenatları meydana getirir. Bu tuzların birçoğu, özellikle sodyum ve potasyum tuzları suda çözünür ve hepsi karbondioksit ortamında hızlı bozunarak fenolü meydana getirir. Fenoller yapı olarak alkollere benzemesine rağmen, onlardan çok daha kuvvetli asitlerdir (Gümüş 2007; Günay 2010).

Fenol ve türevleri bazı tekstil sanayi, dökümhaneler, dezenfektan üretimi, yüksek sürtünmeye dayanıklı maddelerin üretimi işleme ve yalıtım malzemelerin üretiminde yan ürün olarak kullanılmaktadırlar (Özen, 2005).

Fenollerin öldürücü dozları deri tarafından absorplanıp vücuda alınabilir. Fenolün varlığını suda (0,001-0,1 mg/l) tat ve koku olarak anlaşılabilir. Fenoller protoplazmik zehir olduklarından tüm canlı ve kök hücrelerine zarar verirler (Göçmen, 1983). İçme ve besin endüstrisi sularında fenolün mevcudiyeti suyun tadını bozar. EPA (Environmental Protection Agency) yüzey sularınının 1 ppb' den az fenol içerebileceğini belirtmektedir (Günay, 2010).

Atıksulardaki fenol artırımının temel amacı, suda bulunan kirlilik derecelerinin, belirli kullanım alanlara göre istenilen seviyeye indirgenmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple kullanılan yöntemler genellikle fiziksel, kimyasal ve biyolojik prosesler olarak üç grup başlık altında toplanabilir (Metcalf and Eddy, 1991).

Bu tez çalışmasında, adsorpsiyon yöntemi ile absorbent olan ticari aktif karbon, ceviz biyoçarı, sodyum aljinat katkılı mikro küre kompozitleri adsorbent olarak kullanılarak atık sularından fenol giderimi araştırılmıştır. Adsorpsiyon çalışmaları için adsorbent miktarı ve başlangıç fenol konsantrasyonu gibi parametreler incelenmiştir. Farklı toz oranlarında aljinat ve biyoçar katkılı mikro küreler oluşturularak bu mikro kürelerin fenol adsorpsiyonu giderimi üzerine etkisi incelenmiştir. Adsorpsiyon izoterm çalışmaları yapılmıştır. Aktif karbon ve aktif karbon mikro kürelerinin adsorpsiyon uygulanarak fenol gideriminde uygulanabilir etkili adsorbentler olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda biyoçar'ında fenol gideriminde kullanılabilecek bir materyal olduğu görülmüştür.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Ticari aktif karbon

Aktif karbon, içeriğinde karbon bulunan maddelerden yapılabilir. Karbon içeriği %87-97 aralığında olmakla beraber geri kalan yüzdeler oksijen, kükürt, azot ve hidrojen içeriğine sahiptir. Proseste kullanılacak olan hammadeler ve kimyasal maddelerin içeriğine bağlı olarak farklı moleküller içerebilmektedir (Thcoboglanous, 1991). Aktif karbon sıvı veya gaz fazında bulunan çeşitli maddelerin adsorpsiyonunda kullanılacak elverişli bir maddedir. İç yüzeyinde çok fazla çeşitte bulunan molekülleri adsorplayabilme özelliğine sahiptir (Jaroniec ve Choma, 1986). Bu çalışmada aktif karbon ticari olarak temin edilmiştir.

3.1.2. Sodyum aljinat (Aljinik Asit)

Aljinatlar tekstil ve besin endüstrisinde, kağıt sanayisi, diş hekimliği alanlarında veya teknolojik yapıya sahip olan bir çok endüstri alanında yaygın derece bir kullanım alanına sahiptir. Son zamanlarda günümüzde, etkin jel ve mikro küre yapı sistemi sayesinde içeriğinde bulunan etkili maddeyi kontrollü bir şekilde salan boncuk yapısındaki ilaçların hazırlanma proseslerinde önemli bir rol oynar. Polimerik bir yapıya sahip olan aljinatlar doğal olarak bulunmaları ve biyolojik açıdan geçimli bir yapıya sahiptirler. Kontrollü salım sistemlerinin hazırlanmasında çok sayıda aljinat çeşitlerinden faydalanılmaktadır. Son zamanlarda biyoteknoloji alanında aljinatlar üzerinde çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada Sigma Aldrich marka sodyum aljinat temin edilmiştir.

3.1.3. Biyoçar

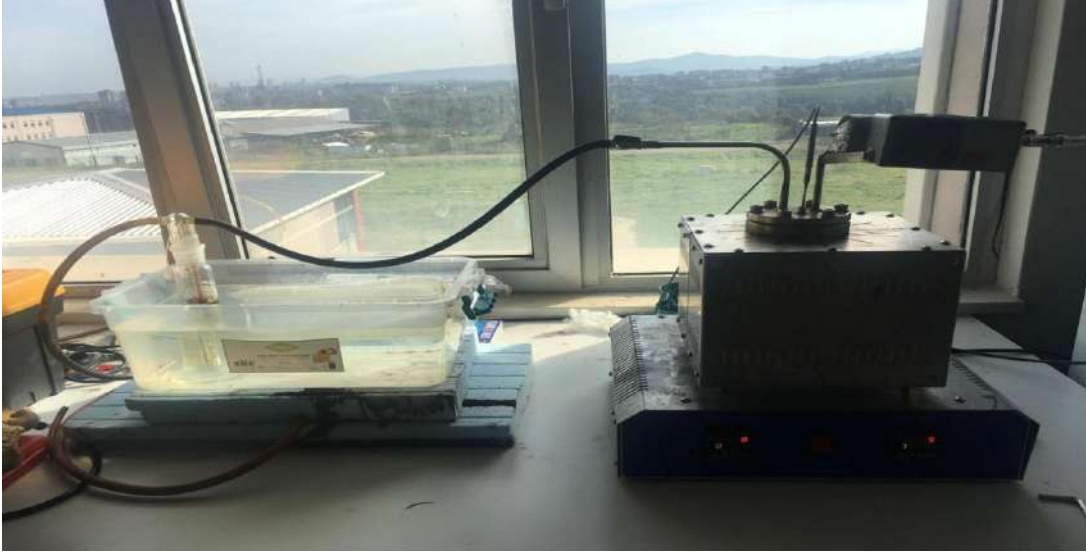
Biyoçar yüksek derece karbon içeriğine sahip, çok uzun sürede çözünen, ince yapılı organik kaynaklı kömür olarak tanımlanmaktadır. Biyoçar'ın doğada oluşum süresi yüzyıllar boyunca kendiliğinden devam etmektedir. Bitkisel atıkların toprak altında kalması nedeniyle kendiliğinden oluşan ot yangınları uzun süre sonrasında karbonize olup biyoçar'ı meydana getirmektedir. Biyoçar yani İngilizce tanımı biochar'dır. Biyoçar genel olarak, toprak iyileştirilmesinde, toprakta karbon besininin depolanmasında, çevre kirliliğine neden olabilecek atık yönetimindeki materyallerin gideriminde, materyal giderim çalışmalarında maliyet oranlarının düşürülmesinde ve enerji üretiminde kullanılması gibi bir çok alanda güçlü motivasyonlara sahiptir (Lorenz ve Lal, 2014). Bu çalışmada biyoçar, ceviz kabuğu atıkları olarak temin edilip piroliz sonrası adsorbent olarak kullanılmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Piroliz

Piroliz termokimyasal bir prosestir. Piroliz prosesi bitkilerin varlığı kadar eskiye dayanmaktadır. Havasız ortama maruz kalan bitkilerde piroliz gerçekleşir. Kömür, doğalgaz, petrol, odunkömürü gibi örneklere enerji kaynağı olarak piroliz olarak örnek verebiliriz.

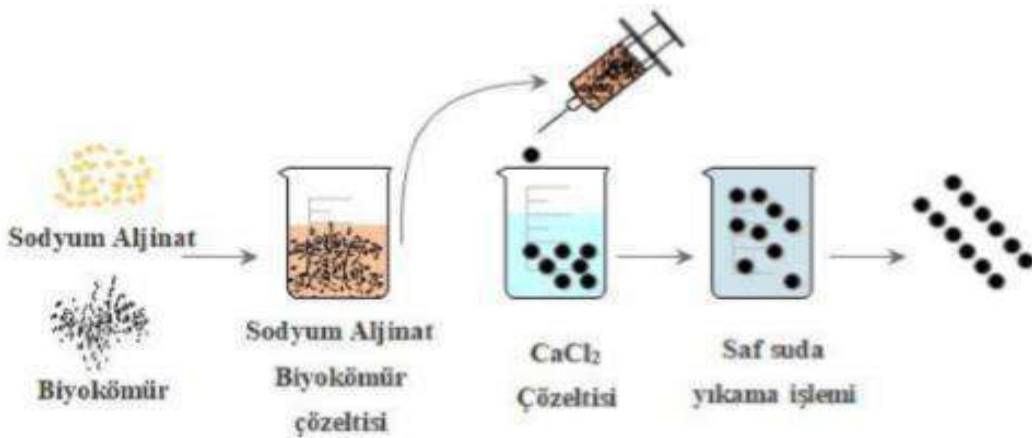
Deneyde biyoçar sentezi için kullanılan biyokütle ceviz kabuğudur. Piroliz işlemi öncesinde, ceviz kabuğu yıkama ve kurutma işlemlerinden geçirilmiştir. Kuruyan kabuklar, önce öğütücüde öğütülmüş, daha sonra elekten geçirilmiştir. Son işlem olarak; piroliz reaktöründe piroliz işlemi gerçekleştirilmiştir. Piroliz reaktörünün şematik gösterimi ve piroliz reaktörü denet düzeneği Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Piroliz reaktörü deney düzeneği

3.2.2. Mikro küre sentezi

Farklı doz oranlarında aktif karbon ve ceviz biyoçar’ı mikro küreleri için toplam ağırlığı ağırlıkça saf suda %2’lik (2g) 100 ml saf hazırlanıp 1 gün (24 saat) boyunca balık yardımı ile manyetik karıştırıcıya bırakılmıştır. 24 saat karışım sonrasında 0,5 molar 250 ml CaCl_2 çözeltisi hazırlanmıştır. Kalsiyum klorür çözeltisi, sentez süresince behere aktarılarak manyetik karıştırıcıda 135 rpm hızda karıştırılmıştır. Sodyum aljinat çözeltisi CaCl_2 çözeltisine yavaşça damlatılmıştır. Oluşan mikro küreler, birbirleri ile temas etmemiştir. Sodyum aljinatın damlama hızını düzenleyebilmek için şırınga pompası kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Sodyum Aljinat mikro küre sentezinin şematik gösterimi

Şırıngadaki sodyum aljinat çözeltisi bittikten sonra, kürelerin olgunlaşması için ve şekillerinin sabit hale gelebilmesi için, kalsiyum klorür çözeltisi içerisinde 1 saat kadar daha karıştırmaya bırakılmıştır. Ardından kalsiyum klorür çözeltisi süzülerek mikro küreler elde edilmiştir. Küreler, safsızlıkları gidermek için saf su ile dolu bir beherde 1 saat kadar karıştırılmıştır. Yıkama işleminin etkili olabilmesi için 15 dakika aralıkla saf su tazelenmiştir. Süzülme işleminden geçen küreler 1 gün boyunca oda sıcaklığında kurutulmuş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.

3.2.3. Fenol tayini

Stok fenol çözeltisi için 1 gram fenol destile su ile 1000 ml'ye seyreltilmiştir. Fenol tayini için amonyum hidroksit, NH_4OH , 0.5 N: 3.5 ml taze derişik NH_4OH , destile su ile 100 ml tamamlanmıştır. Fosfat tampon çözeltisi 5,2 g K_2HPO_4 ve 3,6 g KH_2PO_4 saf su ile 50ml'ye seyreltilmiştir. 2 g 4-amino antipirin saf suda çözülüp 100 ml'ye seyreltilmiştir. 8 g Potasyum Ferrosiyonür $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ destile suda çözülüp ve 100 ml'ye seyreltilmiştir. Bütün numuneler kahverengi cam şişede saklanmıştır. Çözeltiler haftalık olarak taze hazırlanmıştır.

Fenol tayini için hazırlanan farklı konsantrasyondaki çözeltilere 2.5 ml 0.5 N NH_4OH çözeltisi katılmıştır ve fosfat tamponu ile pH'ı 7.9 ± 0.1 'e ayarlanmıştır. Daha sonra 1.0 ml 4-aminoantipirin çözeltisinden ilave edilip ve iyice karıştırılmıştır. En son olarak 1.0 ml $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ çözeltisi katılıp ve iyice karıştırılmıştır. 15 dakika bekletildikten sonra küvetlere konup, numunenin ve standartların absorbansı 500 nm'de spektrofotometrede okuması yapılmıştır.

3.2.4. Adsorpsiyon deneyi

Adsorpsiyon deneyleri kesikli çalışan sistemde sabit sıcaklıkta yürütülmüştür. Öncelikle kullanacağımız fenol için 1000 mg/L stok çözeltisi hazırlanmıştır. Stok çözeltilerden mezür yardımıyla 100 mL alınmış saf su ile 1000 ml'ye tamamlanarak 100 mg/L'lik standart çözelti elde edilmiştir. Deneysel çalışmalar 50 mg/L'lik çözeltiler üzerinden yürütülmüştür. Çözelti hacmi 50 mL olarak belirlenmiştir. Adsorbent olarak aktif karbon, ceviz biyoçarı ve sodyum aljinat katkılı farklı doz oranlarında oluşturulmuş mikro küreler kullanılmıştır. Deneyler 100 ml'lik erlenlerle gerçekleştirilmiştir. Kesikli adsorpsiyon deneyleri için 8 hazneli Innova 2000 Platform Shaker model bir adet karıştırıcı kullanılmıştır. Karıştırma hızı 200 rpm olarak ayarlanmıştır. Numunelerin adsorbent ile temasını sağlamak için 90 dakika boyunca karışması sağlanmıştır.

Karıştırma işleminden sonra 5 dakika boyunca çözelti içindeki adsorbentlerin çökmesi beklenmiş ve erlenlerdeki numunelerin üst yüzeyinden bir pipet yardımıyla alınarak santrifüj tüplerine konulmuştur. Bu işlemden sonra numuneler Sigma 3-16p model santrifüjde 5000 rpm hızında 10 dakika boyunca karıştırılmıştır. Ardından santrifüj den çıkarılan tüplerin içine birer damla nitrik asit damlatılmış ve Spektrofotometrede numune değerleri okutulmuştur.

Deneysel çalışmalar iki kopya halinde yürütülmüş ve elde edilen sonuçların ortalama değerleri alınarak deneysel veriler elde edilmiştir.

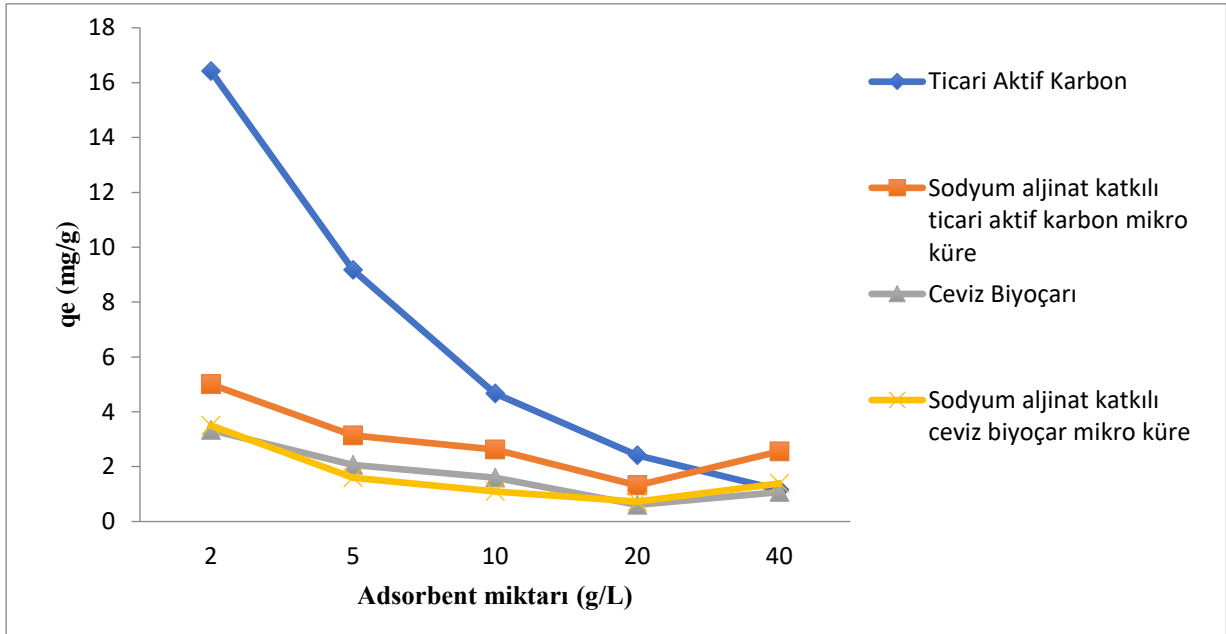
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, piyasada hazır olarak bulunan ticari aktif karbon, piroliz işlemi sonucu oluşan ceviz kabuğu biyoçarı ve sodyum ajinat katkılı ticari aktif karbon ve ceviz biyoçarı mikro

küreleri adsorbent olarak seçilmesiyle sularda kirliliğe ve toksik etkilere neden olabilecek fenol'ün giderimi ve adsorbentın adsorplama kapasiteleri belirlenmiştir. Fenolün sulu çözeltilerden adsorpsiyon yöntemi ile gideriminde adsorbentın başlangıç fenol konsantrasyonunun ve adsorbent katkı miktarının etkileri incelenmiştir.

4.1. Adsorbent miktarının etkisi

En etkin adsorbent miktarını belirlemek amacıyla 50 mg/L başlangıç fenol konsantrasyonunda her çözeltiliye 2 g/L, 5 g/L, 10 g/L, 20 g/L ve 40g/L adsorbent ilave edilmiştir. Düşük miktarlarda eklenen adsorbentlar daha az adsorplama ve sonucunda daha az verim sergilenmiştir. Adsorbent madde miktarı arttıkça adsorplama kapasitesinde artış gözlemlenmiştir. Fakat adsorbent miktarındaki adsorpsiyon verimine optimum noktadan sonra çok fazla etki ettiği görülmemiştir. Adsorpsiyon verimindeki artışın sabitlenmeye ya da azalmaya başladığı noktada optimum adsorbent miktarı belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Fenol giderimine adsorbent madde miktarının etkisi (C_0 : 50 mg/L, temas süresi=90 dakika, Ticari aktif karbon, ceviz biyoçarı, sodyum aljinat katkılı ticari aktif karbon ve ceviz biyoçar mikro küre).

Çizelge 4.1. Adsorbent madde miktarının fenol giderimi üzerine etkisi

Adsorbent Miktarı(g/L)	Ticari Aktif Karbon qe(mg/g)	Ceviz Biyoçarı qe(mg/g)	Sodyum Aljinat Aktif Karbon Mikroküre qe(mg/g)	SodyumAljinat Ceviz Biyoçar Mikroküre qe(mg/g)
2	16,420	3,332	5,000	3,501
5	9,175	2,066	3,133	1,601
10	4,670	1,600	2,618	1,097
20	2,414	0,608	1,316	0,725

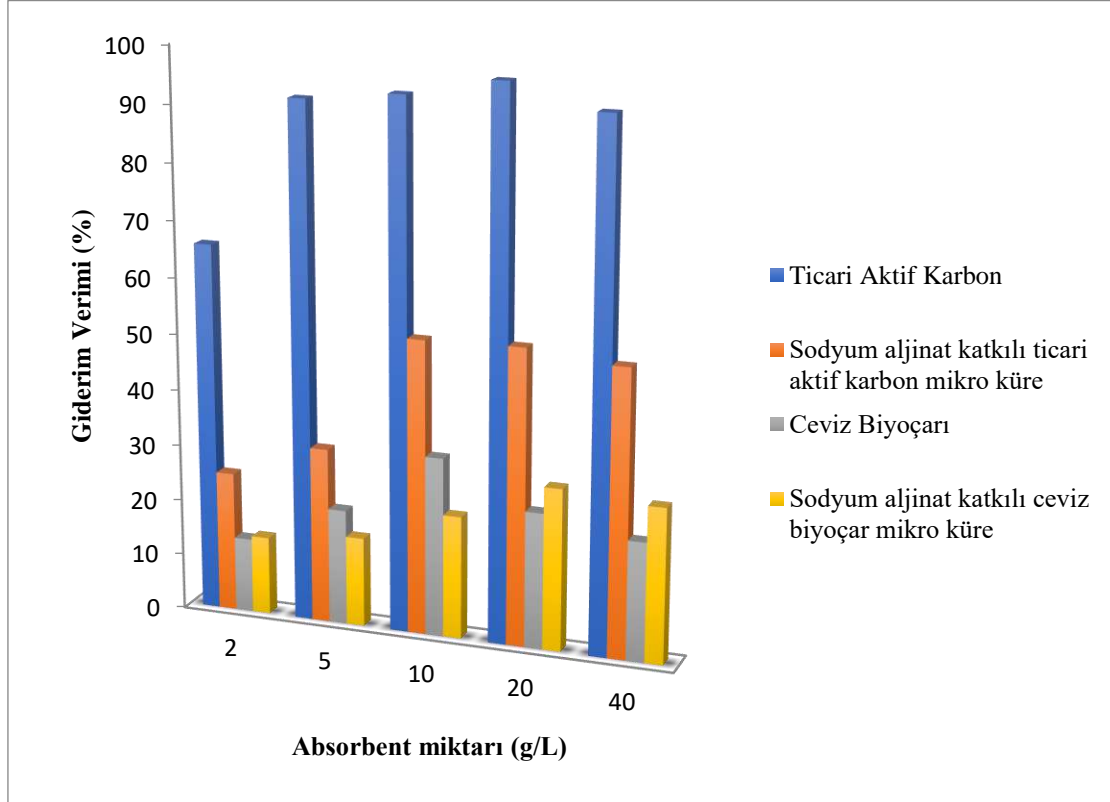
40

1,155

1,067

2,550

1,383



Şekil 4.2. Fenol giderim verimine adsorbent madde miktarının etkisi (C_0 : 50 mg/L, temas süresi=90 dakika, ticari aktif karbon, ceviz biyoçarı, sodyum aljinat katkılı ticari aktif karbon ve ceviz biyoçar mikro küre)

Çizelge 4.2. Adsorbent madde miktarının fenol giderim verimi üzerine etkisi

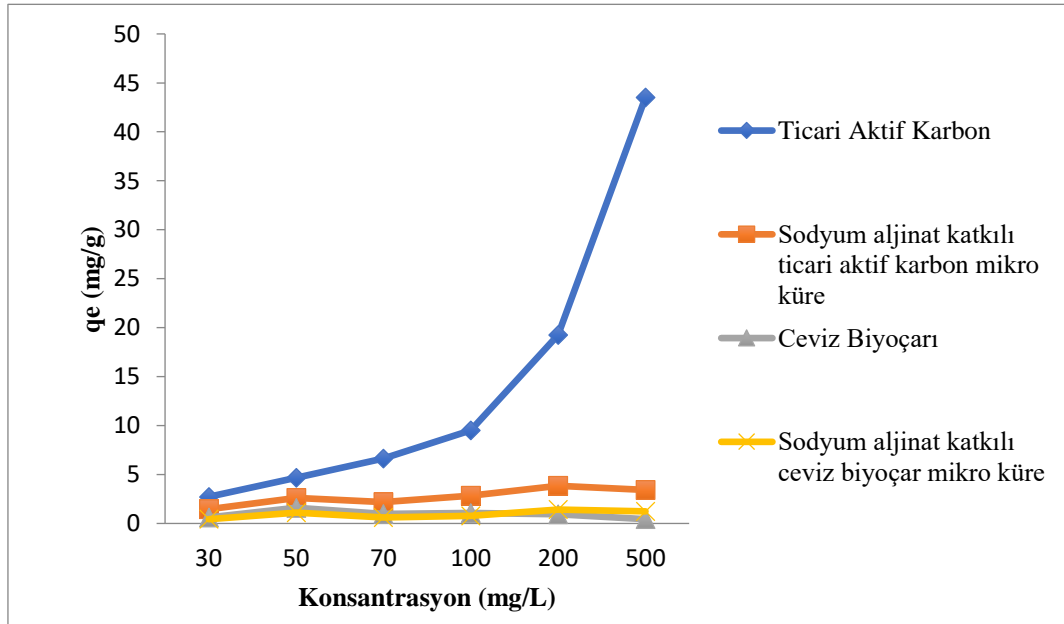
Adsorbent Miktarı(g/L)	Ticari Aktif Karbon %Verim	Ceviz Biyoçarı %Verim	Sodyum Aljinat Aktif Karbon Mikroküre %Verim	Sodyum Aljinat Biyoçar Mikroküre %Verim
2	65,68	13,33	25,00	14,00
5	91,75	20,66	31,33	16,00

10	93,41	32,00	52,33	22,00
20	96,58	24,33	52,66	29,00
40	92,41	21,33	51,00	27,76

Şekil 4.2’de Fenol giderim verimine adsorbent madde miktarının etkisi grafik üzerinde verilmiştir. Adsorbent miktarındaki artış ile fenol giderim verimlerinde doğrusal bir artış gözlenmiştir. Adsorbent miktarındaki artış (10 g/L ile 40 g/L arasında) ile çok fazla bir fark gözlenmemiştir. Ticari aktif karbonun 10 g/L’de %93,41 Ceviz biyoçarı 10 g/L’de %32,00, Sodyum aljinat katkılı ticari aktif karbon mikro kürede 10 g/L’de 52,33 ve Sodyum aljinat katkılı ceviz biyoçarı mikro kürede 10g/L’de %22,00 verim giderimi sağlanmıştır. Ancak ticari aktif karbonun maliyeti azaltmak ve ceviz biyoçarı ile daha az adsorbent miktarı kullanarak daha iyi sonuçlar elde etmek adına en yüksek verimin 40 g/L olmasına rağmen optimum adsorbent miktarı 10 g/L seçilmiştir.

4.2. Başlangıç konsantrasyonunun etkisi

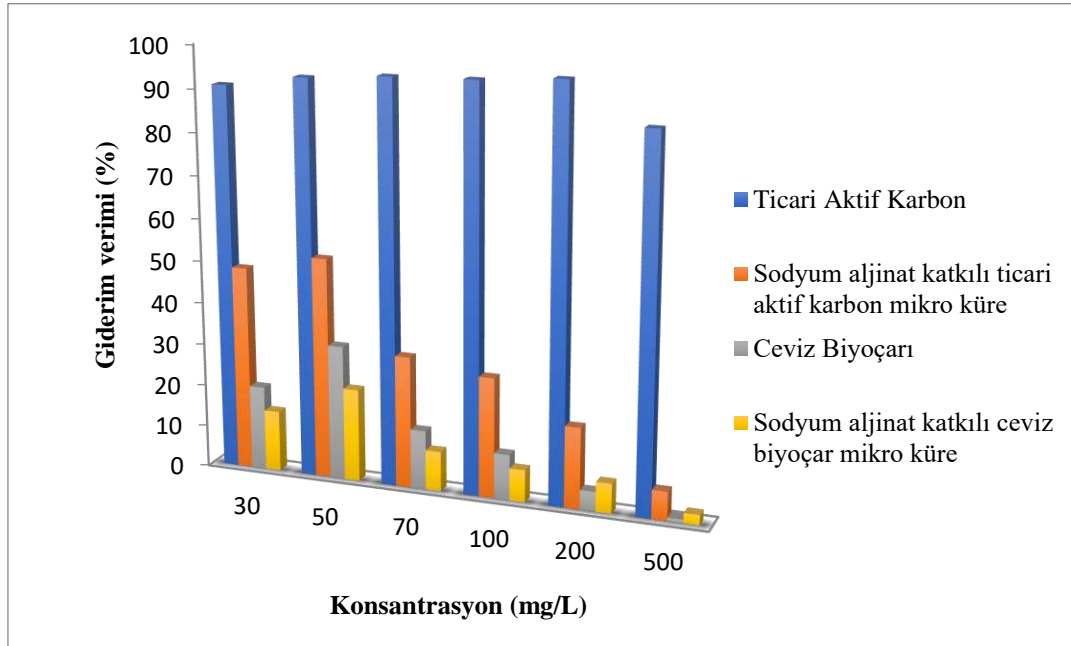
Başlangıç fenol konsantrasyonunun adsorpsiyon çalışmasında etkiliğini incelemek için 1000 mg/L’lik stok fenol çözeltisi saf su ile seyreltilerek 30, 50, 70, 100, 200 ve 500 mg/L’lik çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltilerin her biri için 10g/L ticari aktif karbon, ceviz biyoçarı ve sodyum aljinat katkılı mikro küreler olarak 4 farklı adsorbent için deneysel çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 4.3. Başlangıç fenol konsantrasyonunun giderime etkisi (adsorbent miktarı: 10 g/L, temas süresi= 90 dakika)

Çizelge 4.3.Fenol konsantrasyonunun adsorbent ile giderimine etkisi

Konsantrasyon (mg/L)	Ticari Aktif	Ceviz	Sodyum Aljinat	Sodyum Aljinat
	Karbon	Biyočarı	Aktif Karbon	Biyočar
	q_e (mg/g)	q_e (mg/g)	Mikroküre q_e (mg/g)	Mikroküre q_e (mg/g)
30	2,720	0,600	1,450	0,433
50	4,670	1,600	2,616	1,100
70	6,629	0,983	2,183	0,616
100	9,508	1,083	2,850	0,766
200	19,266	0,933	3,844	1,416
500	43,525	0,434	3,433	1,233



Şekil 4.4. Başlangıç konsantrasyonunun adsorbent ile fenol giderim verimine etkisi (adsorbent miktarı: 10 g/L, temas süresi= 90 dakika)

Çizelge 4.4. Fenol konsantrasyonunun adsorbent ile giderim verimine etkisi

Konsantrasyon (mg/L)	Ticari Aktif	Ceviz	Sodyum Aljinat	Sodyum Aljinat
	Karbon	Biyočarı	Aktif Karbon	Biyočar
	%Verim	%Verim	Mikroküre %Verim	Mikroküre %Verim
30	90,69	20,00	48,33	14,44
50	93,41	32,00	52,33	22,00
70	94,70	14,04	31,19	9,52

100	95,08	10,83	28,50	7,67
200	96,33	4,66	19,25	7,08
500	87,05	0,86	6,86	2,46

Başlangıç fenol konsantrasyonu 50 mg/L’de en yüksek giderim verimi ticari aktif karbon için % 93,41, ceviz biyoçarı için % 32,00, sodyum aljinat katkılı ticari aktif karbon mikro küre için % 52,33 ve sodyum aljinat katkılı ceviz biyoçarı mikro küre için % 32,00 olarak belirlenmiştir. Her adsorbent için 30 mg/L ve 70 mg/L aralığında uygun doz ve konsantrasyon aralığı hesabı yapıldığında en uygun başlangıç fenol konsantrasyonu 50 mg/L olarak belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada ticari aktif karbon, ceviz biyoçarı ve sodyum aljinat katkılı aktif karbon ve ceviz biyoçarı mikro küre adsorbenti kullanılarak fenol içeren atıksulardan giderim çalışmaları yapılmıştır. Her adsorplayıcı için fenol içeriği adsorplama kapasiteleri hesaplanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalar doğrultusunda ticari aktif karbon, ceviz biyoçarı, sodyum aljinat katkılı ticari aktif karbon mikro küre ve sodyum aljinat katkılı ceviz biyoçarı mikro küre adsorbentleri kullanılarak fenol içeren atıksuların adsorpsiyon metodu ile giderim çalışmalarında ticari aktif karbon’un ceviz biyoçarı’na göre daha iyi bir adsorbent olduğu görülmüştür. Sodyum aljinat katkılı mikro kürelerde de aynı şekilde verim gözlenmiştir.

Hem maliyet hem de adsorpsiyon verimleri bakımından kompozit küre sentezlemek ve kullanmak verimli bir çalışma olarak öngörülmüştür. Bu etki sonucuyla sentezlenen kompozit adsorbentlerin kullanımı ekonomik yönden avantajlı olarak görülebilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Gümüş, D. 2007. Elektrokimyasal Oksidasyon Yöntemi İle Fenol Ve 4 Klorofenol giderimi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Günay, N. 2010. Döner Biyodisk Reaktörde Fenol Giderimi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Lorenz, K., Lal, R. 2014. Biochar Application To Soil For Climate Change Mitigation By Soil Organic Carbon Sequestration , Vol. 177, pp 651.
- Metcalf, E. 1991. Wastewater Engineering, New York.
- Özen, A. 2005. Fenolün Ozonla Gideirimi Ve Ozonlamanın Biyolojik Arıtılabilirliğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Thcoboglanous, W. M. 1991. Wastewater Engineering Treatment- Disposal-Reuse 3rd,USA.
- Jaroniec, M, Choma, J. 1986. Materials Chemistry And Physics,15,521.

K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ MONOKRİSTALINDA QURULUŞ FAZA ÇEVRİLMƏLƏRİ
STRUCTURAL PHASE TRANSFORMATIONS IN THE MONOCRYSTAL K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃

Dr. Öğr. Üyesi Razim BAYRAMLI

Bakı Mühəndislik Universiteti

Prof. Dr. Vaqif NƏSİROV

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Dr. Öğr. Üyesi Emin NƏSİROV

H.Əliyev Adına Ali Hərbi Məktəbi

Natella NAMAZOVA

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

ÖZET

İzotermik kristallaşma üsulu ilə KNO₃ və CsNO₃-ün suda məhlulundan K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ monokristalları yetişdirilmiş, rentgenoqrafik və optik mikroskopiya üsulları ilə həmin nümunələrdə quruluş faza çevrilmələri tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, alınan kristal otaq temperaturunda rombik qəfəsə (II – modifikasiya) malik olub, T>455K temperaturu ilə həmin qəfəsə heksaqonal qəfəsə (III – modifikasiya) çevrilir. Morfoloji tədqiqatlar göstərmişdir ki, K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ monokristalında rombik (II) → heksaqonal (III) çevrilməsi II – modifikasiya daxilində III - modifikasiya kristalı rüseyiminin yaranması və böyüməsi ilə gedir. III – modifikasiya kristalının kristal mərkəzi əvvəlcə [100] kristalloqrafik istiqamətində böyüyür, bu istiqamətdə böyümə başa çatdıqdan sonra [001] istiqamətində davam edir.

Kinetik tədqiqatlardan alınan nəticələr MATLAB proqramı əsasında işlənərək müəyyən edilmişdir K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ kristalında II → III çevrilmə sürətinin temperatur asılılığı

$$v = (-0.4044\Delta T + 0.7481\Delta T^2 - 0.003343\Delta T^3) \cdot 10^{-2} \frac{sm}{san} \text{ empirik düsturu ilə ifadə oluna bilər.}$$

Burada $\Delta T = T_{\text{çev}} - T_0$ olub, $T_{\text{çev}}$ -çevrilmə temperaturu, T_0 - isə qarşılıqlı çevrilən modifikasiya kristalları arasında tarazlıq temperaturudur. Sürət ölçmələrinin nəticələri əsasında II → III polimorf çevrilmənin aktivləşmə enerjisi hesablanmışdır.

Anahtar Kelimələr: Kristal, Monokristal, Polimorf Çevrilmə, Modifikasiya, Kinetika, Aktivləşmə Enerjisi

ABSTRACT

The monocrystals K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ have been prepared from the solution KNO₃ and CsNO₃ through the isothermic crystallization method, the structural phase transformations in these patterns have been researched through the roentgenographic and optic microscopy methods. It has been determined that, the crystal achieved has a rhombic cage (II - modification) in the room temperature, that cage with T>455K temperature is turned into hexagonal cage (III - modification). The morphological researches have stated that, the conversion of rhombic (II) → hexagonal (III) in monocrystals K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ occurs with the formation and growth of III- modification crystal bond within II modification. The crystal center of III modification crystal grows up beforehand in [100] crystallographic direction, and continues in this [001] direction after the growing up in this direction.

The results gained in the kinetic researches have been determined being used on the basis of MATLAB program. The temperature dependence of II → III conversion speed in the crystal K_{0,945}Cs_{0,055}NO₃ may be expressed with the empiric formula

$$v = (-0.4044\Delta T + 0.7481\Delta T^2 - 0.003343\Delta T^3) \cdot 10^{-2} \frac{cm}{sec} \quad \Delta T = T_{con} - T_0, \quad T_{con} - \text{temperature}$$

conversion, and T_0 - balance temperature among the modification crystals conversed mutually. The activation energy of II \rightarrow III polymorph transformation has been calculated on the basis of the speed measures.

Keywords: Crystal, Single Crystals, Polimorphic Transition, Modification, Kinetics, Activation Energy

1. INTRODUCTION

The study of structural transformations in potassium nitrate has great scientific and technical importance. Thus, potassium nitrate crystals are polar in the case of a certain structure (phase I of KNO_3), and can be used as various inverter devices, memory elements, and thermal radiation sensors. The study of the structural transformations of this substance in a crystal and a solid solution can make it possible in the case of a large dynamic load (in the area of large deformations, explosions) to determine its ratio or order the structural transformations to go wrong when using this material. In addition, the results of the experiments can be applied in methods for obtaining nanostructured materials (Теслева, 2006).

Presented paper is devoted to the study of the mechanism of structural phase transformation of K^+ ions in the single-crystal of $K_{0.945}Cs_{0.055}NO_3$, obtained as a result of partial replacement of K^+ ions in the KNO_3 crystal. It is known that in KNO_3 , structure transformation occurs from room temperature to the melting point (Nimmo, 1973; Sastry, 2008). As a result of this process, the orthorhombic cell (II-modification) turns into a hexagonal cell (III-modification). This transformation is enantiotropic. Thus, when it is cooled, the rhombic structure gives rise to a hexagonal transformation. In many cases, another new modification of I-rhomboedric modification between modifications III and II is observed during cooling process. Experiments indicate that the observation of intermediate I-modification depends how temperature regime is chosen (Bridgman, 1916; Lindley, 1966).

In a $CsNO_3$ crystal, a structure transformation from room temperature to the melting point occurs and the cube becomes a trigonal cell (Korhonen, 1953).

2. CONDUCTING THE EXPERIMENT AND DISCUSSING THE RESULTS

The studied samples were obtained by isothermal crystallization from an aqueous solution of KNO_3 of "ЧДА" brand and $CsNO_3$ of "ХЧ" brand. The resulting samples had different shapes (Fig.1). For experiments, needle crystals were taken, and were determined by x-ray method and it was found that the height of the needle was in the direction of [001] crystallographic direction.

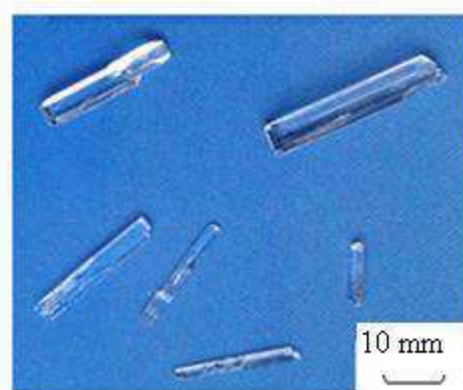


Figure 1. $K_{0.945}Cs_{0.055}NO_3$ single crystal grown from an aqueous solution at room temperature

The experiments were carried out in a МИН-8 type polarization microscope equipped with a heater, the temperature of the crystal was measured by thermohutes touching its surface (Вагиф,

1997) accuracy of temperature measurements was $\pm 0,5^{\circ}$ at 100°C . Observations were made on the computer using a film camera, type of "Levenhuk C310K".

Experiments have shown that the transformation of the structure occurs at a temperature of $T > 455\text{K}$ in $\text{K}_{0,945}\text{Cs}_{0,055}\text{NO}_3$ crystal. As a result of numerous experiments, a balance was obtained between crystals of II and III modifications in the studied sample and was obtained $T_0 = 455 \pm 1\text{K}$. Morphological studies have shown that the structural transformation in the $\text{K}_{0,945}\text{Cs}_{0,055}\text{NO}_3$ crystal occurs with the formation and growth of a new crystal atomization inside the parent crystal. First, this germ grows in the direction of $[100]$ crystallographic direction of the fundamental crystal and after the grow finishes, it continues in the direction of $[001]$. As a rule, a new crystal center is formed at the defective site of the fundamental crystal, and depending on the number of these defects, one or more crystal germs can form and grow. In Figure 2a, a microphotography reflecting the formation of crystal germ of a new crystal (III-modification) within the fundamental crystal (II-modification) is given. In Figure 2b, c, the formation and growth of two more crystal crystals are described. From figure 2e it is clear that the process of transformation from II to III is followed by the formation and growth of three germs (crystal centers) of III modification.

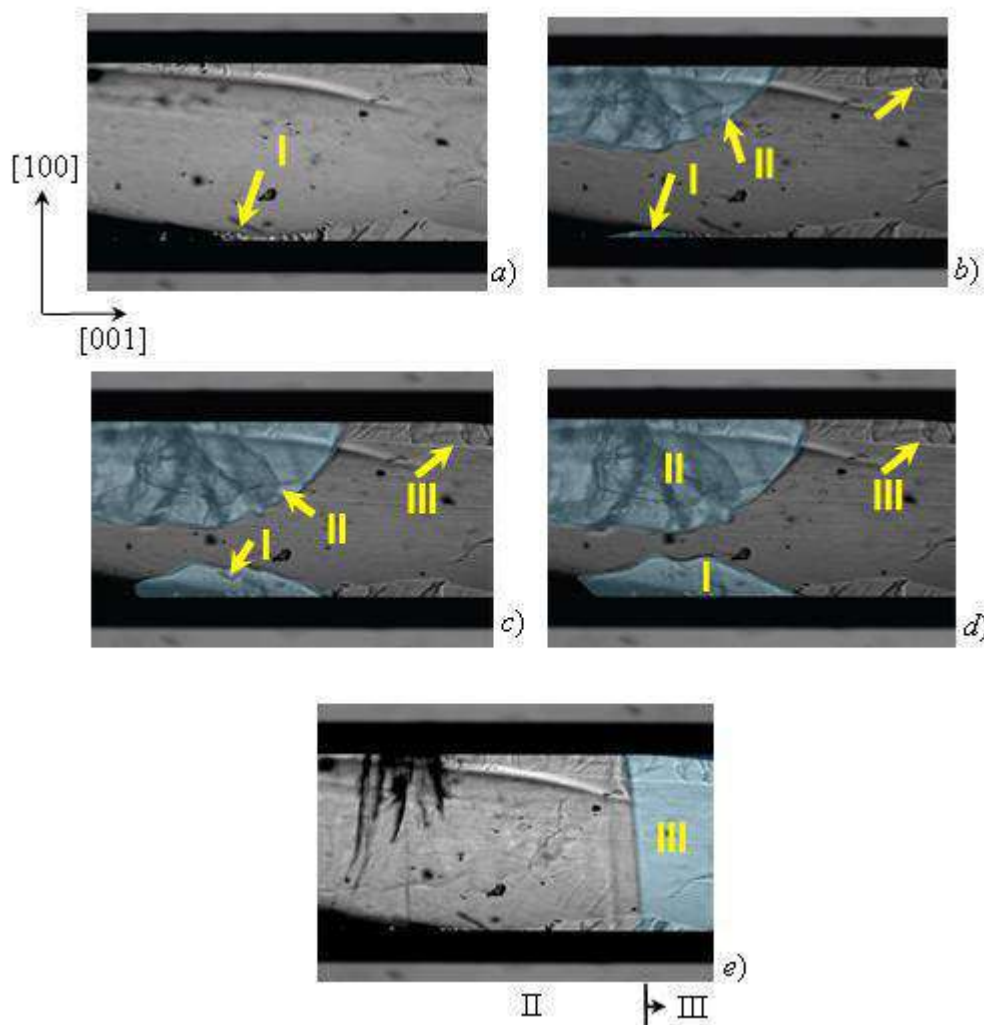


Figure 2. Morphology of growth of crystals of III and II modification crystals during $\text{II} \leftrightarrow \text{III}$ transformation in $\text{K}_{0,945}\text{Cs}_{0,055}\text{NO}_3$ crystal (magnification of $\times 90$)

Despite the fact that boundary lines separating II and III modifications are straight as it is seen in the presented microphotographies, each germ grows in the direction of $[100]$ crystallographic direction and is always $v_{[100]} > v_{[001]}$.

When cooling the $\text{K}_{0,945}\text{Cs}_{0,055}\text{NO}_3$ crystal exposed to the $\text{II} \rightarrow \text{III}$ structures, a reversible process of III and II formation occurs at $T < 455\text{K}$ temperature. During this transformation, the linear

boundary [001] separating the two modification moves in the same direction, while perpendicular to the crystallographic direction. The lauegrams drawn from crystals before and after the structure transformation show that in the studied sample, the II \leftrightarrow III structures are monocrystalline \leftrightarrow monocrystalline.

In the $K_{0,945}Cs_{0,055}NO_3$ crystal, another morphology of crystal growth during II \leftrightarrow III transformation is observed. The transformation, as seen in figure 3a and 3b, was impulsive, although the II and III modifications do not have a clear boundary, it moves in the direction of crystallography of the [001] fundamental crystal. During the reverse process (Fig.3c.) the same boundary [001] forms an angle of $\sim 60^\circ$ with its crystallographic direction (Fig. 3.c).

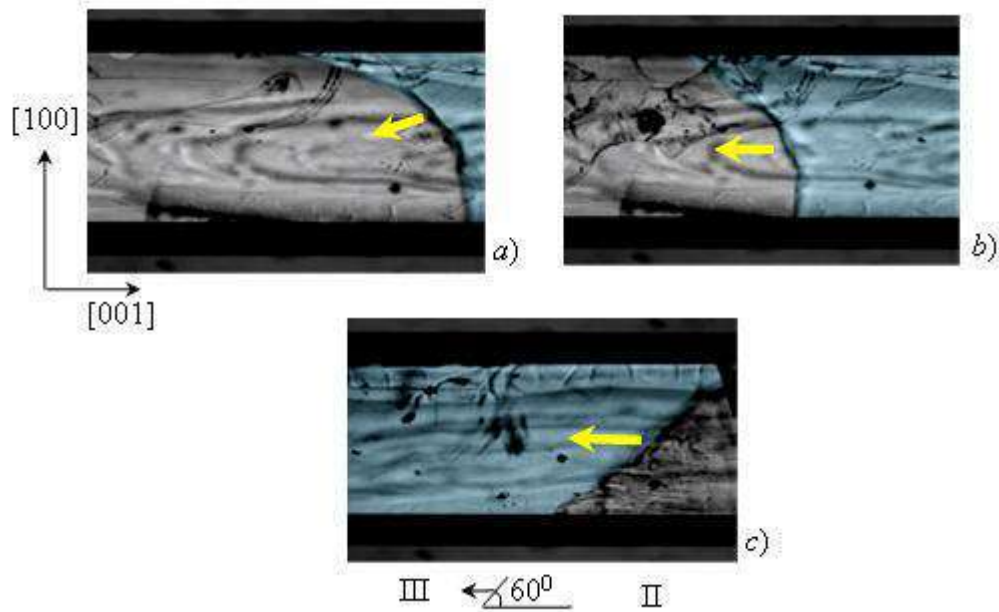


Figure 3. Growth morphology of III and II modification crystals during conversion II and III in crystals $K_{0,945}Cs_{0,055}NO_3$ (magnification of $\times 90$)

In order to investigate the mechanism of structural transformations, it is necessary to study the kinetics of the process. That is why during the conversion II \rightarrow III in the $K_{0,945}Cs_{0,055}NO_3$ crystal, the rate of growth of the III-modification crystal at normal pressure was measured according to the method given in (Юсиф,1972; Vaqif, 2016).

The results of experiments performed on six crystals were based on the MATLAB program and obtained the following empirical expression for the temperature dependence of the growth rate of a new crystal growing in a core crystal during the transformation of a rhombic \rightarrow hexagonal structure:

$$v = (-0.4044\Delta T + 0.7481\Delta T^2 - 0.003343\Delta T^3) \cdot 10^{-2} \frac{cm}{sec}$$

Here, $\Delta T = T_{cev} - T_0$ is temperature delay, T_{cev} is transformation temperature, T_0 is equilibrium temperature between mutually converted modification crystals.

Average values obtained from experiment and empirical formula for the dependence of the new modification crystal growth rate on ΔT during II \rightarrow III structure transformation in the sample studied are given in Table 1, dependence of the speed on temperature delay graph in Figure 4. Both in Table 1 and Figure 4, the results from the experiment and the empirical formula are well-matched to one another. In addition, as the temperature difference between the conversion temperature and the equilibrium temperature increases, that is, as the temperature increases, the growth rate of the newly formed crystal increases.

Table 1. Average values obtained from experience and an empirical formula for the dependence of the growth rate of a new modified crystal on ΔT during a orthorhombic→hexagonal structure converting process in a $K_{0,945}Cs_{0,055}NO_3$ crystal.

$\Delta T, K$	T_0, K	$10 \cdot \bar{v}_{exp} \cdot 10^{-2} \text{ cm/sec}$	$10 \cdot \bar{v}_{emp} \cdot 10^{-2} \text{ cm/sec}$
1	455±1	0,215	0,340
2		3,912	2,157
3		5,918	5,429
4		9,650	10,138
5		14,513	16,263
6		23,420	23,783
7		32,226	32,679
8		44,745	42,432
9		55,322	54,519
10		66,356	67,423

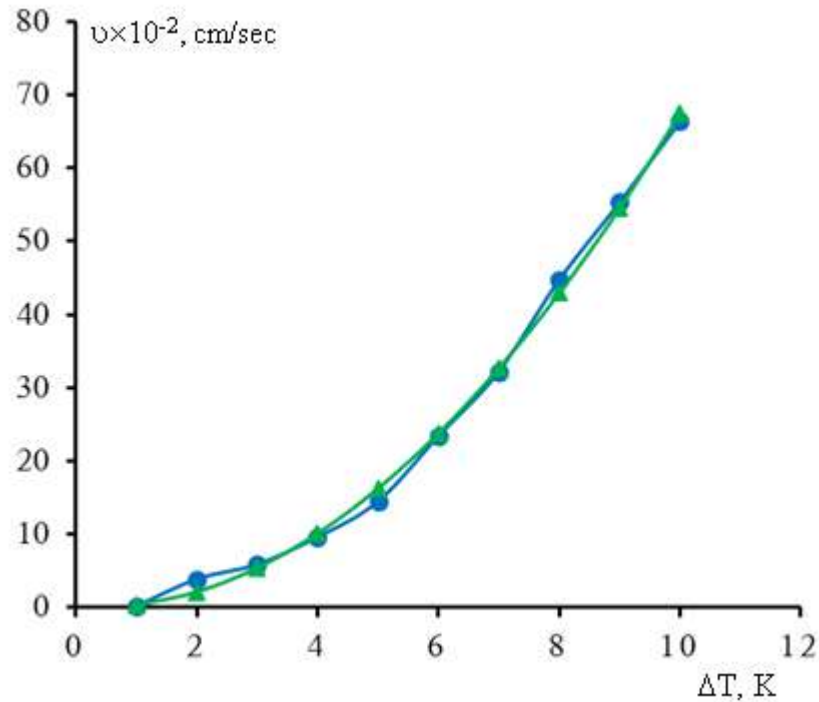


Figure 4. Dependence graph of the growth rate of the III modification crystal during II→III polymorphic transformation in $K_{0,945}Cs_{0,055}NO_3$ crystals.

●- the data given by the empirical formula; ▲-experimental data.

To evaluate the II→III structure transformation in $K_{0,945}Cs_{0,055}NO_3$ crystal in terms of energy, the following equation was used by M.Fulmer for two dimensional mechanism crystal growth from (Volmer, 1939) liquid phases:

$$v = \kappa_1 \exp\left(-\frac{\kappa_2}{T_0}\right) \exp\left(-\frac{\kappa_3}{T_0 \Delta T}\right)$$

Here, k_1 can be considered as a coefficient that does not depend on the temperature at the first approach. $k_2 = \frac{E}{R}$ is stable, determines the energy level necessary for the transition of the molecule from the liquid phase to the newly growing crystalline surface (in our case, from one phase to another). $E - 1$ is the activation energy per mole, R -universal gas constant. k_3 -crystal is the energy spent on the formation of a two-dimensional germ, ΔT -extreme cooling (in our case, temperature delay), T_0 -equilibrium temperature between phases.

Applying the experimental results to the Folmer equation, $k_2=12392,8\text{deg}^{-1}$, $k_3=4121,9\text{deg}^{-2}$ were obtained on the basis of experimental results. $E = 102,98 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ were determined for activation of II→III transformations in the $\text{K}_{0,945}\text{Cs}_{0,055}\text{NO}_3$ crystal. For comparison, it should be noted that this energy for II→III transformation in KNO_3 was $97,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. In other words, partial replacement of K^+ ions in potassium nitrate with Ag^+ ions led to an increase in the activation energy of the structural phase of transformation into the resulting crystal.

3. CONCLUSIONS

Thus, as a result of the experiments, it was found that the equilibrium temperature between II and III modifications in the crystal obtained as a result of partial substitution of K^+ ions with Cs^+ ions in KNO_3 increases to $\sim 50\text{K}$, the temperature of the modification causes the activation of II→III transformation to grow.

In the new crystal, the transformation of II↔III takes place with the formation and growth of the new crystal germ within the fundamental crystal. The growth of II and III modification crystals during the II→III structure transformation in $\text{K}_{0,945}\text{Cs}_{0,055}\text{NO}_3$ crystal occurs with a two-dimensional germ. The process of transformation from II to III was enantiotropic, monocrystalline-monocrystalline type.

REFERENCES

1. Теслева, Е.П (2006), “Исследование полиморфных превращений в ионно-молекулярных диэлектриках методами физической акустики и теплофизики”, Канд. Диссертация, Казан.
2. Nimmo, L.K., Lucas, B.W. (1973), “A neutron diffraction determination of crystal structure of α -phase potassium nitrate at 25 °C and 100 °C”, J. Phys. Solid. Stat. 2: 201-211.
3. Sastry, P.U., Krishna, P.S., Panicker L., Shinde, A.B. (2008), “Structural behaviour of AgNO_3 at low temperatures by neutron diffraction”, J. Phys. Indian Acad. Sci. 71: 929-933.
4. Bridgman, P.W. (1916), “The velocity of polymorphic change between solid”, Proc. Am. Acad. Arts. Sci, 52: 57-88.
5. Lindley, P.F., Woodward, P. (1966) “An X-ray investigation of silver nitrate: a unique metal nitrate structure”, Journal of the Chemical. Society A: Inorganic, Physical, Theoretical, 123.
6. Korhonen U. (1953), “The Crystal Structure of CsNO_3 ”, Ann. Acad. Sci. Fennical., Ser.A, 15: 1-16.
7. Вагиф, И.Н. (1997), “Полиморфизм в оптически прозрачных кристаллах”, Баку, 166.
8. Юсиф, Г.А., Вагиф, И.Н. (1972), “Исследование кинетики полиморфного превращения в монокристаллах нитрата калия” Кристаллография, 17, №5: 991-995.
9. Vaqif, İ.N., Razim B.B. (2016), “The kinetics of polymorphic transformation in $\text{K}_{1-x}\text{Cs}_x\text{NO}_3$ ($x=0,015; 0,035; 0,045$) single crystals”, ANAS Reports, 72: 29-33.
10. Volmer, M. (1939) “Kinetik der Phasenbildung. Dresden and Leipzig 4: 38.

**KONUTLARDA KÜBİK MİMARİ ARAYIŞLARI VE DAİRESEL CEPHELER:
KARABÜK ÖRNEĞİ**
CUBIC ARCHITECTURE FOR THE HOUSING AND CIRCULAR FACADES:
KARABÜK SAMPLE

Arş. Gör. Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER
Karabük Üniversitesi

ÖZET

Sivil mimari içerisinde konutlar, her zaman merak edilen ve araştırılan konular arasında yer almaktadır. İnsanlık tarihi kadar geçmişe sahip olan konut tarihinin oluşumu, gelişimi ve dönüşümünün, içinde bulunduğu dönemdeki her türlü faktörden etkilendiğini söylemek mümkündür. Konut tipolojilerinde yaşanan değişimler incelendiğinde, gerçekleşen her değişimin insanlık tarihindeki bir değişime de denk geldiği anlaşılmaktadır. Türkiye’de konutun değişim yaşadığı dönemlerden biri Cumhuriyet’in kurulmasıdır ve bu etki önemli bir dönüm noktası sayılmaktadır. Her geçen gün sayıları azalan bu dönem yapılarının araştırılmasının, tespit ve analizlerinin yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Cumhuriyetin ilanı ile değişen rejimin birçok farklı alanda da değişim ihtiyacı getirmesi doğal bir sonuçtur. Mimarlık da bundan payını almış ve süreç içerisinde kendi ‘Milli Mimari’sinin oluşması için adımlar atılmıştır. Yeni anlayış ile modernleşme çabaları da her kesim tarafından hissedilir düzeye gelmiştir. Erken Cumhuriyet Dönemi’nin hedeflerinden biri olan ‘modernleşme’ hareketleri ile, genellikle kamu yapılarındaki değişimlerden bahsedilmekte, ancak sivil mimaride de değişim yaşanmaktadır. Yalnızca cephelerde değil, iç mekânda da ‘ev’ kavramının tamamen değiştiği görülmektedir. Bu değişimlerden ‘Kübik Mimari’ fikrinin etkilediği ilk apartmanlar İstanbul’da 1930’lu yıllarda inşa edilmeye başlanmıştır. Kübik apartmanlarda özellikle yuvarlak köşeli tasarlanmış olan yapılar, konut üretimindeki modernleşmenin simgeleri haline gelmiştir. Dönemine göre taşra sayılabilecek kentlerde kübik yapı örneklerinin uygulanması ise 1940’lardan sonra olmuştur.

Karabük, ‘Cumhuriyet Kenti’ olarak anılan ve Erken Cumhuriyet Dönemi’nde Karabük Demir-Çelik Fabrikası’nın temellerinin atılmasıyla kurulmuş bir şehirdir. Bu bağlamda dönemin tüm ‘modernleşme’ hareketlerinin gözlemlenebildiği, rasyonel ve işlevsel yapılara sahip yeni bir sanayi kenti olarak karşımıza çıkmaktadır. ‘Ev’ kavramının yalın haliyle bile modernin ve modernleşmenin karşılığı olarak kullanıldığı bu dönemde, Karabük’te de kübik mimari anlayışından etkilenen apartman örnekleri bulunmaktadır. Bu dönemin etkilerinin yalnızca Merkez ilçede değil, Safranbolu ilçesinde yer alan konut yapılarında da ortaya çıktığı görülmektedir.

Erken Cumhuriyet Dönemi etkisiyle uygulanan dairesel cepheler, Karabük’te cephelerin dairesel olarak tasarlandığı ya da balkon çıkmalarının dairesel yapılar olarak benzer görsel etkinin verildiği yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, Karabük ilinin Merkez ve Safranbolu ilçelerinde bulunan, Kübik Mimari örnekleri olan dairesel cepheli yapılar tespit edilecektir. Bu örnekler konut işlevine sahip olanlar, işlev değişikliğine uğramış olanlar ve günümüze hiç ulaşmamış olanlar olarak üç ayrı kategoride incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Erken Cumhuriyet Dönemi, Konut, Kübik Mimari

ABSTRACT

In civil architecture, housing is among the topics that are always curious and researched. It is possible to say that the formation, development and transformation of the history of housing, which has a history as much as human history, are affected by all kinds of factors in its period. When the changes in the housing typologies are analyzed, it is understood that every change

that takes place also corresponds to a change in the history of humanity. One of the changing eras of housing is the establishment of Republic and this effect is considered an important turning point. It is thought that it is important to investigate, determine and analyze the structures of this period, the number of which is decreasing day by day.

It is a natural result that the regime that has changed with the declaration of the Republic has brought a need for change in many different fields. Architecture has taken its share from this and steps have been taken to create its own 'National Architecture' in the process. With the new understanding, modernization efforts have become noticeable by every segment. 'Modernization' movements, which are one of the goals of the Early Republican Period, generally mention about changes in public buildings, but there is also a change in civil architecture too. It is seen that the concept of 'house' has changed completely not only on facades but also in the interior design. The first apartment buildings, which were influenced by the 'Cubic Architecture', started to be built in Istanbul in the 1930s. The buildings designed especially with rounded corners in the cubic apartments have become the symbols of the modernization of the housing production. The implementation of the cubic building samples in the provincial was after 1940s.

Karabük is a city known as 'The City of the Republic' and was established in the Early Republican Period by laying the foundations of the Karabük Iron-Steel Factory. In this context, it emerges as a new industrial city with rational and functional structures where all the 'modernization' movements of the period can be observed. In this period, where the concept of 'house' was used as a counterpart of modernity and modernization, examples of apartments that are influenced by the cubic architecture concept are also existed in Karabük. It is seen that the effects of this period occurred not only in the Central district, but also in the residential buildings in Safranbolu district.

In Karabük, circular facades, which were applied under the influence of the Early Republican Period, are the structures where the facades are designed circularly or where the balconies are made circular for making the similar visual effect. In this study, examples of circular facade structures with cubic architecture, located in the Central and Safranbolu districts of Karabük province, will be identified. These examples will be examined in three different categories: those with a housing function, those with a changed function and those that have never reached the present day.

Keywords: Early Republican Period, Housing, Cubic Architecture

1. GİRİŞ

Erken Cumhuriyet Dönemi yapıları mimarlık tarihi açısından 1923-1950 yılları arasında kapsamaktadır. Bu dönemi tanımlamak için referans olarak seçilen yapılar genellikle başkent ya da büyük şehirler sınırlarında olmaktadır. Oysa yine bu dönemin özelliklerinden olan 'modernleşme' hareketi ile taşrada uygulanan 'sanayileşme' politikası sonucunda, dönemin taşra sayılan kentlerinde de 'modern' yapılar görülmektedir (Saraçoğlu Gezer, 2018:25).

Geleneksel mimari ile modern mimari farkını anlatmak için 'Yeni Mimari', 'Asri Mimari', 'Milli Mimari' ya da 'İnkılap Mimarisi' gibi tanımlamalar kullanılırken, 'Kübik Mimari' terimi de karşımıza çıkmaktadır. Bu tanımlamaların her birisi 'modern'i farklı yönleriyle ele almıştır. Kübik Mimari deyişi ile 'biçim ve mimarlık' algısının odak nokta olarak seçildiğini söylemek mümkündür.

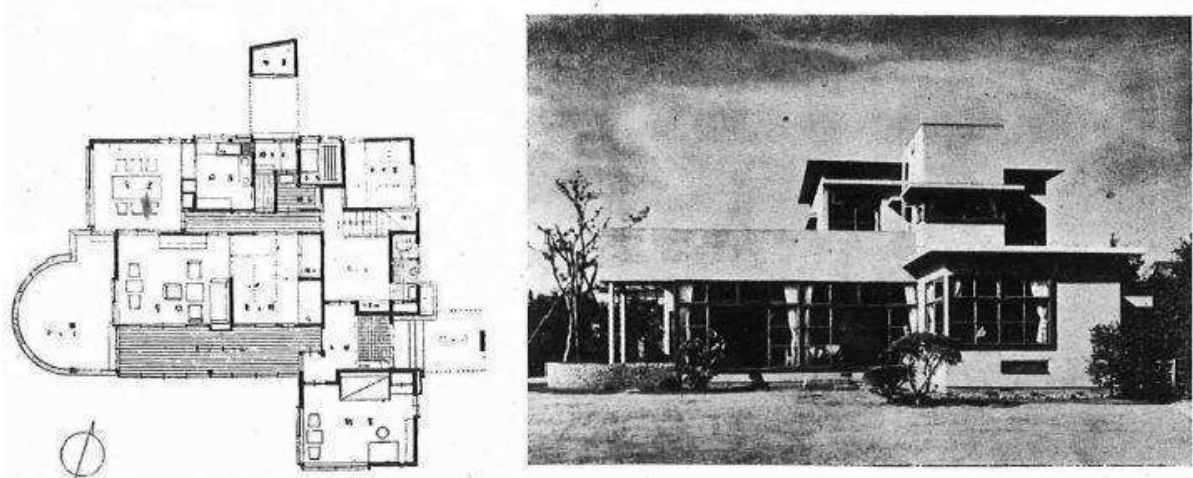
Cumhuriyetin ilanı ile değişen rejimin birçok farklı alanda da değişim ihtiyacı getirmesi doğal bir sonuçtur. Mimarlık da bundan payını almış ve süreç içerisinde kendi 'Milli Mimari'sinin

oluşması için adımlar atılmıştır. Yeni anlayış ile modernleşme çabaları da her kesim tarafından hissedilir düzeye gelmiştir. Erken Cumhuriyet Dönemi'nin hedeflerinden biri olan 'modernleşme' hareketleri ile, genellikle kamu yapılarındaki değişimlerden bahsedilmekteyse de sivil mimaride de değişim yaşanmaktadır. Yalnızca cephelerde değil, iç mekânda da 'ev' kavramının tamamen değiştiği görülmektedir. Bu değişimlerden 'Kübik Mimari' fikrinin etkilediği ilk apartmanlar İstanbul'da 1930'lu yıllarda inşa edilmeye başlanmıştır. Kübik apartmanlarda özellikle yuvarlak köşeli tasarlanmış olan yapılar, konut üretimindeki modernleşmenin simgeleri haline gelmiştir. Dönemine göre taşra sayılabilecek kentlerde kübik yapı örneklerinin uygulanması ise 1940'lardan sonra olmuştur.

2. MİMARİDE MODERNLEŞME HAREKETLERİ VE KARABÜK

Cumhuriyetin kurulmasıyla birlikte modernleşme politikaları hayata geçirilmiş ve bu hareketlerin mimariye yansımaları da biçimi işlevin etkilediği, süsleme yerine sadeliğin tercih edilmesi, gelişen malzeme teknolojisinin sunduğu olanakların kullanılması ve geleneksellikten kopma şeklinde gelişmiştir (Aslanoğlu, 2010: 14-15).

“Yeni Mimari” olarak da anılan bu akım ile ilgili örnekleri okuyucuya sunmak için Abidin Mortaş 1936 yılında Arkitekt dergisine ‘Evlerimiz’ başlıklı bir yazı hazırlamıştır. Yazıda, her yapının artık mimar tarafından planlanarak yapılmasının gerekliliğine vurgu yapılırken, yurtdışından birkaç yapı örneği de verilmiştir (Mortaş, 1936: 24-27). Bu yapıların hepsinin ortak özelliğinin cephelerde süslemeden kaçınılmış ve geometrik şekillerin belirli bir düzende bir araya getirilerek kübik tarzda inşa edilmiş olmalarıdır. Şekil 1’de görülen örnek yapılardan birinin cephesinin dairesel olarak tercih edildiği de görülmektedir.



Şekil 1. Mortaş'ın paylaştığı Japonya'dan bir konut. Tokyo yakınlarında, Fukuzawa Evi.
Mimar: T. Kurata (Mortaş, 1936).

Karabük ili 1995 yılında il statüsüne alınmış olsa da Merkez ilçesinin kentleşme süreci 1937 yılında Karabük Demir-Çelik Fabrikası'nın temellerinin atılmasıyla başlamıştır. Fabrika, Erken Cumhuriyet Dönemi'nin sanayileşme modelleri arasında yer alan, 1934-1939 yılları arasında kapsayan dönemde uygulamaya konulan Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı sonucunda inşa edilmesi planlanan sekiz fabrikadan biridir (Kütükçüoğlu, 2012: 168-170). Cumhuriyetin simge yapıları olarak anılan bu fabrikalardan da tek ağır sanayi özelliğine sahip olanıdır. Diğer yedi fabrika da kronolojik olarak şöyle sıralanmaktadır: Kayseri Bez Fabrikası (1935), İzmit Kağıt Fabrikası (1936), Ereğli Bez Fabrikası (1937), Nazilli Bez Fabrikası (1937), Bursa Merinos Fabrikası (1938), Gemlik Suni İpek Fabrikası (1938) ve Malatya Bez Fabrikası (1939).

Fabrikanın inşa edilmesinden sonra atılması gereken ilk adım, fabrika çalışanları için ikamet sorununu çözmek olacaktır. Bu nedenle 1938 yılında Karabük için ilk yerleşim planı Henri Prost

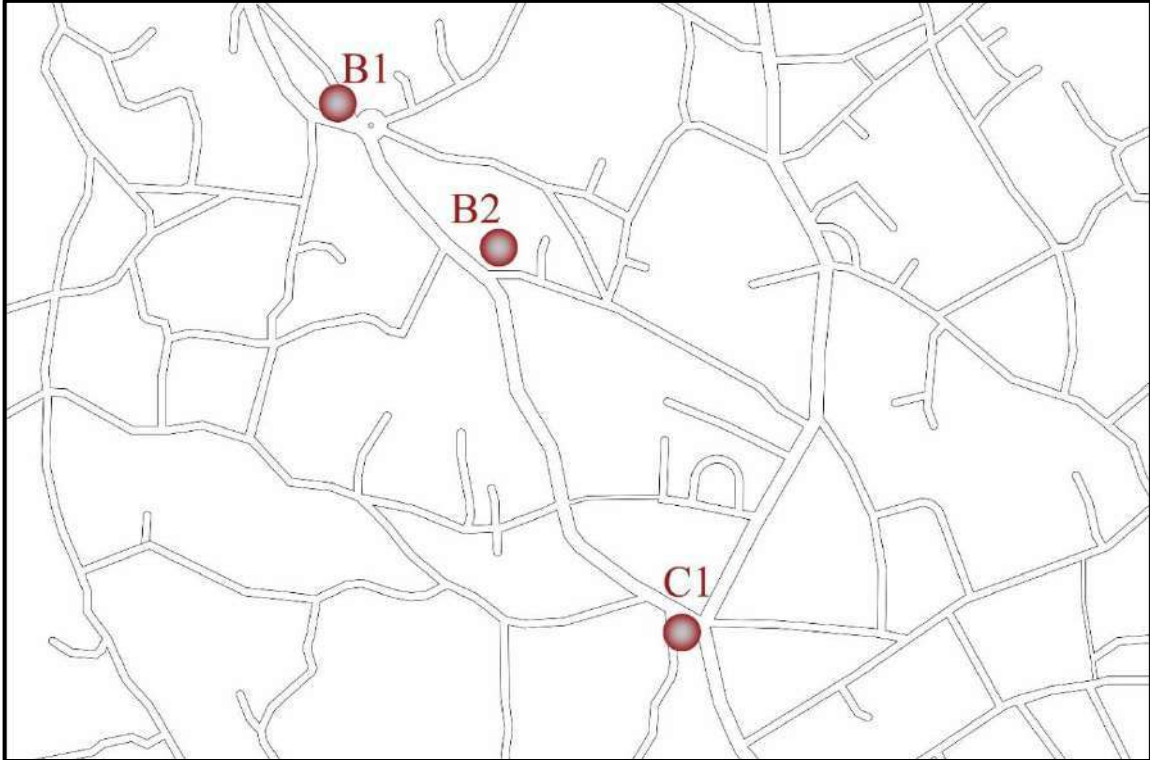
tarafından hazırlanmıştır. Yenişehir Mahallesi olarak adlandırılan bu yerleşim bölgesinde modernleşme hareketlerinin izleri görülmekte, bir yerleşimde olması gereken kreş, ilk ve ortaokul, hastane, cami, sinema, otel, misafirhane, çocuk bahçesi, park gibi sosyal donatıların tamamı yer almaktadır (Çabuk, Demir, Gökyer, 2016: 20-39). Günümüzde hala aktif olarak kullanılan ve birçok binasıyla var olmaya devam eden Yenişehir Mahallesi'nin, Karabük ili için modernleşme hareketlerinin öncüsü, kentteki diğer yapıları da etkileyen bir rol model olduğunun söylenmesi yanlış olmayacaktır.

1930'larda İstanbul'da ve Ankara'da görülen 'Kübik Mimari' örnekleri, 1940'lardan sonra dönemin taşra olarak adlandırılabilceği şehirlerde de görülmektedir. Karabük il sınırlarında da Merkez ve Safranbolu ilçelerinde yuvarlatılmış köşeleriyle dairesel cepheli yapılar bulunmaktadır. Bu yapıların kamu teşebbüsü olmadan inşa edilmiş olması, modernleşme çabalarının sonuç verdiğinin göstergelerinden biri olarak yorumlanabilmektedir.

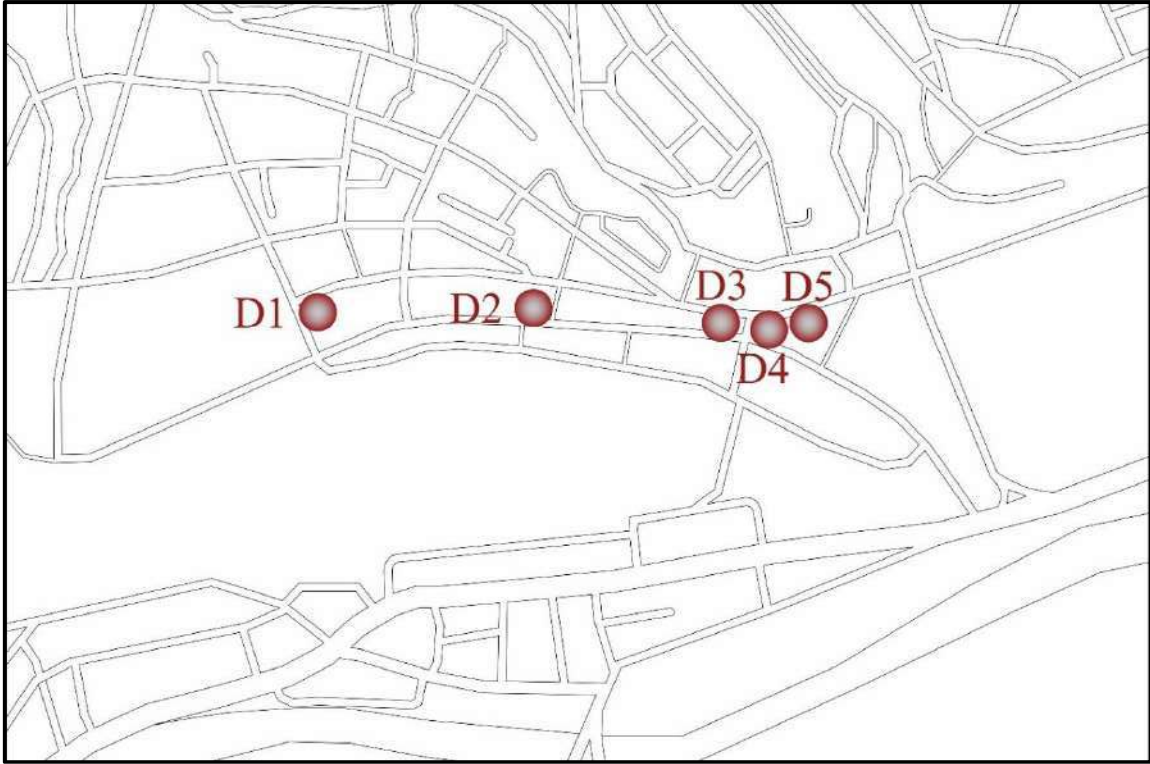
3. KARABÜK'TE KÜBİK MİMARİ ÖRNEKLERİ: DAİRESEL CEPHELİ YAPILAR

'Kübik Mimari' örnekleri İstanbul'daki apartmanlarda pencere denizlikleri ve balkon hatlarındaki yatay izler, yuvarlatılmış köşeler ya da balkon çıkıntıları, nadiren de olsa yuvarlak pencereler olarak ortaya çıkmaktadır (Bozdoğan, 2012: 252).

Bu tanımlamalardan yola çıkılarak yapılan alan çalışmalarında Karabük iline bağlı Merkez ve Safranbolu ilçelerinde de benzer nitelikte yapılar olduğu tespit edilmiştir. Bu yapıların birbirleriyle ilişkileri Şekil 2 ve 3'teki haritalarda gösterilmiştir. Şekil 2'deki harita, Safranbolu ilçesine ait kısmi bir harita olup, işaretlenen yapılar bağlı oldukları mahallelere göre kodlanmıştır. Benzer gösterim yöntemi Merkez ilçesi için de yapılmıştır. Buradaki yapıların hepsi aynı mahalle sınırında yer aldığından aynı kod verilmiştir. Yapılardan tek bir tanesi Safranbolu ilçesinde yer alıp, her iki haritada da yer almamaktadır. Bunun nedeni bu yapının tespiti yapılan diğer yapılarla herhangi bir ilişki içerisinde olmayışı, bulunduğu mahallenin bile mevki olarak Şekil 2'deki yapılardan uzakta oluşudur.



Şekil 2. Safranbolu ilçesine ait Cemal Caymaz ve Bağlarbaşı Mahallelerini içerir kısmi harita.




Şekil 3. Merkez ilçesine ait Bayır Mahallesi'ni gösterir kısmi harita.






Tespiti yapılan yapılar 9 adet olup, 5 tanesi Merkez ilçesinde, 4 tanesi Safranbolu ilçesinde yer almaktadır. Yapıların kodlanmasında harf ve rakam birlikte kullanılmıştır. Safranbolu ilçesinde Atatürk Mahallesi'nde yer alan yapı A, Bağlarbaşı Mahallesi'nde yer alan yapılar B, Cemal Caymaz Mahallesi'nde yer alan yapı ise C ile kodlanmıştır. Merkez ilçesi Bayır Mahallesi'nde bulunan yapılarda D kodu kullanılmıştır. Bu yapılardan D3 ve D4 olarak kodlananları günümüzde mevcut değildir, görseller çeşitli kaynaklardan elde edilmiştir.

Yapılar, cephelerin dairesel olarak tasarlandığı ya da balkon çıkmalarının dairesel yapılarak benzer görsel etkinin verildiği yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Konum olarak, bitişik nizam, köşe parselde yer alan ya da bahçe içinde bağımsız olarak yer alan yapılar olmak üzere üç çeşit konumlanma olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 1'de yapıların bu özellikleri bir araya getirilerek yapılan tespitler tablo gösterimi ile derlenmiştir.

Tablo 1. Karabük il sınırları dahilinde tespit edilen dairesel cephe yapılar ve özellikleri.

Bina kodu	Adres	Fotoğraf	Dairesellik		Konum		
			Cephe	Çıkma	Köşe parsel	Bahçe içinde	Bitişik nizam
A1	Atatürk Mahallesi, Bağlar Caddesi, No:14 Safranbolu/Karabük		X			X	

Tablo 1. (devamı)

Bina kodu	Adres	Fotoğraf	Dairesellik		Konum		
			Cephe	Çıkma	Köşe parsel	Bahçe içinde	Bitişik nizam
B1	Bağlarbaşı Mahallesi, Değirmenbaşı Sokak, No:1 Safranbolu/Karabük		X	X	X		
B2	Bağlarbaşı Mahallesi, Antep Sokak, No:1 Safranbolu/Karabük			X		X	
C1	Cemal Caymaz Mahallesi, Aslanlar Sokak, No:1 Safranbolu/Karabük		X		X		
D1	Bayır Mahallesi, Gazipaşa Caddesi, No: 95 Karabük/Merkez		X		X		
D2	Bayır Mahallesi, Fevzi Fırat Caddesi, No: 17 Karabük/Merkez		X		X		

Tablo 1. (devamı)

Bina kodu	Adres	Fotoğraf	Dairesellik		Konum		
			Cephe	Çıkma	Köşe parsel	Bahçe içinde	Bitişik nizam
D3	Bayır Mahallesi, Gazipaşa Caddesi, No: 1 Karabük/Merkez		X		X		
D4	Bayır Mahallesi, Kemal Güneş Caddesi, No: 119 Karabük/Merkez			X	X		
D5	Bayır Mahallesi, Kıbrıs Şehitleri Caddesi, No: 4 Karabük/Merkez		X				X

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Karabük, dönemine göre taşra sayılabilecek bir yerleşme düzenine sahiptir. Ancak yine de endüstri mirası ile “Cumhuriyet Kenti” olarak anılmaya başlanmış, Erken Cumhuriyet Dönemi’nin ‘modernleşme’ hareketlerine uyum sağlamış ve o doğrultuda gelişim göstermiş olan bir ildir. İl sınırlarında bulunan ve bir dönemin üslubunu yansıtan yapıların tespit edilmesi, ilin sahip olduğu potansiyellerinin ispatı için önemli görülmüştür.

Tablo 1’de belirtilen yapılardan kodu D3 ve D4 olanların yıkılıp, yerlerine kimliksiz/niteliksiz yeni yapıların yapıldığı düşünüldüğünde, ‘kübik mimari’ izlerine sahip yapıların korunmasıyla ilgili somut adımların atılması gerektiği düşünülmektedir. Yıkılmamış olanlar arasından A1, B2, C1, D1, D2 kodlu yapıların kullanılmadıkları, yalnızlığa terk edilmiş oldukları görülmektedir. D5 kodlu yapı ise mevcut kullanımda işlev değişikliği ile tamamen ticaret yapısına dönüşmüş ve sonradan eklenen tabelalarla yapının kimliği gizli kalmıştır.

Modernitenin ‘evsizlik’ olarak da tanımlandığına vurgu yapan Heynen, birey sayısındaki artışla bireyin toplumdan koptuğunu ve yaşadığı/bulduğu mekanların hiçbirinin ona artık ‘yuva’ olarak gelmediğinden bahseder (Heynen, 2011: 29-30). Bu görüş, tespit edilen yapıların günümüzde içinde buldukları terk edilmişlik durumlarının açıklanmasında yardımcı olmaktadır. Dönem özelliklerini taşıması bakımından, tekil örnekler olsalar dahi, nitelikli bulunan bu yapıların korunması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aslanoğlu, İ. (2010), “Erken Cumhuriyet Dönemi Mimarlığı 1923-1938”, Bilge Kültür Sanat Yayın, İstanbul.
2. Bozdoğan, S. (2012), “Modernizm ve Ulusun İnşası: Erken Cumhuriyet Türkiye’sinde Mimari Kültür”, Metis Yayınları, İstanbul.
3. Çabuk, S., Demir, K., Gökyer, E. (2016), “Cumhuriyet’in Yeni Kenti Karabük’ün 1937-1988 Dönemi Mekansal Gelişimi ve Şehir Planları”, Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 2, 20-39.
4. Heynen, H. (2011), “Mimarlık ve Modernite: Bir Eleştiri”, Versus Kitap, İstanbul.
5. Kütükçüoğlu, M. (2012), “Türkiye’nin İlk Ağır Sanayi Kenti Karabük”, Karabük Valiliđi Yayınları, Ankara.
6. Mortaş, A. (1936), “Evlerimiz”, Arkitekt Dergisi, 1936-1 (61), 24-27.
7. Saraçoğlu Gezer, A. M. (2018), “Erken Cumhuriyet Dönemi’nde Karabük’te Planlama Alanı Dışında Gelişen Yapıların Cephe Analizi: Bayır Mahallesi Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

EFFECTS OF ZIF-7 AND REARRANGEMENT CONDITIONS ON THE GAS SEPARATION PERFORMANCE OF THERMALLY REARRANGED HAB:ODA-IPCL COPOLYAMIDE MEMBRANES

Buse ÇOPUR

Selcuk University

Fatih DURAK

Istanbul University-Cerrahpaşa,

Assoc. Dr. Mehtap ŞAFAK BOROĞLU

Istanbul University-Cerrahpaşa

Prof. Dr. İsmail BOZ

Istanbul University-Cerrahpaşa

ABSTRACT

Gas separation processes with membranes, which are interesting in chemical technology, can be used in many different fields and are an alternative to traditional separation technologies. Generally, being able to work at room temperature and at desired dimensions brings economic advantages. With the developing technology, the research in this field has accelerated towards polymeric membranes with superior separation performance. Mixed matrix polymeric membranes have gained popularity as they combine the desired advantages of organic/inorganic fillers and polymers. Mixed matrix membranes have significant potential in industrial gas separation applications.

In this study, combination effects of both the new class of polymeric membranes, so-called thermally rearranged (TR) polymer membranes and mixed matrix membranes (MMMs) synthesis and properties of gas separation properties have been investigated. In the MMMs HAB:ODA(2:8)-IPCL copolyamide as continuous phase and Zeolitic Imidazolate Framework-7 (ZIF-7) as inorganic phase were selected.

In the first stage of the study, the synthesis of the ZIF-7 structure was carried out. ZIF-7 is formed by bridging benzimidazolate anions and zinc cations resulting in ethanol in a sodalite (SOD) topology. The synthesized ZIF-7 crystals were characterized using X-ray diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and multi-point BET surface analysis methods.

In the second stage of the study, polymer synthesis and addition of the zeolitic imidazolate structure were performed. HAB:ODA(2:8)-IPCL/ZIF-7 mixed matrix membranes were prepared by adding ZIF-7 at 0-10-20-30% by weight, respectively. Thermally rearranged treatment was performed to this membranes at 200, 250 and 350 °C. Gas transport properties of the membranes were investigated by single gas permeation experiments of H₂, CO₂ and CH₄ at 25 °C and 4 bar feed pressure. In addition to gas permeation experiments, the morphology characteristics of membranes were characterized by XRD, FT-IR and TGA analysis.

As a result of the pure gas permeability measurements, as the amount of ZIF added to the polymer matrix increases, the permeability of H₂, CO₂ and CH₄ increased while a partial increase in selectivity was observed. However, as the thermal rearrangement temperature applied to the membranes increased, a significant increase in both permeability and selectivity was observed. Thus, the thermal treatment regulated the polymer chains in the membrane and created significant differences in gas separation by increasing the temperature and increasing the free volume of the polymer matrix. These differences have been found to produce different effects on the gas pairs depending on the kinetic diameter of the gas molecules.

As a result, MMMs at all temperatures showed significant improvements in selectivity compared to pure membrane. Also in the complete conversion temperature (350 °C) ZIF-7/MMMs H₂

permeability and H₂/CH₄ selectivity has the highest value. Some of the membranes obtained in the study have passed the Robeson Upper Bound for H₂/CH₄ gas separation.

Keywords: Thermally rearranged polymers, zeolitic imidazolate framework, mixed matrix membranes, gas separation.

INTRODUCTION

Membrane separation technologies are alternative to traditional high energy consuming distillation based separation processes, natural gas and hydrogen purification processes [1].

Membranes in industrial gas separation processes are already accepted in applications such as purification of gases in the pipeline. These membrane processes are also applied in the development of biogas, oil recovery and CO₂ extraction from open sea wells. Membrane gas separation technology is particularly suitable for well operations [2]. Carbon dioxide in raw natural gas must be removed to meet the calorific properties and to reduce the logistics cost of pumping and shipping.

Thermally rearranged (TR) polymer membranes, emerging as a new class of microporous polymers, have mobilized researchers in the field of polymer science and technology due to their excellent chemical separation performance as well as strong chemical and thermal resistance [3].

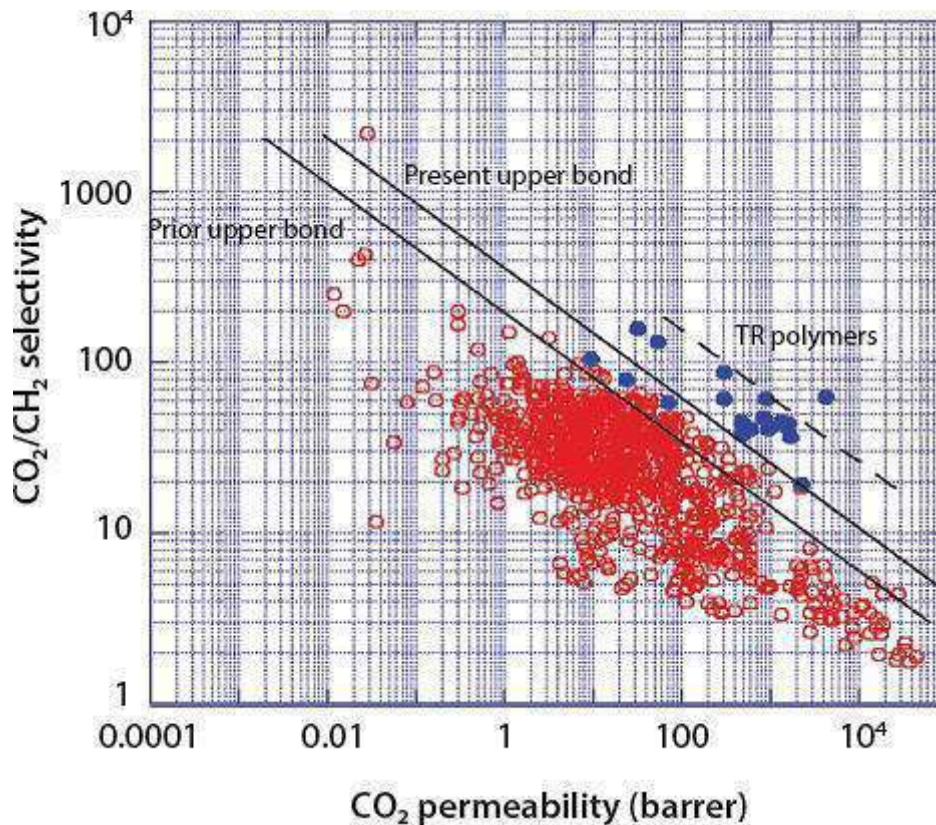


Figure 1: Robeson's upper bound correlation for H₂/CO₂ separation [4]

TR polymer membranes, known as thermally rearranged polymer membranes, are solid polymer membranes obtained from functionalized polyimide or polyamides for a period of time at a temperature range of 250-450 °C [5]. Functionalized polyimide or polyamides turn into a harder structure, polybenzoxazole, at this high temperature treatment [6]. The unique microstructure of the polybenzoxazole, high fraction free volume and void dimensions are created by the thermal rearrangement process, resulting in a noticeable increase in gas permeability [7]. In addition, TR polymers are resistant to CO₂-induced plasticization. This appears to be an interesting feature in the purification of gas streams containing high levels of CO₂ [8]. Figure 1, the CO₂ / CH₄ selectivity graph prepared by Robeson shows that the various polymer membranes are around the upper limit slope drawn in 1991, TR polymer membranes are among the most striking topics in the research in the membrane field since they exceed the upper limit curve of 2008 has become one. As the reason for passing the 2008 Robeson upper limit curve, it was stated that TR polymers are due to their properties such as high free volume and void dimensions in their structure [5].

Mixed matrix membranes, one of the membrane applications studied in recent years, have an important place in the literature in terms of their high permeability and selectivity or their ability to achieve both. Mixed matrix membranes consist of organic structured polymer and inorganic structured particles. They consist of polymer as bulk phase and inorganic particles (zeolite, carbon molecular sieve, nanoparticles) as dispersed phase [5].

Zeolitic Imidazolate Framework (ZIF) topologies constitute the subclass of Metal Organic Structures (MOF) that are similar to zeolites. ZIFs are researched materials to improve the gas separation properties of polymeric membranes and to go beyond the Robeson upper limit. Porous, flexible, chemically and thermally stable ZIFs are of great importance in the field of gas separation and storage due to their pore sizes less than 5 Å and their selective structure. [9].

In this study, it is aimed to produce mixed matrix membranes with thermally rearranged (TR) ZIF additive structure to be used in purification of natural gas. Due to their high gas permeability capacities and high selectivity, MOF based materials are of great importance in the separation and purification of gases such as H₂, CO₂, CH₄.

To take advantage of these properties of the MOF particles, MOF particles were added to the polymer solution, then TR treatment to the matrix membrane was carried out within the scope of the study. TR process is a heat treatment that takes place at high temperatures (between 200-500 °C). For this reason, the MOF particles to be selected must be resistant to high temperature. ZIFs, a subclass of metal organic structures (MOFs), generally show good strength up to 500 °C. For this purpose, Zeolitic Imidazolate Framework-7 (ZIF-7) was chosen as porous filling material.

In the first stage of the study, Zeolitic Imidazolate Framework-7 (ZIF-7) particles used as inorganic filler material were synthesized to be dispersed in the polymeric matrix. In the second step, the polymer solution was synthesized and then it was aimed to form the matrix membrane structure by adding zeolite imidazolate structures to the polymer solution. For this purpose, HAB:ODA(2:8)-IPCl/ZIF-7 mixed matrix membranes were prepared by adding ZIF-7 at 0-10-20-30% by weight, respectively. The mixed matrix membranes prepared were subjected to one-hour thermal rearrangement in an atmosphere of nitrogen gas at 250 °C and 350 °C.

The gas separation performances of the membranes synthesized in the initial, medium and full conversion states were examined. Characterization studies of ZIF-7 particles were done with XRD, FTIR and surface area measurement (BET). Physical, thermal and structural characteristics of doped and undoped membranes were examined with XRD, FT-IR and TGA.

Membranes prepared at the laboratory at 25 °C have a single gas permeability and ideal selectivity for hydrogen, methane and carbon dioxide at 4 bar pressure.

EXPERIMENTAL SECTION**Materials**

In ZIF-polymer mixed membranes, ZIF is defined as the dispersed phase, while the polymer has a continuous phase property. The properties and chemical structures of the materials to be used in synthesizing the polymer structure and ZIF-7 are given in Table 1 and Table 2. Moisture-free equipment, high purity monomers, anhydrous solvents were used for synthesis.

Monomers used as diamines were dried in the oven at 40 °C overnight to remove the moisture they absorbed.

Table 1: Monomers and chemicals used in ZIF-7 synthesis and their properties.

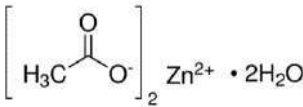
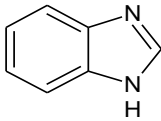
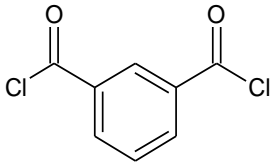
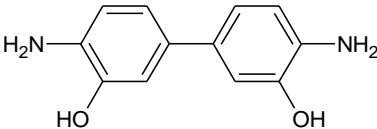
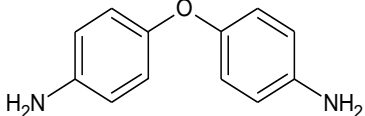
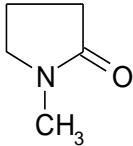
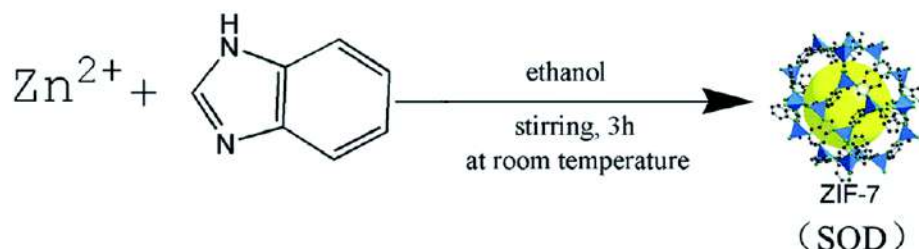
Monomers	Molecular weight (g/mol)	Chemical Structure	Company Name Provided
Zinc acetate dihydrate (%98) C₄H₆O₄Zn.2H₂O	219,5		Sigma Aldrich
Benzimidazole (%98) C₇H₆N₂	118,14		Sigma Aldrich
Methanol CH₃OH	32,04	CH ₃ OH	Sigma Aldrich
Ethanol C₂H₅OH	46	C ₂ H ₅ OH	Sigma Aldrich
25% Ammonium hydroxide aqueous solution	35,05	NH ₄ OH	Lachema

Table 2: Monomers and chemicals used in polymer synthesis and their properties.

Monomers	Molecular weight (g/mol)	Chemical Structure	Company Name Provided
isophthaloyl chloride (IPCl) (%99)C ₆ H ₄ -1,3-(COCl ₂)	203,02		Sigma Aldrich
3,3'-Dihydroxybenzidine (HAB) (%99) C ₁₂ H ₁₂ N ₂ O ₂	216,24		Tokyo Chemical Industry
4,4'-oxydianiline (ODA) (%97) C ₁₂ H ₁₂ N ₂ O	200,24		Sigma Aldrich
N-Methyl-2-pyrrolidone (NMP) C ₅ H ₉ NO	99,13		Merck

ZIF-7 Synthesis

ZIF-7 (Zn(bIm)₂, bIm=benzimidazolate) contains a crystallographic symmetrical six-membered-ring open-framework with SOD topology, composed of zinc ions through bridging by benzimidazolate [10]. ZIF-7 microcrystals in aqueous media was demonstrated using stoichiometric molar ratio of metal to ligand sources (1:2) exposure to ammonia atmosphere.

**Figure 2:** Structure and preparation route of ZIF-7

Huang, as stated in the Zhang et.al procedure; ZIF-7 particles were synthesized using Zn: bIm: NH₃: C₂H₅OH so that their molar ratios were 1: 2: 2: 300, respectively. 0.48 g benzimidazole is dissolved in 35 ml of ethanol. To the reaction is added 0.15 ml of ammonia aqueous solution as a catalyst. After waiting for a while to complete the mixing, 0.44 g of zinc acetate is added to the medium and magnetic stirring is done for 3 hours at room temperature. Centrifuge at 10000 rpm for 20 minutes to collect the resulting ZIF-7 nanoparticles. In order to remove unreacted reactants and clean the solvent remaining in the pores of the particles, wash with ethanol twice under the same conditions [11].

HAB: ODA (2:8)-IPCl Copolymer Synthesis

Diamines of 6 mmol HAB and 24 mmol of ODA are dissolved in 60 ml N-methyl-2-pyrrolidone solvent under mechanical mixing in a nitrogen atmosphere in a three neck reactor. After the dissolution of the diamines is completed, 30 ml of N-methyl-2-pyrrolidone and 30 mmol IPCl are added in the ice bath. The reaction is continued for 30 minutes due to the strong interactions of diacid chloride and diamines. After the reactor removed from the ice bath is brought to room temperature, it is precipitated in an equal volume of mixed ethanol-deionized water solution. After the resulting polymer is collected, washing is continued several times in deionized water. After drying for a few

hours at room temperature, drying is carried out at 100 °C for 24 hours [12]. Flow diagram of the polymer synthesis is provided in Figure 3.

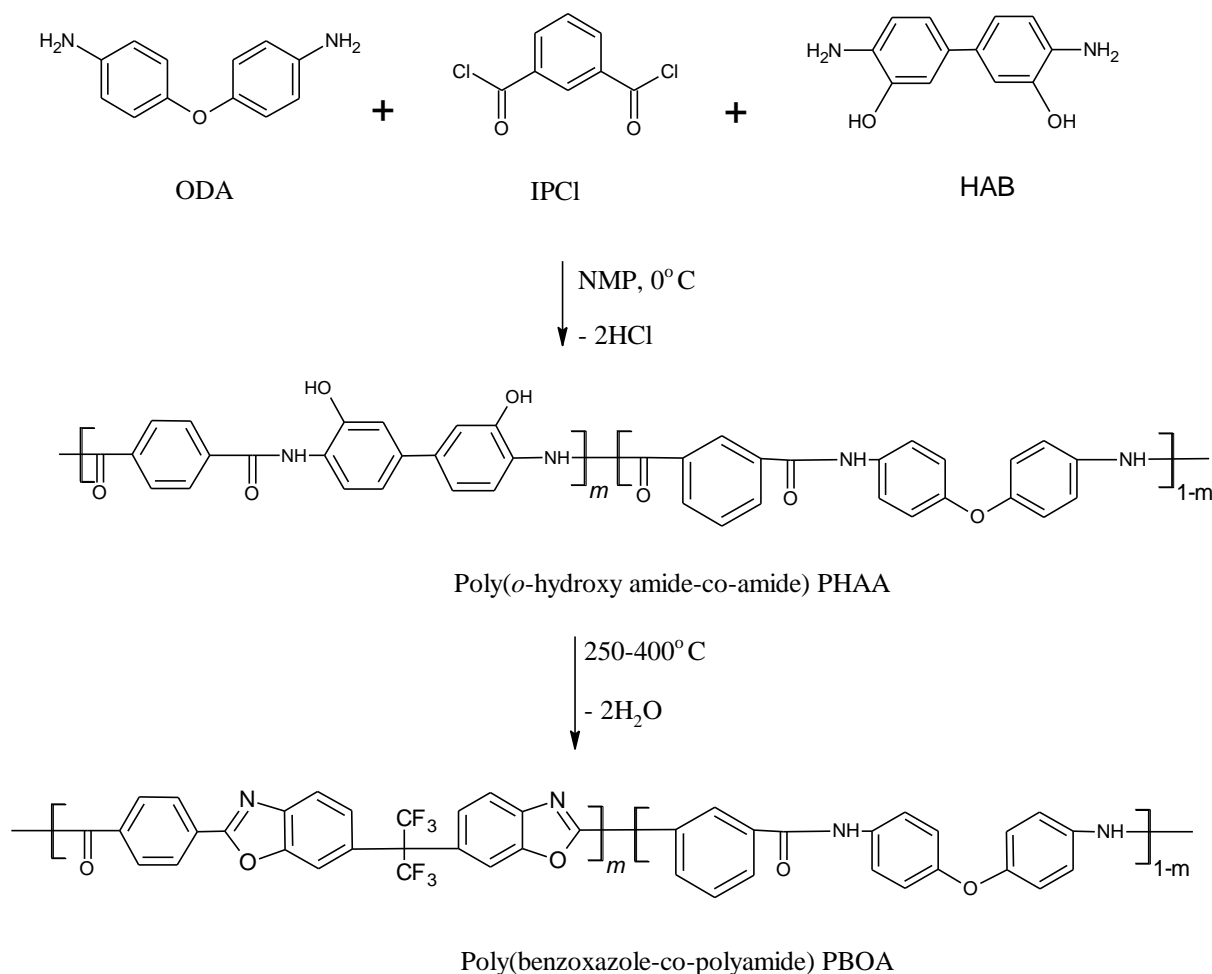


Figure 3: Schematic representation of the HAB: ODA (2: 8) – IPCI copolymer reaction.

Preparation of HAB: ODA (2:8)-IPCI /ZIF-7 Mixed Matrix Membranes (MMMs)

The solid polymer poly(*o*-hydroxyamide)-polyamide copolymer is made into solution with a 15% by weight NMP solvent after drying is completed. This solution is stirred for two days at room temperature to completely dissolve the polymer.

HAB:ODA(2: 8)-IPCI/ZIF-7 mixed matrix membranes were prepared so that the amount of ZIF structure was 10-20-30% by weight according to Eq. (1). For this purpose, ZIF filling material is weighed and distributed in NMP solvent. After being subjected to ultra-sonication for 2 hours, it is mixed in a mechanical mixer for 1 hour and then polymer addition is started. After adding a certain amount of polymer amount, mechanical mixing is done for two hours. After the mixing is complete, the undissolved ZIF nanoparticles are kept in the ultrasonic bath for half an hour to completely spread to the polymer intermediate layers. In the next steps, a certain amount of polymer is added and the process of adding polymer as half hour mechanical mixing-half hour ultrasonic bath is completed step by step and the prepared polymer-filling solution is left to magnetic stirring for one day at room temperature.

$$\text{Content of ZIF-7\%} = \left(\frac{W_{\text{ZIF-7}}}{W_{\text{ZIF-7}} + W_{\text{Polymer}}} \right) \times 100 \quad (1)$$

After the mixing process is completed, the solution obtained is spread on a glass surface of 10x15 cm² with a film application applicator of 400 μm. The film on the glass surface is placed in a vacuum oven heated to 80 °C. Films placed in the oven at 80 °C are kept for one day at this temperature. With

the formation of film, the glass is removed from the surface. Then the drying process is completed by keeping the oven at 100 and 150 °C for one hour and at 200 °C for two hours.

Thermal Rearrangement (TR) of MMMs

For the MMMs whose drying process is completed, the thermal rearrangement process is started. For this process, the membrane samples placed in the tube furnace are kept at these temperatures by increasing the temperature of 250 and 350 °C with an increase rate of 5 °C/min in an inert nitrogen gas environment of 200 ml/min.

Characterization techniques

The crystallographic structure of ZIF-7 and HAB:ODA(2:8)-IPCl/ZIF-7 membranes (MMMs) was collected using a Rigaku D/max-2200 Ultima X-ray diffractometer with CuK α radiation (40 kV and 30 mA) at a scan rate of $2\theta = 0.01^\circ/\text{s}$ from 2° to 40° .

FTIR spectra of the MMMs and ZIF-7 were collected on a Bruker Alpha-P ATR between 400 and 4000 cm^{-1} .

The textural properties of ZIF-7 particles was characterized the specific Brunauer–Emmet–Teller (BET) surface area, Langmuir surface area and pore volume and pore size distribution, the N₂ adsorption experiment was carried out at 77 K. BET surface area values of ZIF-7 particles were obtained by analysis performed on the Costech brand 1042 model sorptometer. Surface area measurements were made after the samples were pre-treated at 180 °C for 3 hours.

The thermal degradation behavior of the MMMs was performed using Shimadzu DTG-60H device. In the analysis, 5-6 mg weighed samples were heated in alumina crucible from room temperature to 800 °C with a heating rate of 10 °C/min under the air flow and thermal-oxidative degradation behaviors were determined.

The prepared MMMs are masked with self-adhesive aluminum foils after being cut circular for gas permeability tests. All measurements were performed at 25 °C. ¼ inch stainless steel pipes were used and the Leybold pump was used as a vacuum pump. Swagelok bellows valves with a helium leakage test of 4×10^{-9} cc/sec were used as valves to minimize leakages in the system. As a pressure transducer Leybold CTR 100 Ceravac, 10 Torr working transducer, and computer to display the displayer are used. The membrane is made of double O-rings (Viton, DuPont) on the cell and the mirror is shiny to ensure a smooth surface. The sintered metal was used to support the membrane at the bottom of the membrane cell.

The gas pressure to be fed to the system is kept constant at 4 ± 0.1 bar and gas is fed to the system with the help of the valve in the upper part of the membrane cell and the lower pressure change is recorded with the data recording program. The change in the pressure obtained in the experiments according to the constant volume-variable pressure method is used to calculate the gas flow through the membrane and its equation is shown in Eq. (2).

$$P = \frac{(\alpha_s - \alpha_l) \cdot V \cdot l}{A \cdot R \cdot T (\Delta p)} \quad (2)$$

Where P is the permeability of a membrane to gas and its unit is in Barrer ($1\text{ Barrer} = 1 \times 10^{-10}\text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm}/\text{cm}^2\text{ s cmHg}$), V is the volume of the downstream chamber (cm^3) and L is the film thickness (cm). A refers to the effective area of the membrane (cm^2), T is the experimental temperature (K). α_s is the slope of the change of the lower current pressure according to time (mbar/s) and α_l is the slope of the inflow occurring over time in the lower stream (mbar/s) [13]. The ideal selectivity, $\alpha_{A/B}$, is the ratio of permeability coefficients for a given gas pair and characterizes the ability of a polymer membrane to separate gas molecules. The general selectivity of a material is as shown in Eq. (3), depending on the diffusivity selectivity D_A/D_B and the S_A/S_B which has resolution selectivity [14].

$$\alpha_{AB} = \frac{P_A}{P_B} = \frac{D_A}{D_B} \times \frac{S_A}{S_B} \quad (3)$$

RESULTS and DISCUSSION

Characterizations of ZIF-7 Particles

XRD pattern of prepared ZIF-7 particles are shown in Figure 4a. The close matching of the peak locations of the XRD findings according to the theoretical and experimental method in Table 3 shows that the synthesized ZIF-7 particle has a good crystallinity and correct phase structure [10]. The most severe peak value of the ZIF-7 particle was formed at 2θ : 7.99° . Other characteristic peaks formed in the structure are peaks indicating the crystal structure of ZIF-7 at 2θ : 12.07° , 13.33° , 16.27° , 18.53° , 19.61° .

Table 3: The referenced theoretical and the synthesized ZIF-7 particle's XRD peaks [10].

Experimental XRD patterns (2θ)	7,4	7,99	12,05	13,27	15,38	16,49	18,55	19,76	21,09	21,51	22,91	31,87
Theoretical XRD patterns (2θ)	7,14	7,68	12,07	13,33	15,41	16,24	18,55	19,61	21,09	21,55	22,91	31,85

ZIF-7 particle FTIR peaks (Figure 4b) that appeared at 1455 and 750 cm^{-1} were identified as C = C and CH bonds which resulted from benzene functional group present in benzimidazole, the peak at 427 cm^{-1} shows the Zn-N strain [10], the aromatic ring of C=C, 1465 and 1611 cm^{-1} wavelength peaks and the peaks in the wavelength range of 2854 - 2920 cm^{-1} constitute the C-H strain from methyl.

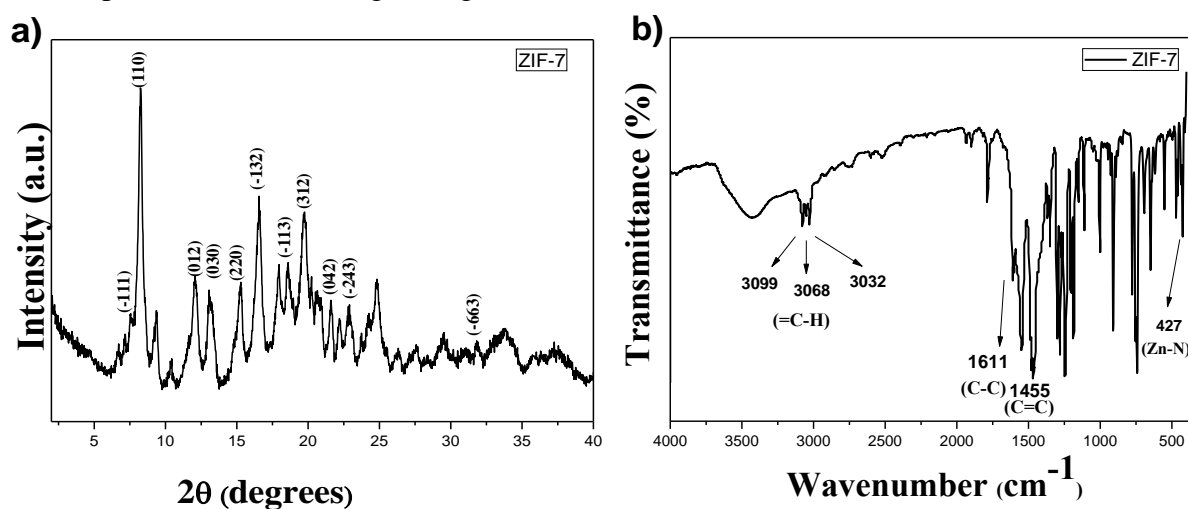


Figure 4: The synthesized ZIF-7 particles a) XRD pattern b) FT-IR peaks

The pore textural properties of ZIF-7 sample are given in Table 4. Apparent surface areas of $315.30\text{ m}^2/\text{g}$ (BET) and $475.07\text{ m}^2/\text{g}$ (Langmuir) for ZIF-7 were calculated by using the data points on the adsorption branch. The BET surface area we got here ($315.30\text{ m}^2/\text{g}$) is a little bit smaller than Li's result (BET surface area is $362\text{ m}^2/\text{g}$, calculated by nitrogen adsorption at 77 K) [15] and simulated result (BET surface area is $405 \pm 20\text{ m}^2/\text{g}$) [16]. The shape of the nitrogen sorption isotherm (Figure 5) for ZIF-7 nanocrystals showed a type II isotherm.

Table 4: Textural properties of ZIF-7 sample.

BET surface area (m^2/g)	Langmuir surface area (m^2/g)	Total pore volume (mm^3/g)	Micropore volume (mm^3/g)
315.30	475.07	325.54	131.17

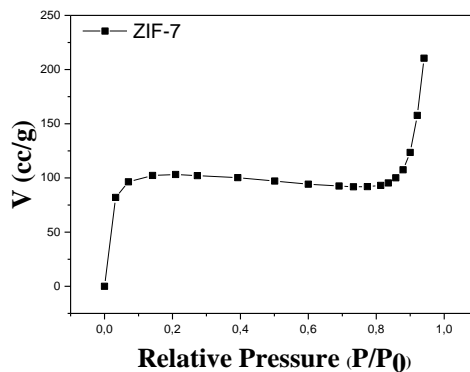


Figure 5: The N₂ adsorption isotherm of ZIF-7 nanoparticles at 77 K.

Characterizations of Thermal Rearrangement (TR) ZIF-7 Composite Mixed-Matrix Membrane (MMMs)

XRD pattern graphics of pure and doped ZIF-7 membranes at 200 °C (PHAA), 250 °C (PHBOA) and 350 °C (PBOA) thermal rearrangement are given in Figure 6a, b and c. As a result of copolymer synthesis, the accuracy of the pure polymer was proved by XRD graphics. HAB:ODA(2: 8)-IPCl copolymer gave a wide and weak amorphous peak around 20°. After thermal rearrangement, HAB:ODA(2: 8)-IPCl copolymer peaks wasn't change significant. However, it was observed that the crystallinity increased when the processing temperature reached 350 °C. At the same time, it is seen that ZIF-7 doped membranes (MMMs) given XRD graphics have a certain crystal structure arrangement different from pure polymer according to their temperatures. Characterizing the crystal structure of ZIF-7, the XRD peaks 7.99, 12.07, 16.27, 18.53 and 19.61° are also reflected in the membranes. As the amount of ZIF-7 added to the structure of the copolymer increased, its crystallinities increased compared to the pure polymer. Peaks appeared significantly on the MMMs containing 30% ZIF-7.

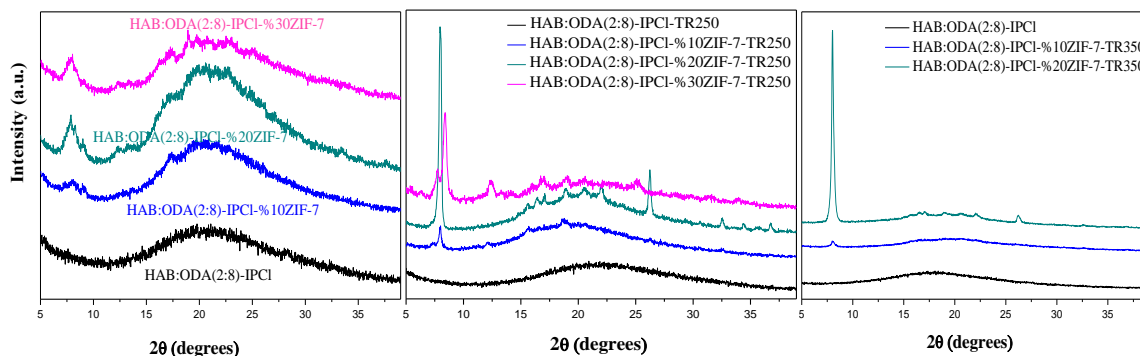


Figure 6: XRD patterns of MMMs thermal rearrangement at a) 200° C b) 250 c) 350° C.

According to FTIR graphics (Figure 7 a,b,c) of pure membrane and MMMs at all temperatures, the C-N band of the amide part in the wavelength range from 1487 cm⁻¹ to 1512 cm⁻¹, C=O bond at the ether connection at 1215 cm⁻¹, 1460 cm⁻¹ wave C=N bond around the length, 1050 cm⁻¹ C-O-C benzoxazole ring bond and are peaks proving the polymer structure of 1650 cm⁻¹ carbonyl bond. While the peak intensity showing the PBO structure decreased in the medium conversion at 250 °C (Figure 7b), this peak disappeared in the full conversion at 350 °C (Figure 7c). While the absorption intensity of the benzoxazole ring increased during the thermal rearrangement process, the absorption intensity of the carbonyl band decreased. HAB:ODA(2: 8)-IPCl/ZIF-7 (MMMs) have been found to maintain stability of both ZIF-7 and polymer structure at 200, 250 and 350 °C. The characteristic peak of the ZIF-7 structure showed the presence of C-H bond strain on the membranes at 750 cm⁻¹ at

all temperature stages. The ZIF-7 structure and the polymer's stability of the benzoxazole structure at 350 °C are in the direction that confirms the TR-ZIF method.

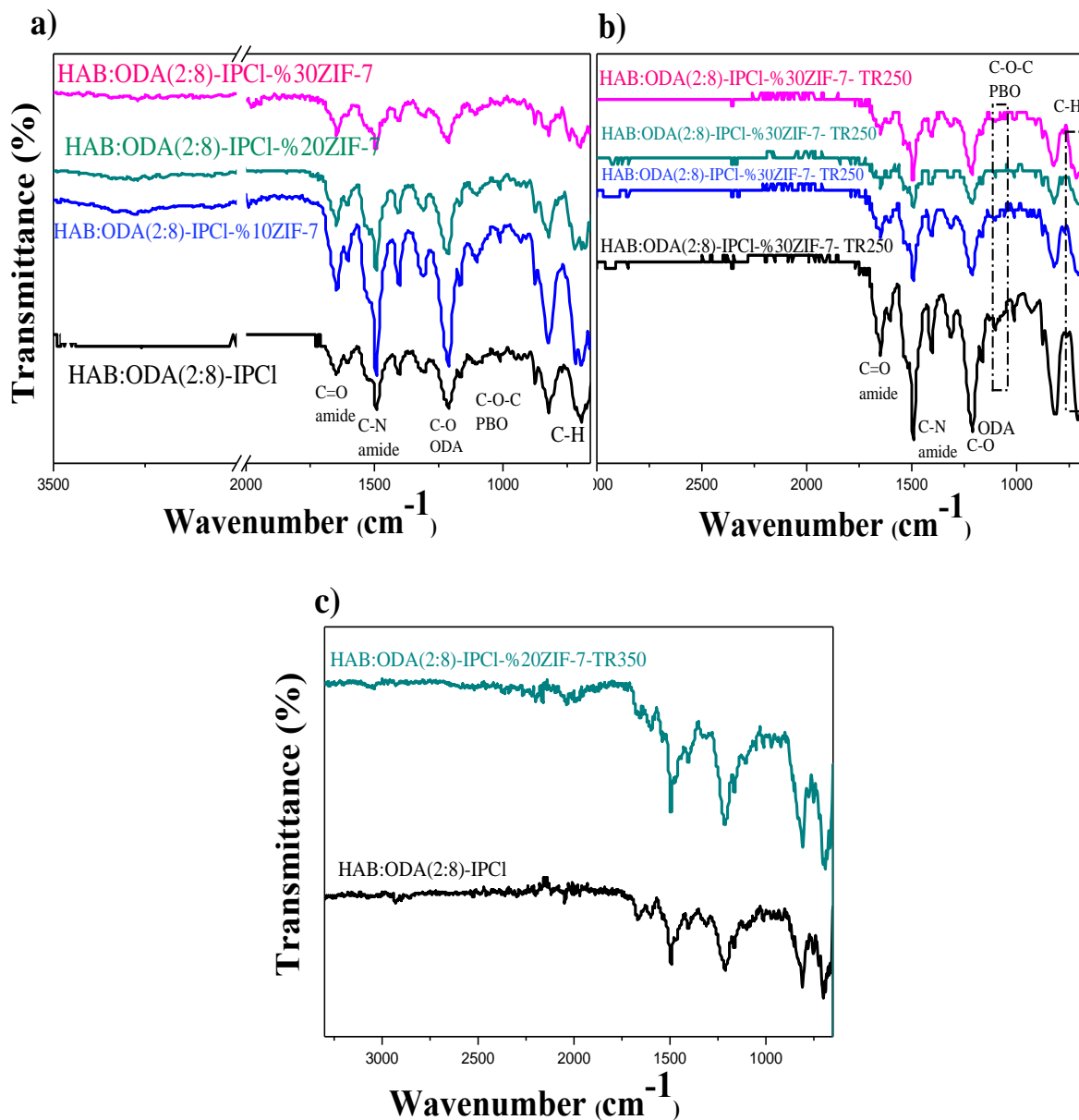


Figure 7: FT-IR peaks of pure membrane and MMMs thermal rearrangement at **a)** 200 °C **b)** 250 °C **c)** 350 °C.

TGA diagrams of the MMMs heat treated at 200 °C (Figure 8a) were examined, it was observed that the degradation was 3-step and the decay start temperature decreased slightly. The first step (200-360 °C) includes the water discharge from the structure as a result of the dehydration reaction and its conversion to the polybenzoxazole structure, which is the full conversion structure, the second and third steps (380-630 °C) includes the degradation of ZIF-7 structure and the polymer backbone. MMMs with thermal rearrangement (TR) at 250 °C (Figure 8b), according to the TGA results, the thermal decomposition temperature of the membranes was found to be approximately 420 °C. The reason for the low mass decrease up to 250 °C at this stage is due to the low part of the amide group that turns into PBO structure by cyclization. The second and third steps include degradation of the polymer and ZnO structure. MMMs with TR at 350 °C (Figure 8c), according to the TGA results, the thermal decomposition temperature of the membranes was found to be approximately 450 °C. It is seen in the TGA diagrams that there is no reaction of solvent and water outlet by obtaining the full conversion structure to PBO at 350 °C. As the amount of ZIF-7 added to the polymer structure

increased in the TGA graphs of TR membranes at 200 °C (PHAA), 250 °C (PHBOA) and 350 °C (PBOA), the ZnO structure remaining after 600 °C increased.

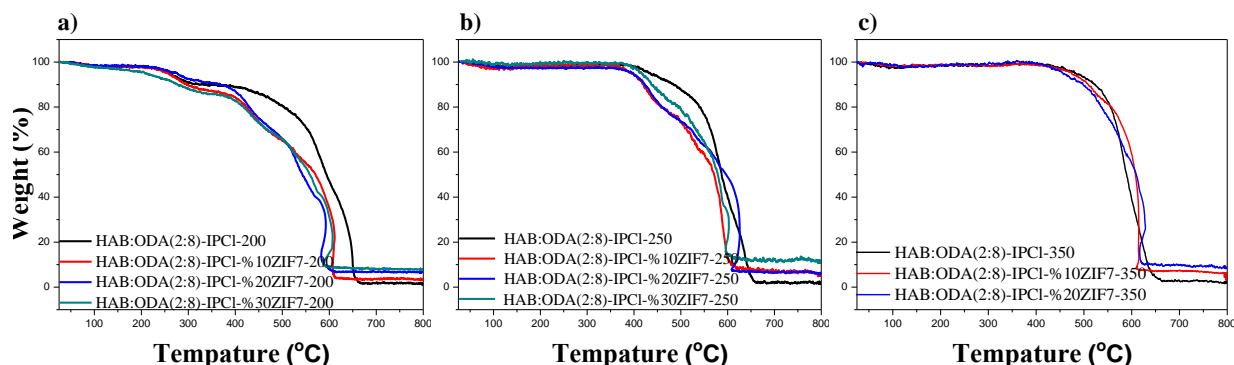


Figure 8: TGA graphics of pure membrane and MMMs thermal rearrangement at a) 200 °C b) 250 °C c) 350 °C.

Separation Properties

Gas permeability values of membranes and ideal selectivity of CO_2/CH_4 , H_2/CH_4 , H_2/CO_2 were calculated. The results obtained are given in Table 5 for initial (200 °C, PHBOA), medium conversion (250 °C, PBOA) and full conversion (350 °C, PBOA) states, respectively.

In Figure 9 the permeability and selectivity results according to ZIF-7 amount are shown graphically for the initial (200 °C – Fig. 9a), medium conversion (250 °C - Fig. 9b) and full conversion (350 °C- Fig. 9c) states. Since the kinetic diameter of the H_2 and CO_2 gas molecules is smaller than the kinetic diameter of the CH_4 gas molecule, it is easier to diffuse H_2 and CO_2 from the polymer and ZIF-7 pores. According to the results of gas separation of the MMMs, there is an increase compared to the membrane without additive for all gases. H_2 , CH_4 and CO_2 permeability increased compared to pure membrane with increasing amount of ZIF-7.

One of the factors affecting gas permeability in TR polymers is proportional free volume (FFV). Chemical changes occurring during the TR process cause an increase in FFV. The polyhydroxyamide-co-amide (PHAA-200) step is the thermal reaction before the main chains provide sufficient mobility. At this stage, sufficient segmental mobility to achieve high gas permeability has not been achieved. The formation of the intermediate conversion poly (hydroxyamide-benzoxazole-amide) (PHBOA-250) copolymer is the first step of thermal cyclization. With full conversion in the first and second steps, polymer chains have sufficient mobility and it is possible to reorganize the structure thermally. The thermal rearrangement process creates a microporous structure with an increase in free volume and therefore the gas permeability values of TR polymers increase.

When the gas separation properties of PHAA TR at 200 °C, PHBOA TR at 250 °C and PBOA TR at 350 °C are examined, it is seen that the gas permeability and selectivity values increase as the TR temperature increases.

HAB:ODA(2: 8)-IPCI/30% ZIF-7 doped membrane is obtained in full conversion process at 350 °C, but the film has become very fragile due to the increase in polymer structure inorganic material. Since these MMMs cannot withstand the vacuum effect in the gas permeability system, measurement could not be taken.

On the other hand, the HAB:ODA(2: 8)-IPCI MMMs, which are processed at 350 °C, have lower gas permeability values in mixed matrix membranes containing 20% ZIF-7 for all studied gases. In the literature, when high values are reached in the ratio of nano-scale filling in mixed matrix membrane, the decrease in permeability trends is found similar to this study. Ordóñez et al conducted single gas separation experiments for H_2 , CO_2 , O_2 , N_2 and CH_4 for Matrimid mixed matrix membranes containing ZIF-8. They stated that Matrimid membranes containing up to 40% ZIF-8 had an increase

in gas permeability. However, it has been stated that the gas permeability values of mixed matrix membranes that contain 50% and 60% ZIF-8 prepared, while the selectivity values increased with all ZIF-8 loading [17].

When the gas separation properties of PHAA treated at 200 °C, PHBOA treated at 250 °C and PBOA treated at 350 °C were analyzed, it was observed that the gas permeability values increased and their selectivity decreased.

Selectivity-permeability graphic is given in Figure 10 a,b as the Robeson polymer upper bound 1991 and 2008 diagram showing the suitability of a membrane for commercial use of H₂/CH₄ and CO₂/CH₄ gas pairs prepared in this study.

Considering the gas separation performances of the membranes obtained as a result, in the studies conducted in the literature on the Robeson curve, an increase in permeability was observed, while the trend in our TR-ZIF study was in the direction of both selectivity and permeability increase. It is a situation encountered in studies where the permeability values reduce for some gases and polymers. Gas permeability values decreased in membranes that heat treated at 250 °C. While H₂ gas permeability is continuously increasing for membranes at 200 and 350 °C, CH₄ permeability tends to decrease. CO₂ permeability fluctuates slightly. In all cases, the selectivity values are towards improvement. The polymer region solidified around the particle may improve the diffusivity selectivity due to the low mobility of the polymer chains. High diffusivity selection can be achieved near the particle and as a result of low gas permeability. As a result, an increase in selectivity occurs with the decrease in gas permeability [18]. Moreover, providing both permeability and selectivity increase in the polymer membrane shows a very good agreement between the additive and the filler [19]. The reason why CH₄ permeability of mixed matrix membranes decreases with increasing additive amount is thought to be due to the decrease of the diffusivity of CH₄ diffusivity with added ZIF amounts [20].

Table 5: HAB: ODA (2: 8) -IPCl / ZIF-7 MMMs gas permeability and selectivity results at 200 °C TR 250 °C and TR 350 °C.

Membrane	Permeability (Barrer)			Ideal Selectivity (α)		
	P(H ₂)	P(CH ₄)	P(CO ₂)	α (H ₂ /CH ₄)	α (H ₂ /CO ₂)	α (CO ₂ /CH ₄)
HAB:ODA(2:8)-IPCl-200	1.43	0.11	0.27	13.00	5.30	2.45
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%10ZIF-7-200	17.4	0.062	2.30	280.6	7.57	37.09
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%20ZIF-7-200	23.3	0.153	3.02	152.8	7.71	19.74
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%30ZIF-7-200	34.4	0.74	.27	46.49	6.52	7.12
HAB:ODA(2:8)-IPCl-TR 250	3.98	0.18	0.40	30.60	9.95	2.22
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%10ZIF-7-TR 250	4.36	0.031	0.47	147.00	11.80	15.20
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%20ZIF-7-TR 250	17.71	0.050	2.12	354.20	8.35	42.40
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%30ZIF-7-TR 250	17.18	0.040	2.07	429.50	9.54	51.75
HAB:ODA(2:8)-IPCl-TR 350	7.01	0.26	1.01	27.00	6.94	3.88
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%10ZIF-7-TR 350	48.51	0.73	4.70	66.50	8.42	6.44
HAB:ODA(2:8)-IPCl-%20ZIF-7-TR 350	11.12	0.18	0.46	61.78	24.17	2.58

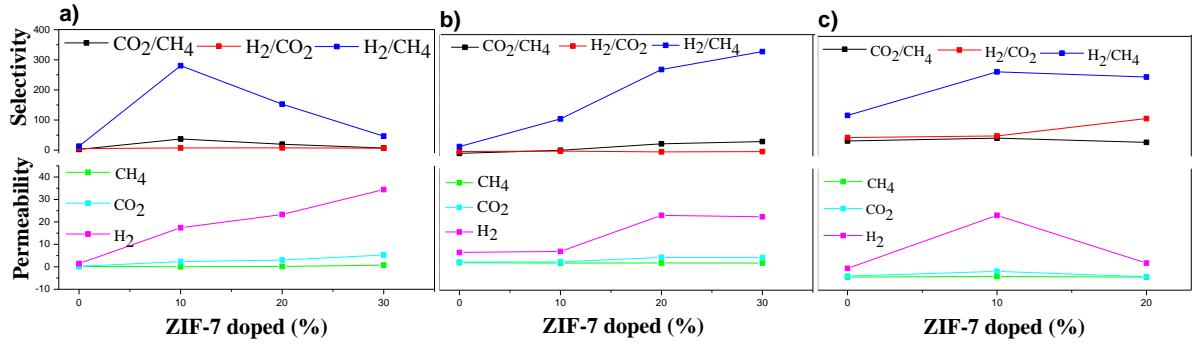


Figure 9: Gas separation performances of MMMs processed at a) 200 °C b) 250 °C c) 350 °C according to ZIF-7 change.

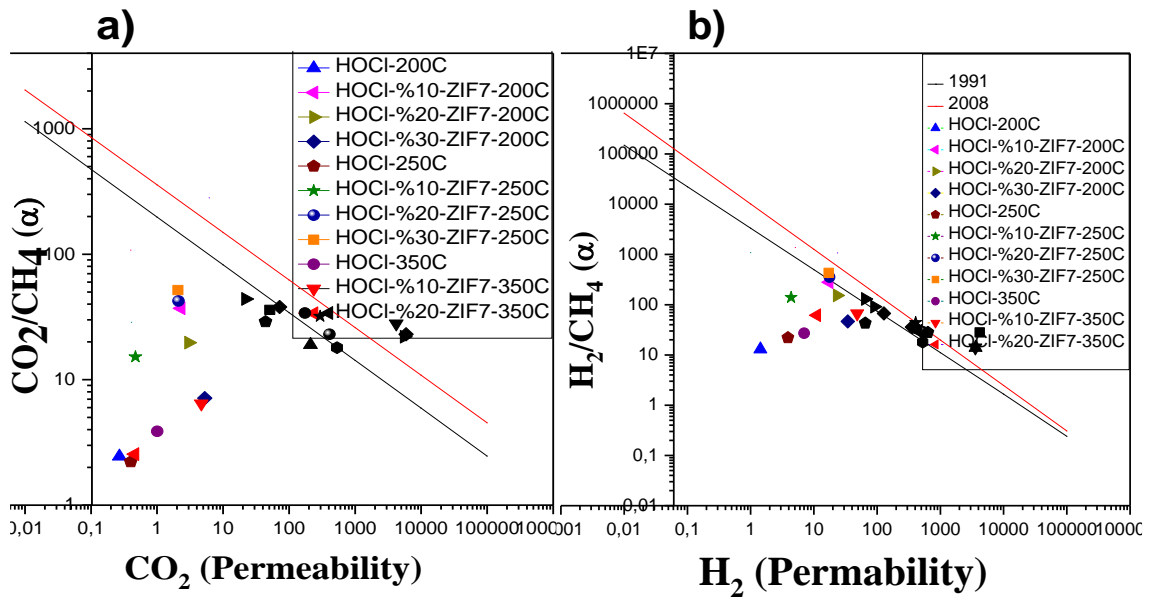


Figure 10: Positions of Robeson upper bound 1991 and 2008 according to the gases of permeability and selectivity results the membranes processed at 200, 250 and 350 °C.

CONCLUSION

In this study, ZIF-7, nano-sized MOF, was successfully synthesized and added to the HAB: ODA (2:8) - IPCI copolymer to make a mixed matrix membrane. Nano-size ZIF-7 was confirmed by both XRD and FTIR. In addition, the isotherm curve was determined by the BET surface area. XRD further revealed the integrity of ZIF-7 crystallinity inside PHA-ZIF7 nanocomposites before and after thermal cyclodehydration and the conversion of PHA into PBO was demonstrated by FTIR. According to the results of TGA analysis of ZIF doped MMMs, two-stage mass loss occurred in the initial membranes (200 °C). This is because the hydroxyl group turns into a polybenzoxazole structure by cyclization of the amide group. The degradation in fully converted membranes (350 °C) is single-step, indicating that the conversion from the polyhydroxyamide-co-amide (PHAA) and polyhydroxyamide-benzoxazole-amide (PHBOA) step to the polybenzoxazole-amide (PBOA) structure. In addition, this proves that the membranes in the polybenzoxazole structure show good thermal stability and that TR polymers can be used under harsh operating conditions [21]. Their H₂/CH₄ performance not only passed the 1991 upper-bound but also moved closer to the 2008 upper-bound. The best performing HAB:ODA(2:8)-IPCI-%30 ZIF-7-TR 250 nanocomposite has H₂ permeability of 17.18 Barrer, H₂/CH₄ selectivity of 429.50 and H₂/CH₄ selectivity of 51.75.

Acknowledgement:

This research work was supported by Istanbul University-Cerrahpasa Scientific Research Projects Department (BAP Project No 54047) and Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), Grant No: KBAG-115Z392.

REFERENCES

1. Xiao, Y., et al., *Effects of brominating Matrimid polyimide on the physical and gas transport properties of derived carbon membranes*. *Macromolecules*, 2005. **38**(24): p. 10042-10049.
2. Khalilpour, R., et al., *Membrane-based carbon capture from flue gas: a review*. *Journal of Cleaner Production*, 2015. **103**: p. 286-300.
3. Wang, H. and T.-S. Chung, *The evolution of physicochemical and gas transport properties of thermally rearranged polyhydroxyamide (PHA)*. *Journal of membrane science*, 2011. **385**: p. 86-95.
4. Robeson, L.M., *The upper bound revisited*. *Journal of membrane science*, 2008. **320**(1-2): p. 390-400.
5. Kim, S. and Y.M. Lee, *Rigid and microporous polymers for gas separation membranes*. *Progress in Polymer Science*, 2015. **43**: p. 1-32.
6. Sanders, D.F., et al., *Influence of polyimide precursor synthesis route and ortho-position functional group on thermally rearranged (TR) polymer properties: Conversion and free volume*. *Polymer*, 2014. **55**(7): p. 1636-1647.
7. Liu, W. and W. Xie, *Acetate-functional thermally rearranged polyimides based on 2, 2-bis(3-amino-4-hydroxyphenyl) hexafluoropropane and various dianhydrides for gas separations*. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2014. **53**(2): p. 871-879.
8. Sanders, D.F., et al., *Gas permeability, diffusivity, and free volume of thermally rearranged polymers based on 3, 3'-dihydroxy-4, 4'-diamino-biphenyl (HAB) and 2, 2'-bis-(3, 4-dicarboxyphenyl) hexafluoropropane dianhydride (6FDA)*. *Journal of membrane science*, 2012. **409**: p. 232-241.
9. Melgar, V.M.A., J. Kim, and M.R. Othman, *Zeolitic imidazolate framework membranes for gas separation: a review of synthesis methods and gas separation performance*. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2015. **28**: p. 1-15.

10. Huang, X., J. Zhang, and X. Chen, *[Zn (bim) 2]·(H₂O) 1.67: A metal-organic open-framework with sodalite topology*. Chinese Science Bulletin, 2003. **48**(15): p. 1531-1534.
11. He, M., et al., *Toluene-assisted synthesis of RHO-type zeolitic imidazolate frameworks: synthesis and formation mechanism of ZIF-11 and ZIF-12*. Dalton Transactions, 2013. **42**(47): p. 16608-16613.
12. Do, Y.S., et al., *Thermally rearranged (TR) poly (benzoxazole-co-amide) membranes for hydrogen separation derived from 3, 3'-dihydroxy-4, 4'-diamino-biphenyl (HAB), 4, 4'-oxydianiline (ODA) and isophthaloyl chloride (IPCl)*. Journal of membrane science, 2013. **446**: p. 294-302.
13. Baker, R.W., *Membrane technology and applications*. 2012: John Wiley & Sons.
14. Pabby, A.K., S.S. Rizvi, and A.M.S. Requena, *Handbook of membrane separations: chemical, pharmaceutical, food, and biotechnological applications*. 2008: CRC press.
15. Li, T., et al., *Carbon dioxide selective mixed matrix composite membrane containing ZIF-7 nano-fillers*. Journal of membrane science, 2013. **425**: p. 235-242.
16. Morris, W., et al., *A combined experimental-computational study on the effect of topology on carbon dioxide adsorption in zeolitic imidazolate frameworks*. The Journal of Physical Chemistry C, 2012. **116**(45): p. 24084-24090.
17. Ordonez, M.J.C., *Gas permeability and selectivity properties of ZIF-8/Matrimid mixed-matrix membranes*. 2009: The University of Texas at Dallas.
18. Nik, O.G., X.Y. Chen, and S. Kaliaguine, *Functionalized metal organic framework-polyimide mixed matrix membranes for CO₂/CH₄ separation*. Journal of Membrane Science, 2012. **413**: p. 48-61.
19. Basu, S., A. Cano-Odena, and I.F. Vankelecom, *MOF-containing mixed-matrix membranes for CO₂/CH₄ and CO₂/N₂ binary gas mixture separations*. Separation and Purification Technology, 2011. **81**(1): p. 31-40.
20. Cong, H., et al., *Polymer-inorganic nanocomposite membranes for gas separation*. Separation and purification technology, 2007. **55**(3): p. 281-291.
21. HUAN, W., *Thermally Rearranged Polymeric Membranes for Gas Separation*. 2013.

**ADÖLESANLARDA DİJİTAL OYUN BAĞIMLILIĞI, SOSYAL KAYGI VE
EBEVEYN TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ**
THE RELATIONSHIP BETWEEN DIGITAL GAME ADDICTION, SOCIAL ANXIETY
AND PARENT ATTITUDES IN ADOLESCENTS

Çiğdem GENİŞ
Prof. Dr. Sultan AYZAZ ALKAYA
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Adölesan dönem, çocukluk ile yetişkinlik arasındaki olgunlaşma dönemidir. Bu dönemde adölesan biyolojik, psikolojik ve sosyal değişimlere uyum sağlamakta zorlanabilir. Bundan dolayı problem davranışlar gibi uyum sorunları ortaya çıkabilir. Problem davranışlar, adölesanın gelişim görevlerini başarmasına, kendisinden beklenen sosyal rolleri yerine getirmesine, yeterlik ve başarı duygusunu hissetmesine engel olan davranışlardır. Bu problem davranışlardan biri de dijital oyun bağımlılığıdır. Adölesan dönemdeki ebeveyn tutumunun ve sosyal kaygının dijital oyun bağımlılığı ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu derlemede adölesan dönemde dijital oyun bağımlılığı, sosyal kaygı ve ebeveyn tutumları arasındaki ilişki gözden geçirilmiştir.

Adölesan dönemde oyun; eğlence, duygusal başa çıkma, gerçeklikten kaçış, heyecan ve meydan okuma gibi psikolojik ihtiyaçlar ve motivasyonlarla oynanır. Normal düzeyde oynanan oyunun bazı fiziksel ve bilişsel faydaları vardır. Ayrıca aile ve akranlarla ilişkilerin iyileştirilmesine de katkı sağlamaktadır. Ancak, aşırı oyun oynamanın okul başarısı, fiziksel aktivite ve uyku üzerinde olumsuz etkisi olabilmektedir. Bu olumsuz etkiler depresyon ve kaygı bozukluğu riskini artırır. Adölesan dönemde sık görülen sosyal kaygı, dijital oyun bağımlılığı olan bireylerde daha yüksek düzeydedir. Ayrıca bu bireylerde kişilerarası ilişkilerin zayıfladığı bilinmektedir. Ailenin adölesan üzerinde etkisinin azaldığı düşünülse de adölesan dönem bireyin aileye en çok gereksinim duyduğu dönemlerden biridir. Adölesan dönemde aile ortamında var olan aile içi şiddet ve olumsuz aile ortamı adölesanların problem davranışlara yönelme olasılıklarını arttırmaktadır. Bununla birlikte ebeveyn kısıtlaması da adölesanın oyun bağımlısı olmasına katkıda bulunabilir. Bu dönemde, ailenin sorunlu davranışlara karşı önleyici ve müdahaleci tutumlarda önemli bir faktör olduğu unutulmamalıdır.

Adölesan dönemde görülen bu sorunların okul hayatında kesintiye neden olabileceği ve okul başarısı üzerinde olumsuz bir etki oluşturabileceği belirtilmektedir. Okul sağlığı hemşireliği, çocuk ve adölesanların sağlık sorunlarını belirleme ve çözümünde kilit insan gücüdür. Gelecekteki sağlıklı toplumun temelini atılmasında, kaliteli bir okul sağlığı hizmetinin verilmesinde, daha sağlıklı bir gençlik ve üretken bir toplum yaratmada ayrı bir öneme sahiptir. Okul sağlığı hemşirelerinin oyun bağımlılığı ile ilgili farkındalık programları geliştirmeleri ve uygulamaları koruyucu tedbirler olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Oyun bağımlılığı, sosyal kaygı, anne-baba tutumu, adölesan

ABSTRACT

The adolescent period is the period of maturation between childhood and adulthood. During this period, adolescents may find it difficult to adapt to biological, psychological and social changes. Therefore, compliance problems such as problem behaviors may arise. Problem behaviors are behaviors that prevent the adolescent from achieving their developmental duties, fulfilling the social roles expected from him, and feeling a sense of competence and accomplishment. One of these problem behaviors is digital game addiction. It is known that parental attitude and social anxiety in adolescence are related to digital game addiction. In this review, the relationship between digital game addiction, social anxiety and parental attitude in adolescent period is reviewed.

Play in the adolescent period; It is played with psychological needs and motivations such as entertainment, emotional coping, escape from reality, excitement and challenge. The game played at normal level has some physical and cognitive benefits. It also contributes to the improvement of relations with family and peers. However, excessive game playing can have a negative impact on school success, physical activity and sleep. These negative effects increase the risk of depression and anxiety disorder. Social anxiety, which is common in the adolescent period, is higher in individuals with digital game addiction. It is also known that interpersonal relationships are weakened in these individuals. Although the effect of the family on adolescents is thought to decrease, adolescent period is one of the periods when the individual needs the family the most. Family violence and negative family environment that exist in the family environment in the adolescent period increase the probability of adolescents to turn towards problem behaviors. However, parental restriction can also contribute to the adolescent becoming a game addict. It should not be forgotten that the family is an important factor in preventive and interfering attitudes towards problem behaviors during this period.

It is stated that these problems seen in the adolescent period may cause cuts in school life and may have a negative impact on school success. School health nursing is a key manpower in identifying and resolving the health problems of children and adolescents. It has a special importance in laying the foundation of the future healthy society, providing a quality school health service, creating a healthier youth and a productive society. It will be protective measures for school health nurses to develop and implement awareness programs related to game addiction.

Keywords: Game addiction, social anxiety, parental attitude, adolescence

1.GİRİŞ

Adölesan dönem, çocukluk ile yetişkinlik arasındaki olgunlaşma dönemidir. Bu dönem, akran ilişkisinin derinleştiği, kendi kendine karar verme mekanizmalarının arttığı, zihinsel anlamdaki ilgiler ve sosyal aidiyetin arandığı bir geçiş dönemidir (Sadock, Sadock, & Ruiz, 2016). Bu geçiş döneminde adölesan bedensel, cinsel, sosyal ve duygusal anlamda farklı bir döneme girmekte, bu gelişim alanlarında yaşadığı süreçler nedeni ile kendisini farklı hissetmekte ve çoğu zaman aile ve çevresindeki bireylerle iletişimde güçlükler çekmektedir (Yavuzer, 2007).

Adölesan dönemde oluşan farklılıkların yarattığı gerginlik dolayısıyla adölesan biyolojik, psikolojik ve sosyal değişimlere uyum sağlamaya zorlanabilmekte ve bu değişimler uyum sorunlarına neden olabilmektedir. Adölesan dönemde görülen bu uyum sorunlarından biri, psiko-sosyal açıdan adölesanın hem gelişimini hem de sosyal uyumunu ve fiziksel sağlığını tehlikeye sokan davranışlar olarak tanımlanan problem davranışlardır. Bu davranışlar doğrudan veya dolaylı olarak bireyin sağlığını, öznel iyilik halini ve sosyal hayatını olumsuz yönde etkiler ve adölesanın gelişim görevlerini başarmasını engelleyerek, kendisinden beklenen sosyal rolleri yerine getirmesine, başarı ve yeterlilik duygusunu hissetmesine engel olurlar (Arslan & Balkıs, 2014; Durualp & Çiçekoğlu, 2013). Farklı problem davranışların en çok ergenlik döneminde yoğunlaştığı ve Türkiye’de problem davranışların görülme sıklığının ergenlerde giderek arttığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte, ergenlik döneminde yaşanan bir problem davranışın, başka problem davranışların görülme olasılığını arttırdığı belirtilmektedir (Kutsal, 2018). Yapılan bazı çalışmalarda, dijital oyun bağımlılığında problem davranışların yaşandığı görülmüştür (Burak & Ahmetoğlu, 2015; Swing, Gentile, Anderson, & Walsh, 2010; Wong & Lam, 2016).

2.DİJİTAL OYUN BAĞIMLILIĞI, SOSYAL KAYGI VE EBEVEYN TUTUMLARI

Birçok alanda yaşamı kolaylaştıran bilgisayar ve internet, aynı zamanda oyun ve eğlence aracı olarak da giderek daha fazla ilgi gören bir alan haline gelmiştir (İrmak & Erdoğan, 2016). İnternet oyun etkinlikleri, adölesanların eğlence ve sosyal arayışlarında önemli bir rol oynamaktadır (Schneider, King, & Delfabbro, 2017). Oyun, eğlence ve boş zaman, duygusal

başa çıkma (yalnızlıkta oyalanma, izolasyon ve can sıkıntısı, stres atma, rahatlama, öfke ve hayal kırıklığı boşaltımı), gerçeklikten kaçış, kişilerarası ve sosyal ihtiyaçların tatmini (arkadaş edinmek, dostlukların güçlendirilmesi, ait olma ve tanınma), başarı ihtiyacı, heyecan ve meydan okuma ihtiyacı ve güç ihtiyacı (üstünlük duygusu, kontrol arzusu ve kendine güveni kolaylaştırması) gibi psikolojik ihtiyaçlar ve motivasyonlarla oynanmaktadır (Wan & Wen-Bin Chiou, 2013). Bunun sonucunda tüm günlerini bilgisayar başında geçiren çocuklar ve çocukları ile iletişim kuramadıklarından şikâyet eden aileler artmaktadır (Çakır, 2013).

Adölesan ve genç erişkinlerin önceleri parklarda ve sokaklarda yaşadıkları oyun etkinlikleri, son yıllarda evlerde ya da internet/oyun salonlarında, bilgisayar başında gerçekleştirilen sanal etkinlikler haline dönüşmüştür. Teknolojide yaşanan gelişmeler, özellikle gençler arasında kullanımı giderek yaygınlaşan dijital oyunları ve oyunların aşırı ve kontrolsüz kullanımından kaynaklanan “dijital oyun bağımlılığı” kavramını gündeme getirmiştir (Irmak & Erdoğan, 2016). Dijital oyun bağımlılığı, “sosyal ve / veya duygusal problemlerle sonuçlanan video oyunlarının aşırı ve dürtüsel olarak kullanımı ile bu sorunlara rağmen, kişinin bu aşırı kullanımı kontrol edememesidir” şeklinde tanımlanmıştır (Choi, Hums, & Bum, 2018). Bağımlı düzeyinde bilgisayar oyunu oynama, adölesanın oyun oynamayı bırakamaması, oyunu gerçek hayatıyla ilişkilendirmesi, oyunu oynamaktan dolayı görevlerini aksatması ve oyun oynamayı başka etkinliklere tercih etmesi gibi sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bu durumların ise adölesanın sosyalleşmesini ve akademik başarısını olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir (Horzum, 2011).

Dijital teknoloji kullanım alanlarının çoğalmasının ve özellikle de çocukların günlük yaşamlarının vazgeçilmez bir parçası haline gelmesinin, dış mekân oyun alanlarının giderek azalmasının çocuklar üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle ekran bağımlılığının ve teknolojik cihazlarda oyuna ayrılan sürenin uzamasının çocukların akranları ile yüz yüze iletişiminin ve grup oyunlarının azalmasına yol açtığı, tek başına oynanan oyunların ise artmasına neden olduğu görülmektedir (Griffiths, Király, Pontes, & Demetrovics, 2015).

Kişilerin, hangi yaşta olurlarsa olsunlar, oyun oynama adı altında gerçekleştirdikleri etkinlikten, iş etkinliğine göre daha fazla zevk aldığı bilinmektedir. Oyun etkinliği sonucunda daha kalıcı öğrenme sağlandığı tespit edilmiştir (Çakır, 2013). Araştırmalar, normal düzeyde oynanan oyunun bazı fiziksel ve bilişsel faydaları olduğunun yanı sıra aile ve akranlarla ilişkilerin iyileştirilmesine de katkı sağladığını göstermiştir. Ancak, aşırı oyunun depresyon ve endişe riskini artırabileceği ve okul başarısı, egzersiz ve uyku üzerinde olumsuz etki yaratabileceği belirtilmektedir (Schneider et al., 2017). Yapılan bir çalışmada problemlili oyun davranışı olan kişilerde, yorgunluk, uyku ve konsantrasyon bozukluğu, depresyon ve anksiyete bozukluğunun daha fazla olduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada problemlili oyun davranışı için en önemli belirleyicilerin; düzenli internet erişiminin olması, günlük/haftalık oyun süresinin uzun olması ve depresyon için uygulanan ölçekten yüksek puan alınması olduğu bildirilmiştir (Männikkö, Billieux, & Kääriäinen, 2015).

Adölesan dönemde sık görülen sosyal kaygı, sosyal durumlarda bireylerin yaşadığı gerginlik veya rahatsızlık durumudur (Wang, Sheng, & Wang, 2019). Kişinin toplum içinde veya sosyal ortamlarda performans sergilemesi gerektiği durumlarda, kendisi hakkında sürekli ve acı verici şekilde küçük düştüğü, beğenilmediği, eleştirildiği gibi olumsuz inançlara sahip olması ve kişiler arası ilişki kurmaya yönelik bir tür streslilik halidir (Palanci, 2004). Dijital oyun bağımlılığı eğilimi fazla olan bireyler, dijital oyunları normal düzeyde kullananlardan önemli ölçüde daha yüksek sosyal kaygı düzeylerine sahiptir. Lo ve arkadaşları (2005) bireylerin dijital oyunlar oynamak için daha fazla zaman harcadıklarında kişilerarası ilişkilerinin kalitesinin zayıflayabileceğini ve sosyal kaygı miktarının artabileceğini göstermişlerdir (Lo, Wang, & Fang, 2005). Başka bir çalışmada da oynanan bilgisayar oyunlarının, adölesanların arkadaşlarından uzaklaşmalarına, sosyal becerilerinin zayıflamasına ve sosyal kaygıya sebep olduğu belirtilmektedir. Ayrıca depresyon, düşük benlik saygısı ve sosyal kaygının oyun bağımlılığını arttırıcı faktörler ile ilişkili olduğu

vurgulanmaktadır. Bu nedenle sosyal kaygının oyun bağımlılığında önemli bir faktör olabileceği düşünülmektedir (Yıldız, Tüfekçi, & Aksu, 2016).

Adölesan dönemde problem davranışlar üzerine yapılan çalışmalar, adölesanların problem davranışlara yönelmelerinde ailenin önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (Arslan & Balkıs, 2014). Bu dönemde ailenin adölesan üzerinde etkisinin azaldığı düşünülse de adölesan dönem bireyin aileye en çok gereksinim duyduğu dönemlerden bir tanesidir. Adölesan dönemde aile ortamında var olan aile içi şiddet, olumsuz aile ortamı, aile yapısında yaşanan ani değişimler gibi değişkenler, adölesanların problem davranışlara yönelme olasılıklarını arttırmaktadır. Adölesan dönemde görülen problem davranışlara yönelik yapılabilecek önleyici ve müdahale edici çalışmalarda ailenin önemli bir faktör olduğu unutulmamalıdır (Arslan, 2012). Ergenlik dönemi hem biyolojik sorunların olduğu hem de okul sorunlarının olduğu karmaşık bir döneme denk geldiği için ailenin tutumu ve sosyal çevrenin desteği bu problemleri daha kolay atlatmasına destek olur (Oğuz & Öğretir Özçelik, 2018).

Adölesanın ileride toplumla olan ilişkisini belirleyen en önemli etken, kendisine örnek aldığı annesi ve babası ile tecrübe ettiği iletişimidir. Anne-baba tutumu; ebeveynlerin çocuğun gelişim sürecinde onun sosyal, psikolojik ve kişilik gelişimini etkileyebilecek yönde belirli bir birey, nesne ya da ortama olumlu veya olumsuz şekilde tepkide bulunma eğilimidir (Yavuzer, 1997) akt: (Uzunlar, Türk, Say, & Yıldız, 2017). Steinberg'in (2001) yaptığı araştırmaya göre anne-baba tutumu çocukların davranışları ile psikolojik durumları arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Ailenin çocuğa karşı tutumu ne kadar iyi ise, çocuğun da psikolojik durumu iyi olmakta ve ailesini kendisine rol model olarak belirlediği için iyi yönde davranışlar sergilemektedir akt: (Oğuz & Öğretir Özçelik, 2018). Altıntaş ve Öztapak (2016) tarafından yapılan çalışmada, demokratik anne-baba tutumuyla aşırı internet kullanımı ve problemlerli internet kullanımı arasında negatif yönlü bir ilişki; koruyucu-istekçi anne-baba tutumu ve otoriter anne-baba tutumuyla aşırı internet kullanımı ve problemlerli internet kullanımı arasında orta düzeyde ilişki olduğu tespit edilmiştir (Altıntaş & Öztapak, 2016).

Ebeveyn-çocuk ilişkisi, ebeveyn kısıtlaması ve medya kullanımının izlenmesi, ebeveynlerin medeni ve sosyoekonomik durumu gibi birçok aile etkisi, adölesanın sorunlu bir oyuncu olma olasılığını etkileyebilir (Schneider et al., 2017). Yapılan bazı çalışmalarda ebeveyn denetimi ve problemlerli oyun arasında negatif bir ilişki olduğu, bazı çalışmalarda ise ilişki olmadığı bulunmuştur (Schneider et al., 2017). Başka bir çalışmada da ailelerin, gençlerin internet kullanımında bir kontrol ve takip sistemi oluşturmaması, genç bireylerin internette olumsuz yönde etkilenme riskini daha çok arttıracığı ifade edilmiştir. İnternete karşı ailelerin gösterdikleri tepkilerle çocukların internet kullanımı arasında farklı ilişkilerin olduğu görülmektedir (Ayas & Horzum, 2013).

Örneğin bir çalışmada, diğer adölesanlarla karşılaştırıldığında interneti aşırı kullanan bireylerde ebeveyn kısıtlamasının 1,9 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Daha kısıtlayıcı ebeveynler adölesanın oyun oynama arzusunu artırabilir, böylece daha fazla kısıtlama ve ebeveyn-çocuk çatışması kısır bir döngü yaratabilir (Wu et al., 2016). Chiu, Lee ve Huang (2004) çalışmalarında, aile ilişkileri daha iyi düzeyde olan gençlerde dijital oyun bağımlılığının çok daha düşük olduğunu bildirmiştir. (Chiu, Lee, & Huang, 2004). Jeong ve Kim'in (2011) yaptığı çalışmada, aile etkinlikleriyle daha az ilgilenmenin oyun bağımlılığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Aşırı oyun oynama, aile ilişkilerinin zayıflamasına ve adölesan bireyin oyun faaliyetlerinde sosyal katılım arayışına girmesine neden olabilir (Jeong & Kim, 2011). Yapılan bir çalışmada sorunlu oyun oynamanın, düşük sosyalleşme ve algılanan sosyal destek eksikliği ile önemli ölçüde ilişkili olduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada, veriler yaşam doyumu ile problemlerli oyun kullanımı arasında anlamlı bir negatif ilişki olduğunu göstermektedir. (Festl, Scharkow, & Quandt, 2013).

3.SONUÇ VE ÖNERİLER

Okullarda görülen problem davranışlar, kişisel veya eğitsel bir problem olmanın yanı sıra, bir toplum sorunu olarak da ele alınmalıdır. Ancak bu problem davranışlar, sadece disiplin sorunu olarak düşünülmemekte ve disiplin yöntemleri aracılığıyla çözümlenmeye çalışılmaktadır (Esin & Dursun, 2014). Adölesan dönemde görülen problem davranışların, okuldan kaçma, okulu bırakma gibi okul yaşamında kesintilere neden olabileceği ve okul başarısı üzerinde olumsuz etki yaratabileceği bilindiğinden bu davranışlar önlenmeye çalışılmalıdır (Arslan & Balkıs, 2014; Celik, Şahin, & Eren, 2014; Schneider et al., 2017). Okullarda, problem davranışlara cezalar ve dışlamalarla tepki göstermek yerine, proaktif ve erken müdahaleler kullanılarak problem davranışların önlenmesi amaçlanmalıdır (Tobin & Sugai, 2005). Bu noktada okul sağlığı hemşireliği, çocuk ve adölesanların sağlık sorunlarını belirleme ve çözümünde kilit insan gücüdür (Adana & Arslantaş, 2011). Gelecekteki sağlıklı toplumun temelini atılmasında, daha sağlıklı bir gençlik ve üretken bir toplum yaratmada ve kaliteli bir okul sağlığı hizmetinin verilmesinde ayrı bir öneme sahiptir (Ulutaşdemir, Balsak, Çopur, & Demiroğlu, 2016). Okul sağlığı hemşirelerinin oyun bağımlılığı ile ilgili farkındalık programları geliştirmeleri ve uygulamaları koruyucu tedbirlerden biri olacaktır. Adölesanlar zamanlarının büyük bir bölümünü okulda geçirdikleri için, problem davranışlarının önlenmesinde okulda yaşadıkları deneyimlerin zenginleştirilmesine yönelik yatırımların yapılması büyük önem taşımaktadır (Bonino, Cattelino, Ciairano, Mc Donald, & Jessor, 2005).

KAYNAKÇA

- Adana, F., & Arslantaş, H. (2011). Ergenlikte Öfke Ve Öfkenin Yönetiminde Okul Hemşiresinin Rolü. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-62.
- Altıntaş, S., & Öztapak, M. (2016). Ortaokul Öğrencilerinin Problemlerini İnternet Kullanımları İle Anne Baba Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Eğitim Ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori Ve Uygulama*, 7(13), 109-128.
- Arslan, G. (2012). *Ortaöğretimde Öğrenim Gören Ergenlerde Görülen Problem Davranışların Aile Sorunları Ve Aile Yapısı Açısından İncelenmesi*. Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Arslan, G., & Balkıs, M. (2014). Ergenlikte Görülen Problem Davranışlar ve Aile Sorunları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 1(1), 11-23.
- Ayas, T., & Horzum, M. B. (2013). İlköğretim Öğrencilerinin İnternet Bağımlılığı ve Aile İnternet Tutumu. *Turkish Psychological Counseling & Guidance Journal*, 4(39).
- Bonino, S., Cattelino, E., Ciairano, S., Mc Donald, L., & Jessor, R. (2005). *Adolescents And Risk: Behavior, Functions, And Protective Factors*: Springer.
- Burak, Y., & Ahmetoğlu, E. (2015). Bilgisayar Oyunlarının Çocukların Saldırganlık Düzeylerine Etkisinin İncelenmesi. *Turkish Studies*, 10(11), 363-382.
- Celik, İ., Şahin, İ., & Eren, F. (2014). Metaphorical Perceptions Of Middle School Students Regarding Computer Games. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 8(8), 2544-2549.
- Chiu, S.-I., Lee, J.-Z., & Huang, D.-H. (2004). Video Game Addiction In Children And Teenagers In Taiwan. *CyberPsychology & behavior*, 7(5), 571-581.
- Choi, C., Hums, M., & Bum, C.-H. (2018). Impact Of The Family Environment On Juvenile Mental Health: Esports Online Game Addiction And Delinquency. *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2850.
- Çakır, H. (2013). Bilgisayar Oyunlarına İlişkin Ailelerin Yaklaşımı Ve Öğrenci Üzerindeki Etkilerin Belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 138-150.
- Duruoğlu, E., & Çiçekoğlu, P. (2013). Yetiştirme Yurdunda Kalan Ergenlerin Yalnızlık Düzeylerinin İnternet Bağımlılığı Ve Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 29-46.

- Esin, İ. S., & Dursun, O. B. (2014). Okullarda Görülen Sorun Davranışlar Ve Okul Ruh Sağlığı Uygulamaları: Bir Gözden Geçirme. *Sakarya Tıp Dergisi*, 4(1), 1-9.
- Festl, R., Scharkow, M., & Quandt, T. (2013). Problematic Computer Game Use Among Adolescents, Younger And Older Adults. *Addiction*, 108(3), 592-599.
- Griffiths, M. D., Király, O., Pontes, H. M., & Demetrovics, Z. (2015). An Overview Of Problematic Gaming. *Mental health in the digital age: Grave dangers, great promise*, 27-45.
- Horzum, M. B. (2011). İlköğretim Öğrencilerinin Bilgisayar Oyunu Bağımlılık Düzeylerinin Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 36(159).
- Irmak, A., & Erdoğan, S. (2016). Ergen Ve Genç Erişkinlerde Dijital Oyun Bağımlılığı: Güncel Bir Bakış. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 27(2), 128-137.
- Jeong, E. J., & Kim, D. H. (2011). Social activities, self-efficacy, game attitudes, and game addiction. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(4), 213-221.
- Kutsal, D. (2018). *Yaşam Becerileri Psiko eğitim Programının Kız Meslek Lisesi Öğrencilerinin Yaşam Becerilerine Ve Problem Davranışlarına Etkisi*. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Li, C., Dang, J., Zhang, X., Zhang, Q., & Guo, J. (2014). Internet addiction among Chinese adolescents: The effect of parental behavior and self-control. *Computers in Human Behavior*, 41, 1-7.
- Lo, S.-K., Wang, C.-C., & Fang, W. (2005). Physical Interpersonal Relationships And Social Anxiety Among Online Game Players. *Cyberpsychology & behavior*, 8(1), 15-20.
- Männikkö, N., Billieux, J., & Käriäinen, M. (2015). Problematic Digital Gaming Behavior And Its Relation To The Psychological, Social And Physical Health Of Finnish Adolescents And Young Adults. *Journal of behavioral addictions*, 4(4), 281-288.
- Oğuz, F., & Öğretir Özçelik, A. (2018). Ergenlerde Algılanan Anne Baba Tutumu İle Madde Bağımlılığı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(58), 535-543.
- Palanci, M. (2004). *Üniversite Öğrencilerinin Sosyal Kaygı Sorunlarını Açıklamaya Yönelik Bir Model Çalışması*. Paper presented at the XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı.
- Sadock, B., Sadock, V., & Ruiz, P. (2016). Çocuk Psikiyatrisi. In A. Bozkurt (Ed.), *Psikiyatri Davranış Bilimleri/Klinik Psikiyatri* (pp. 1099). Ankara: Güneş Kitabevi.
- Schneider, L. A., King, D. L., & Delfabbro, P. H. (2017). Family Factors In Adolescent Problematic Internet Gaming: A Systematic Review. *Journal of behavioral addictions*, 6(3), 321-333.
- Swing, E. L., Gentile, D. A., Anderson, C. A., & Walsh, D. A. (2010). Television And Video Game Exposure And The Development Of Attention Problems. *Pediatrics*, 126(2), 214-221.
- Tobin, T. J., & Sugai, G. (2005). Preventing Problem Behaviors: Primary, Secondary, And Tertiary Level Prevention Interventions For Young Children. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*, 2(3), 125.
- Ulutaşdemir, N., Balsak, H., Çopur, E. Ö., & Demiroğlu, N. (2016). Halk Sağlığı Hemşireliğinin Bir Dalı: Okul Sağlığı Hemşireliği. *Türkiye Klinikleri J Public Health Nurs-Special Topics*, 2(1), 121-124.
- Uzunlar, S. H., Türk, E., Say, S., & Yıldız, B. (2017). *Algılanan Ana-Baba Tutumunun Dijital Oyun Bağımlılığıyla İlişkisi*. İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.
- Wan, C., & Wen-Bin Chiou, W. (2013). Ergenler İnternet Oyunlarına Neden Bağımlılar: Tayvan'da Bir Mülakat Çalışması. *Toplum Bilimleri*, 7(14), 411-418.
- Wang, H.-Z., Sheng, J.-R., & Wang, J.-L. (2019). The Association Between Mobile Game Addiction And Depression, Social Anxiety, And Loneliness. *Frontiers in public health*, 7, 247.
- Wong, I. L. K., & Lam, M. P. S. (2016). Gaming Behavior And Addiction Among Hong Kong Adolescents. *Asian journal of gambling issues and public health*, 6(1), 6.

- Wu, C. S. T., Wong, H. T., Yu, K. F., Fok, K. W., Yeung, S. M., Lam, C. H., & Liu, K. M. (2016). Parenting Approaches, Family Functionality, And Internet Addiction Among Hong Kong Adolescents. *BMC pediatrics*, 16(1), 130.
- Yavuzer, H. (1997). *Çocuk Psikolojisi*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Yavuzer, H. (2007). *Çocuk Psikolojisi* (20 ed.). İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Yıldız, E., Tüfekçi, F. G., & Aksu, E. (2016). Çocuklarda Bilgisayar Oyunu Bağımlılığı ile Sosyal Anksiyete Arasındaki İlişki ve Etkileyen Faktörler. *Türkiye Klinikleri Public Health Nursing-Special Topics*, 2(1), 54-60.

ÇOCUĞUN EKONOMİK İSTİSMARINA BAĞLI AĞIR BİR YANIK OLGUSU
A CASE OF SEVERE BURN DUE TO CHILD ECONOMIC ABUSE

Dr. Öğr. Üyesi Hülya GÜLER

Doç. Dr. Ahsen KAYA

Arş. Gör. Dr. Selen CAN TEMÜRKOL

Prof. Dr. Ekin Özgür AKTAŞ

Ege Üniversitesi

ÖZET

Çocuk istismarı türlerinden biri olan çocuğun ekonomik istismarı sırasında ortaya çıkan yaralanmalar aile, işveren ve toplum için önemli bir sorundur. Adli rapor düzenlenmesi amacıyla Anabilim Dalımıza gönderilen ve iş kazası sonucu ağır yanık olmuş çocuk olgu, çocuğun ekonomik istismarına ve çocuk işçiliğine dikkat çekmek için sunulmuştur.

Olgu

12 yaşındaki erkek olgu, sanayide bir tornacıda çırak olarak çalıştığı sırada ateşin üzerine tiner dökerek yaralandığını belirtmiştir. Tıbbi evrakı incelendiğinde; grade 3 inhalasyon yanığı saptanarak entübe edildiği, vücudunun %65-70'ini kaplayan 2. ve 3. derece yanıklar için defalarca greft uygulandığı kayıtlıydı. Anabilim Dalımızda yapılan muayenede; göğüs ön yüzü ve karnın tamamında, her iki üst ekstremitte iç ve dış yüzlerinde, yüzün tamamında, her iki uyluk ön yüzünde yanığa bağlı skar dokuları olduğu, sol uyluk lateralinde ve sırtın sağ yanında greft alımına bağlı skar dokuları olduğu görüldü. Göğüs ön yüzündeki skardan dolayı öne eğik pozisyonda durduğu, kulak kepçelerinin olmadığı, kafa sağ yarısında saç olmadığı, kaşların olmadığı, ağız açıklığında kısıtlılık olduğu, sol el 1. parmak distal falanks kaybı olduğu, sol el parmaklarında ve her iki omuzda hareket kısıtlılığı olduğu tespit edildi. Tarafımızca yapılan değerlendirme sonucunda; yaralanmanın kişinin yaşamını tehlikeye soktuğu, yüzünde sürekli değişikliğe neden olduğu saptanmıştır. Her iki omuz hareketlerinde ileri derecede kısıtlılık oluşturması, akciğer nakli gerektirmesi ve yanığa bağlı olarak deri alanının %50'sinden fazlasında nedbe dokusu oluşturması nedenleriyle organlarından birinin işlevinin sürekli yitirilmesi niteliğinde olduğu saptanmıştır.

Tartışma

Çocuğun çalışması sırasında yaşanabilecek yaralanmalardan biri olan yanıklar, önemli bir morbidite ve mortalite sebebi olabilmekle birlikte, önlenbilir olmaları nedeniyle önem taşımaktadırlar. Ülkemiz, çocuk işçiliğinin sorun olduğu ülkelerden biridir. Bir çocuğun ağır ve tehlikeli işlerde çalışması hukuken uygun olmadığı gibi, hayati tehlike yaratabilecek iş kazalarına maruz kalması da kaçınılmazdır.

Sonuç

Çocuk işçiliğinin önlenmesi için ailelerin iş kazaları ve çocuk istismarı ile ilgili farkındalığının artırılması, çocukların çalıştırılması halinde ailelerine ve işverene ağır yaptırımlar uygulanması gereklidir. Ayrıca yanıkların önlenbilir kazalar olması nedeniyle yanık sebepleri ve alınabilecek önlemler hakkında halkın bilinçlendirilmesi amacıyla eğitimler verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk İstismarı, Ekonomik İstismar, İş Kazası, Yanık.

ABSTRACT**Introduction**

Injuries that occur during a child's economic abuse, which is one of the types of child abuse, is an important problem for the family, employer and society. The case of a child who was sent to our department for forensic report and suffered severe burns as a result of an occupational accident was presented to draw attention to the child's economic abuse and child labor.

Case

The 12-year-old man stated that he was injured by pouring thinner on the fire while working as an apprentice in a lathe in the industry. When the medical documents are examined; It was recorded that grade 3 inhalation burn was detected and intubated and grafts were applied repeatedly for the 2nd and 3rd degree burns covering 65-70% of the body. In the examination of the case made in our department; it was observed that there were scar tissues due to burn on the abdomen and the front of the chest, inner and outer surfaces of both upper limbs, all face, and both anterior faces of lower limbs, due to graft intakes on the side of the left thigh lateral and right side of the back. Due to the scars on the front of the chest, he was leaning forward, there were no auricles, there was no hair in the right half of the head, there were no eyebrows, there was a restriction in the opening of the mouth, there was a distal phalanx loss of the left first finger, and there was limited movement in the left hand fingers and both shoulders. As a result of the evaluation made by us; Injury endangered the life of the person and caused constant change on face. It was found that one of the organs was permanently lost due to the fact that it caused severe restriction in both shoulder movements, requiring lung transplantation and forming scar tissue in more than 50% of the skin area due to burns.

Discussion

Burns, one of the injuries that may be experienced during the child's work, can be an important cause of morbidity and mortality, but they are important because they are preventable. Our country is one of the countries where child labor is a problem. It is not legally appropriate for a child to work in heavy and dangerous work and it is inevitable that he/she will be exposed to life-threatening accidents.

Conclusion

In order to prevent child labor, awareness of families about occupational accidents and child abuse should be increased, and if children are employed, severe sanctions should be applied to their families and employers. In addition, since burns are preventable accidents, trainings should be provided to raise public awareness about the causes of burns and the precautions that can be taken.

Keywords: Child Abuse, Economic Abuse, Occupational Accident, Burn.

1. GİRİŞ

Çocuk istismarı türlerinden biri olan çocuğun ekonomik istismarı; çocuğun gelişimini engelleyen, haklarını ihlal eden işlerde veya düşük ücretli işgücü olarak çalışması/çalıştırılması olarak tanımlanmaktadır (1). Çocuğun ekonomik istismarı sırasında ortaya çıkan yaralanmalar aile, işveren ve toplum için önemli bir sorundur.

“Çocuk ve Genç İşçilerin Çalıştırılma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik” te; 15 yaşını tamamlamış, ancak 18 yaşını tamamlamamış kişi “genç işçi”, 14 yaşını bitirmiş, 15 yaşını doldurmamış ve ilköğretimini tamamlamış kişi ise “çocuk işçi” olarak belirtilmiştir (2). Çocuk ve genç işçilerin sağlık ve güvenliklerini, fiziksel, zihinsel, ahlaki ve sosyal gelişmelerini veya öğrenimlerini tehlikeye atmadan çalışma şekillerinin esaslarını belirlemek ve ekonomik istismarlarını önlemek amacıyla çıkarılan bu yönetmelik “4857 sayılı İş Kanunu”nun 71’inci maddesine dayanılarak hazırlanmıştır (2). Bu Kanun’un 71’inci maddesinde de; 15 yaşını doldurmamış çocukların çalıştırılmasının yasak olduğundan, ancak 14 yaşını doldurmuş ve zorunlu ilköğretim çağını tamamlamış olan çocukların bedensel, zihinsel ve ahlaki gelişmelerine ve eğitime devam edenlerin okullarına devamına engel olmayacak hafif işlerde çalıştırılabileceğinden, 14 yaşını doldurmamış çocukların ise bedensel, zihinsel, sosyal ve ahlaki gelişmelerine ve eğitime devam edenlerin okullarına devamına engel olmayacak sanat, kültür ve reklam faaliyetlerinde yazılı sözleşme yapmak ve her bir faaliyet için ayrı izin almak şartıyla çalıştırılabileceğinden bahsedilmiştir (3). Buna rağmen ülkemizde halen küçük çocukların sağlıklarına ve gelişimlerine engel olacak işlerde ve sanayi gibi alanlarda çalışmasına rastlanmaktadır. İş kazasına bağlı ağır yanık oluşması sonucunda adli raporunun düzenlenmesi amacıyla Anabilim Dalımıza gönderilen çocuk olgu, çocuğun ekonomik istismarına ve çocuk işçiliğine dikkat çekmek için sunulmuştur.

2. OLGU

Anabilim Dalımıza adli raporunun düzenlenmesi amacıyla gönderilen ve 12 yaşında sanayide bir tornacıda çirak olarak çalıştığı sırada ısınmak için yakılan ateşin üzerine su zannettiği bidondaki tineri dökerek yaralandığını belirten erkek olgunun incelenen tıbbi evrakında; saçlı derinin tamamında, kulaklar dahil yüzün tamamında 2. ve 3. derece yanık, boyun ön yüzde, gövde ön yüz tamamında, sağ koltuk altı hizasında 2. ve 3. derece yanık, eller dahil üst ekstremitelerin tamamında sirküler 2. ve 3. derece yanık, her iki uylukta dize kadar 2. derece yanık, sağ bacak arka yüzde 2. derece yanık, peniste ve skrotumda 2. derece yanık olduğu, toplam yanık yüzdesinin yaklaşık %70 olduğu, hastanın hava yolu güvenliğini sağlamak için entübe edildiği, takibinde 3 kez bradikardisi olan hastaya atropin yapıldığı, sıvı

resüsitasyonu yapıldığı, ileri destek ve tedavi amacıyla çocuk yoğun bakıma yatırıldığı, Çocuk Cerrahisi tarafından her iki üst ekstremité, her iki el, gövde ön yüzü, sağ-sol anterior aksiller hatta eskarotomi ve yara debrütmanı yapıldığı, yanık bakım ünitesi olmaması nedeniyle 112 hava ambulansı ile dış merkez yanık yoğun bakım ünitesine sevk edildiği, grade 3 inhalasyon yanığı nedeniyle takipli olguya akciğer transplantasyonu düşünüldüğü, vücudunun %65-70'ini kaplayan 2. ve 3. derece yanıklar için 8 kere greft uygulandığı kayıtlıydı.

Olay tarihinden yaklaşık 1 yıl sonra Anabilim Dalımızda yapılan değerlendirmesinde; muayeneye tekerlekli sandalyede getirilen olguda nefes almada zorlanma, öksürük, göz kuruluğu şikayetleri olduğı, konuşma ve görme sorunu olmadığı, okula devam etmediğı belirtilmişti. Muayenesinde; göğüs ön yüzü ve karnın tamamında, her iki üst ekstremité iç ve dış yüzlerinde, yüzün tamamında, her iki uyluk ön yüzünde yanığa bağı skar dokuları olduğı (**Resim 1**), sol uyluk lateralinde ve sırtın sağ yanında greft alımına bağı skar dokuları olduğı, göğüs ön yüzündeki skardan dolayı öne eğik pozisyonda durduğı (**Resim 2**), kulak kepçelerinin olmadığı, kafa sağ yarısında saç olmadığı (**Resim 3**), kaşların olmadığı, ağız açıklığında kısıtlılık olduğı, sol el 1. parmak distal falanks kaybı olduğı (**Resim 4**), sol el parmaklarında ve her iki omuzda hareket kısıtlılığı olduğı tespit edilmiştir. Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı'ndan istenen konsültasyonda; tanı kriterlerini karşılayacak kalıcı bir psikiyatrik bozukluk saptanmadığı, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı'ndan istenen konsültasyon sonucunda; solunum fonksiyonlarında orta-ağır düzeyde kalıcı etkilenme olduğı belirtilmişti. Tarafımızca yapılan değerlendirme sonucunda; yaralanmanın kişinin yaşamını tehlikeye soktuğı, yüzünde sürekli değışikliğe neden olduğı, her iki omuz hareketlerinde ileri derecede kısıtlılık oluşturması, akciğer nakli gerektirmesi ve yanığa bağı olarak deri alanının %50'sinden fazlasında nedbe dokusu oluşturması nedenleriyle organlarından birinin işlevinin sürekli yitirilmesi niteliğinde olduğı saptanmıştır.



3. TARTIŞMA

Ülkemiz, çocuk işçiliğinin sorun olduğı ülkelerden biridir (4). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın "2017-2023 Çocuk İşçiliği ile Mücadele Ulusal Programı"nda; yoksulluk, yetişkin aile bireylerinin işsizliği, kırdan kente ve düzensiz göç, eğitim hizmetlerine

erişememe, geleneksel bakış açısı, işverenlerin çocuk işgücü talebi, mevzuatın eksiklikleri ve etkin uygulanamaması çocuk işçiliğinin temel nedenleri olarak belirtilmiştir (5). Bir çocuğun ağır ve tehlikeli işlerde çalışması hukuken uygun olmadığı gibi, hayati tehlike yaratabilecek iş kazalarına maruz kalması da kaçınılmazdır. ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nın "30 Soruda Çocuk ve Genç İşçilere Özel Çalışma Koşulları" kitabında çocuk ve genç işçilerin çalışma süreleri, hafta tatilleri ve yıllık izinleri ile çalışma koşullarına dair sorulara cevap niteliğinde olan temel bilgilere ayrıntılı olarak yer verilmiştir (6). Çocuğun çalışması sırasında yaşanabilecek yaralanmalardan biri olan yanıklar; önemli bir morbidite ve mortalite sebebi olabilmektedir (7). Bununla birlikte yanıklar; önlenebilir kazalar olmaları nedeniyle önem taşımaktadır.

Çocukların ihmalden, her tür istismardan korunması ve Çocuk işçiliği ile mücadele amacıyla oluşturulmuş Cenevre Çocuk Hakları Bildirgesi, Birleşmiş Milletler (BM) Çocuk Hakları Bildirgesi (Çocuk Hakları Evrensel Bildirgesi), Çocuk Haklarına Dair Sözleşme, Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklara İlişkin Uluslararası Sözleşme, Avrupa Sosyal Şartı, Avrupa Birliği (AB) Temel Haklar Bildirgesi (Şartı) gibi çok sayıda uluslararası yasal düzenleme ile birlikte Anayasamız, 4857 Sayılı İş Kanunu, 6098 Sayılı Borçlar Kanunu, 1593 Sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, 2559 Sayılı Polis Vazife ve Salahiyet Kanunu, 3308 Sayılı Mesleki Eğitim Kanunu, 222 Sayılı İlköğretim ve Eğitim Kanunu, 5395 Sayılı Çocuk Koruma Kanunu gibi ulusal yasal düzenlemeler mevcuttur (5). Buna rağmen ülkemizde çocuklar uygun olmayan şartlarda çalışmakta ya da çalıştırılmak durumunda kalmaktadırlar.

4. SONUÇ

Çocuğun fiziksel, bilişsel ve ruhsal gelişimi çok önemli olup bunlara zarar veren her tür durum mutlaka önlenmelidir. Yoksulluk ve plansız göç ile mücadele edilmeli, ailelerin zorlanmadan, sağlıklı şekilde bakabilecekleri ve yeteri kadar eğitim verebilecekleri sayıda çocuk sahibi olabilmeleri konusundaki bilinç düzeyleri arttırılmalıdır. Ek olarak ailelerin ve toplumun iş kazaları ve çocuk istismarı ile ilgili farkındalığının arttırılması, çocukların çalıştırılması halinde ailelerine ve işverene ağır yaptırımlar uygulanması, çocuk işçiliğinin ve çocukların ekonomik istismarının önlenmesi açısından gereklidir. Ayrıca yanıkların önlenebilir kazalar olması nedeniyle yanık sebepleri ve alınabilecek önlemler hakkında halkın bilinçlendirilmesi amacıyla eğitimler verilmelidir.

KAYNAKÇA

1. Güner Ş.İ, Güner S, Şahan M.H. Çocuklarda Sosyal ve Medikal Bir Problem; İstismar. Van Tıp Dergisi 2010;17(3):108-13.
2. 06.04.2004 tarihli 25425 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Çocuk ve Genç İşçilerin Çalıştırılma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik". <https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.5457&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch>, erişim tarihi 10.03.2020.

3. 10.06.2013 tarihli 25134 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “4857 Sayılı İş Kanunu”.
<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.4857.pdf>, erişim tarihi 10.03.2020.

4. Kayhan N. Çocuk işçiliği, IPEC deneyimi ışığında sanayide çalışan çocukların sorunları. Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi 2012;4(1):187-200.

5. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nın (2017-2023) “Çocuk İşçiliği ile Mücadele Ulusal Programı”.
https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/1322/cocukisciligimucadele_2017_2023_tr.pdf,
erişim tarihi 10.03.2020.

6. ILO ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı’nın “30 Soruda Çocuk ve Genç İşçilere Özel Çalışma Koşulları” 5 numaralı el kitabı serisi.
<https://ailevecalisma.gov.tr/medias/7975/09-30-soruda-%C3%A7ocuk-ve-gen%C3%A7-%C4%B0%C5%9F%C3%A7ilere-ozel-%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fma-ko%C5%9Fullar%C4%B1.pdf>, erişim tarihi 10.03.2020.

7. Çelikel A, Karbeyaz K, Akkaya H, Aslıyüksek H. Adli Tıp Şube Müdürlüğü’ne Yansıyan Yanık Olguları;Eskişehir Deneyimi. Mustafa Kemal Üniv. Tıp Derg, 2012;3(12):9-18.

**GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ KULLANILARAK AL7050-T7451 ALAŞIMININ
DELİNMESİ SIRASINDA BOYUTSAL DOĞRULUK, SİLİNDİRİKLİK VE
DAİRESELLİĞİN DENEYSSEL İNCELENMESİ VE OPTİMİZASYONU**
EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND OPTIMIZATION OF DIMENSIONAL
ACCURACY, CYLINDRICITY AND CIRCULARITY DURING BORING OF AL7050-
T7451 ALLOY BY USING GREY RELATIONAL ANALYSIS

Doç. Dr. Fırat KAFKAS
Hüseyin DAĞLI
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Üretim her zaman endüstrilerin çoğunun kalbidir. Delikler çoğu durumda montaj amaçları için gerekli olduğundan, delik delme süreçleri ile üretilen delikler çok dikkat gerektiren son derece önemli işlemlerdir. Bir plaka veya yüzey üzerine deliklerin hassas bir şekilde delinmesi, bu amaç için tasarlanmış, delik işleme tezgâhlarında matkap, rayba veya delik kateri denilen takımlar kullanılarak yapılır. Tolerans sınırı içerisinde olmasına rağmen, deliklerin yanlış geometrisi nedeniyle montaj sorunları ortaya çıkabilir. Ölçü bozukluğu, silindiriklik, dairesellik, diklik ve pozisyon hataları gibi çeşitli geometrik toleranslar bu tür montaj problemlerinden sorumludur. Bu araştırma, Al7050-T7451 Alüminyum alaşımlı levha malzemede önceden delinmiş deliklerin 12 mm çapa işlenmesiyle oluşturulan deliklerin boyutsal doğruluğu, daireselliği ve silindirikliği üzerine delme parametrelerinin etkilerini belirlemeye odaklanmıştır. Deneyler, kuru işleme koşulları altında bir delik işleme kafası kullanılarak hassas delik delme tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Deliklerin işlenmesinde iki farklı özelliğe sahip CCGT 060202 26G6 ve CCGT 060202F-AL KX kesici uçlar kullanılmıştır. Bu çalışmada, kesici uç tipi, iş mili hızı (dev/dak) ve ilerleme oranı (inch/dev) delik işleme parametreleri olarak seçilmiştir. Dikkate alınan parametrenin her biri iki seviyeye sahip olup, deney planı Taguchi $L_8(2^7)$ ortogonal düzene göre oluşturulmuştur. Delik işlemeyle oluşturulmuş deliğin kalite karakteristikleri olarak ölçü tamlığı, dairesellik ve silindiriklik dikkate alınmış ve birden çok kalite özelliğini eşzamanlı olarak sağlayacak olan en iyi şartların belirlenmesi hedeflenmiştir. Birden çok kalite özelliğine sahip bu tür problemlerin çözümünde, Gri İlişkisel Analizi (GRA) kullanışlı ve basit bir yaklaşım sunar. Bu nedenle, delik işleme parametrelerinin çoklu kalite karakteristikleri üzerindeki etkisini araştırmak için gri ilişkisel analizi kullanılmıştır. Ayrıca, çoklu kalite karakteristiği üzerine işleme parametrelerinin katkı oranını belirlemek için de Pareto ANOVA analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, kaplamalı takım-yüksek kesme hızı-düşük ilerleme hızı kombinasyonu altında çoklu kalite gereksinimlerinin (ölçü tamlığı, dairesellik ve silindiriklik) en ideal olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Pareto ANOVA analizi sonuçları, çoklu kalite gereksinimleri üzerinde, kesici uç tipinin (yaklaşık %81.8) ve ilerleme oranının (yaklaşık %15.3) en yüksek etkiye sahip olurken, kesme hızının (%2.9) ise en düşük etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Delik İşleme, Geometrik Toleranslar, Pareto Analizi, Gri İlişkisel Analizi

ABSTRACT

Manufacturing is always the heart of majority of industries. Since the holes are necessary for mounting purposes in most cases, the holes produced by the drilling processes are extremely important processes that require a lot of attention. Precise drilling of holes on a plate or surface is done by using jig borer designed for this purpose by using tools called drill bit, reamer or boring tool. Though the tolerance is within limit, the assembly problems could arise due to the improper geometry of these holes. Various geometrical tolerances like cylindricity, circularity, perpendicularity and position errors are responsible for such assembly problems. This research focused on determining the effects of boring parameters on the dimensional accuracy, circularity and cylindricity of the hole produced by boring to 12 mm the diameter of the holes predrilled on Al7050-T7451 Aluminium alloy plate material. The experiments have been carried out on a jig borer by using a boring head under dry machining conditions. CCGT 060202 26G6 and CCGT 060202F-AL KX inserts having two different quality features have been used for boring of the holes. In this study, the insert type, spindle speed (rpm) and feed rate (inch/rev) has been selected as boring parameters. Each of the considered parameter has two levels, and the experimental plan has been created according to the Taguchi $L_8 (2^7)$ orthogonal array. Dimensional accuracy, circularity and cylindricity are taken into account as quality characteristics of the hole formed by boring and it is aimed to determine the best conditions that will provide multiple quality characteristics simultaneously. In the solution of such problems with multiple quality characteristics, Grey Relational Analysis (GRA) offers a useful and simple approach. Therefore, grey relational analysis has been used to investigate the effect of boring parameters on multiple quality characteristics. In addition, Pareto ANOVA analysis has been applied to determine the contribution rate of boring parameters on multiple quality characteristic. The obtained results show that multiple quality requirements (dimensional accuracy, circularity and cylindricity) are optimal under the combination of coated tool-high cutting speed-low feed. In addition, Pareto ANOVA analysis results show that the type of insert (approx. 81.8%) and feed rate (approx. 15.3%) have the highest effect, while cutting speed (2.9%) has the lowest effect on multiple quality requirements.

Keywords: Boring, Geometric Tolerances, Pareto Analysis, Grey Relational Analysis

1. GİRİŞ

Delik delme, endüstride yaygın olarak uygulanan bir talaş kaldırma işlemidir. Delik delme işlemi diğer talaşlı imalat işlemlerine kıyasla yaklaşık % 33'lük uygulanma oranı ile en önemli talaş kaldırma işlemlerinden biridir [1]. Hassas delik delme operasyonunda matkapla delik delme, delik genişletme, raybalama gibi farklı yöntemler mevcuttur. İmalat sektöründe çok

önemli bir yere sahip olan delik delme ve delik genişletme operasyonları üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Çalışmalarda, delik kalitesini belirleyen kesme kuvveti ve momenti, takım aşınması, yüzey kalitesi, boyutsal ve geometrik toleranslar, ısı oluşumu gibi özellikler üzerine kesme hızı, fener mili hızı, soğutma sıvısı, kesici takım tipi ve geometrisi, delme tipi gibi parametrelerin etkileri incelenmiştir.

Yağmur ve arkadaşları, delik delme işleminde kesme parametreleri ve takım kaplamasının dairesellik üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmada kesme hızı ve ilerlemedeki azalmanın delik ölçüsündeki boyutsal sapmaları azalttığı, kesici takım kaplamasının ise delik doğrulunda pozitif etki ettiğini saptanmıştır [2]. Meral ve arkadaşları, matkapla delik delme operasyonu üzerine yaptıkları deneysel çalışmada matkap çapının, takım kaplamasının ve kesme parametrelerinin kesme esnasında meydana gelen kesme kuvveti, yüzey kalitesi ve delik kalitesine olan tesirini incelemiştir. Deney neticesinde takım kaplamasının bütün kriterleri pozitif olarak etkilediği, ilerlemenin kuvveti üzerinde en etkili parametre olduğu, kesme hızındaki yükselmenin yüzey kalitesini pozitif olarak etkilerken ilerlemedeki artışın yüzey kalitesinde düşüşe yol açtığını tespit etmişlerdir.[3]. Kaplan ve arkadaşları, delik delme işleminde malzeme sertliğinin, matkap çapının, matkap boyunun, kesme hızının, ilerlemenin ve delik sayısının titreşim genliğini artırarak ilerleme kuvveti, moment ve titreşim değerlerini yükselttiğini tespit etmişlerdir [4]. Kahraman ve arkadaşları, ilerlemenin delik yüzey kalitesine en üst düzeyde etki ettiğini, kesme derinliğinin ise ciddi bir etki yaratmadığı sonucuna varmışlardır [5]. Çakır ve arkadaşları, ilerlemedeki artışın kesme kuvvet ve momentlerini arttırdığı belirlemiştir[6]. Nouari ve arkadaşları, kuru yöntemle delik delme işleminde takım aşınmasının en uygun değerlerini belirleyebilmek için deneysel ve istatistiksel analizler yapmıştır [7]. Delik kalitesine kesme parametrelerinin etkisini inceleyen Kıvak ve arkadaşları, yaptıkları deneysel çalışmada kuru kesme şartları altında Inconel 718 malzemenin en iyi performans sonuçlarını kaplamasız kesici takımla elde ederken, en kötü sonuçların TiAlN kaplamalı takımda olduğunu belirlemiştir. Yüksek kesme hızı ve ilerleme kombinasyonunda ise hem takım ömrünün hem de delik kalitesinin düştüğü söylenebilir [1]. Siyambaş ve Turgut, kesici takım kaplamasının ve delme parametrelerinin kesme kuvveti ve momentine olan etkisinin incelendiği deneysel çalışma takım kaplamasının kesme kuvveti ve momentinin azaltılmasında etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır [8]. Chiffre ve arkadaşları, kılavuz çekme, raybalama ve delik delme operasyonunda organik içerikli bir kesme yağının kesme kuvvetleri ve momenti üzerine etkilerini araştırmışlardır ve dikkate aldıkları bitkisel esaslı yağın referans verdikleri ticari yağlardan performans manasında daha iyi olduğunu belirlemiştir [9]. Delik tornalama neticesinde elde edilen deliğin yüzey kalitesi üzerine kesme parametrelerinin etkisini inceleyen Beauchamp ve arkadaşları, takım boyu uzadıkça artan takım titreşimleri nedeniyle yüzey kalitesinin düştüğü saptarken, diğer faktörlerin yüzey pürüzlülüğü üzerinde çok daha az ölçüde etkisi olduğu saptanmıştır [10]. Yuzo ve arkadaşları, kesme hızı ve ilerleme değerlerindeki yükselmenin kesme kuvvetini hem yukarıya taşıdığı hem de kesme kuvvetleri arasındaki farkı maksimuma çıkardığını gözlemlemiştir [11]. Çakıroğlu ve arkadaşları,

Taguchi yöntemine göre gerçekleştirdikleri çalışmada, sonuçları varyans analizi ve yapay sinir ağları (YSA) ile optimize ederek yeni regresyon modelleri ortaya koyarak, en ideal kesme şartlarını belirlemişlerdir [12].

Yapılan çalışmalar, değişik delme operasyonları üzerine olup kesme parametrelerinin her bir kalite özelliği üzerine etkisi ayrı ayrı dikkate alınmıştır. Çoklu kalite özellikleri üzerine delik işleme parametrelerinin etkisinin araştırıldığı çok fazla çalışma çok kısıtlıdır. Özellikle savunma ve havacılık sanayi gibi yüksek hassasiyetin arandığı sektörlerde uygun delik kalitesinin elde edilmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle, çalışmanın temel amacı; delik işlemede deliğin çoklu kalite özelliklerini (çap ölçüsü, dairesellik, silindiriklik) sağlayan en uygun delik işleme parametrelerinin (kesici takım tipi, devir ilerleme) kombinasyonunu ve dikkate alınan çalışma parametrelerinin çoklu kalite özellikleri üzerine olan etki düzeylerini belirlemektir. Çalışma, Çoklu kalite özelliklerini belirlemede etkili ve kullanışlı bir yöntem olan Gri ilişkisel analizini ve kalite özellikleri üzerine çalışma parametrelerinin belirlenmesinde Pareto Anova yaklaşımının kapsamaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA DETAYLARI

2.1 Deneysel malzemesi

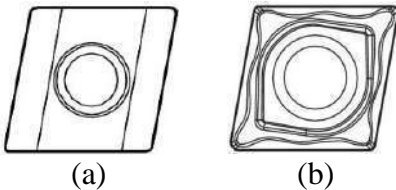
Deneyde yüksek dayanıma sahip havacılık tipi alüminyum alaşımı olan AL 7050 T7451 kullanılmıştır. Deneyde kullanılan ham malzemenin kalınlığı 25.4x150x200 mm olup temiz bir giriş yüzeyi elde etmek ve tablaya oturma yüzeyinde düzgün bir profil oluşturmak amacıyla iki yüzeyi de toz paso alınarak silinmiştir. İşlenecek olan ön delikler 11.8 mm çapında matkap ile boydan boya delinmiştir.

2.2 Hassas delik işleme tezgâhı

Delik işleme operasyonunu gerçekleştirmek için ise hassas delik işleme kabiliyetinde bir Jig Borer tezgâhı kullanılmıştır. Tezgâh manuel kontrollü olup, işleme hareketi sadece “Z” ekseninde sağlanmaktadır. Tablanın “X” ve “Y” eksenlerindeki hareketi sadece pozisyonlama maksatlı olarak kullanılmaktadır. Tezgâh 37-1800 dev/dak iş mili hızlarında 1.5 kW kadar güç üretebilen 4 kademeli bir şanzımanlı motora sahiptir.

2.3 Takımlar

Deneylerde, SECO firması tarafından üretilmiş, CCGT060202 26G6 ve CCGT060202F-AL KX kodlu değiştirilebilir kesici uçlar kullanılmıştır. CCGT060202 26G6 (Ti,Al)N + TiN kaplamaya sahipken, CCGT060202F-AL KX ise kaplamasızdır.



Şekil 1. Deneysel çalışmada kullanılan değiştirilebilir kesici uçlar; (a) CCGT060202 26G6, (b) CCGT060202F-AL KX.

Söz konusu değiştirilebilir kesici uçlarla ön deliklerin 12 mm çap ölçüsüne hassas bir şekilde bir delik kateri ile işlenebilmesi amacıyla, Wohlhaupter 130 001 T003590 hassas delik ve yüzey işleme kafası takım tutucu olarak kullanılmıştır. Deneyleerin tamamındaki deliklerin istenilen ölçüye genişletilmesinde talaş kaldırma işlemi kuru şartlar altında gerçekleştirilmiştir.

2.4 Ölçüm araçları

Deneyde deliklere ait delik çapı, dairesellik ve silindiriklik değişimlerini ölçmek amacıyla 0.001 mm hassasiyete sahip DEA Global Performans CMM cihazı kullanılmıştır.

2.5 Deneysel Tasarım

İş mili hızı, ilerleme oranı, kesme derinliği, kesici takım geometrisi, takım kaplaması vb. gibi değişkenler delme işlemini etkileyen farklı değişkenler olarak sayılabilir. Literatürden, iş mili hızı, ilerleme oranı, kesme derinliği, takım geometrisi ve özelliğinin deliğın boyutsal ve geometrik karakteristikleri üzerinde etkiye sahip olduğu görülebilir [9,10,13–16]. Sheth vd. silindiriklik ve diklik gibi geometrik toleranslar üzerine delme parametrelerinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında, geometrik toleranslar üzerine en etkili üç faktörün iş mili hızı, ilerleme oranı ve kesme derinliği olduğunu bulmuşlardır [19,18]. Bu nedenle, burada, iş mili ve ilerleme oranı ile birlikte takım geometrisi ve özelliğı deneysel çalışma parametreleri veya girdi parametresi olarak kabul edilmiştir. Deliğın kalite göstergesi olarak ise çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik çalışmanın kalite karakteristikleri veya cevap (çıkıtı) değişkenleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada dikkate alınan çalışma parametreleri ve seviyeleri Tablo 1 de tanımlanmıştır. Tablo 1’de verilen çalışma parametrelerinin kombinasyonu Taguchi tekniğine dayalı olarak L₈ ortogonal düzene göre oluşturulmuştur. Tablo 2, L₈ ortogonal düzene göre oluşturulmuş deneysel çalışma planını göstermektedir. Her bir kombinasyon için üç tekrar yapılarak, bu kombinasyonlar neticesinde elde edilen kalite karakteristiklerinin ortalaması alınmıştır.

Tablo 1. Çalışma parametreleri ve seviyeleri

Çalışma Parametreleri	Sembol	Seviye	
		1	2
Kesici Uç Tipi	A	26G6	KX
Fener Mili Hızı (dev/dak)	B	263	1050
İlerleme Oranı (inch/dev)	C	0.001	0.003

Tablo 2 Taguchi L₈ ortogonal düzene göre tasarlanmış deney planı

Deney No	Uygulama Kombinasyonları					
	Kodlu			Kodsuz		
	A	B	C	A	B	C
1	1	1	1	26G6	263	0.001
2	1	1	2	26G6	263	0.003

3	1	2	1	26G6	1050	0.001
4	1	2	2	26G6	1050	0.003
5	2	1	1	KX	263	0.001
6	2	1	2	KX	263	0.003
7	2	2	1	KX	1050	0.001
8	2	2	2	KX	1050	0.003

2.6 Deney prosedürü

Deneylerde kullanılan plaka biçimli iş parçası, talaşın tahliyesi ve deliğin patlayan kısmından kesici takımın dışarı çıkabilmesi için yükseltici takozların üstüne yerleştirilerek sıkma pabuçları yardımıyla tezgâh tablasına bağlanmıştır. CMM ölçümleri için referans delikler delindikten sonra, 11.8 mm çap ölçünde bir matkap yardımıyla plaka üzerine ön delikler delinmiştir. Ön deliklerin delinmesinin ardından, delik işlemede kullanılacak takım tutucu kafaya bağlanan komparatör yardımıyla delikler hassas bir şekilde merkezlenir. Hassas konumlama işleminin ardından, üzerine kesici ucun takıldığı delik işleme kateri hassas delik işleme kafasına bağlanarak ön delikler 12 mm çapına işlenir. Her bir delik için söz konusu bu prosedür uygulanır. Ayrıca, Her bir işleme şartı için en aza üç delik delme tekrarı yapılmıştır ve her bir deliğin işlenmesi kuru şartlar altında gerçekleştirilmiştir.

Delik işleme ile ilgili deneyler tamamlandıktan sonra, gerekli ölçüm işlemlerine geçilmiştir. CMM tezgâhında gerçekleştirilen ölçümlerde plaka üzerindeki referans delikler dikkate alınarak gerekli ayarlamalar yapılmıştır. Delik girişindeki deformasyonun sonuçları etkilememesi için, ölçüm ucu iş parçası yüzeyinden 1 mm ve 15 mm aşağısında iki kesitten ölçüm yapılmıştır. Her iki kesitte de sekizer noktadan ölçüm alınarak daireler oluşturmuştur. Bu dairelerin çapı ve merkez bilgileri kullanılarak çap değişimi ve dairesellikten sapma değerleri belirlenerek ortalaması alınmıştır. Bu iki kesit üzerindeki daire bileşenleri birleştirilerek sanal silindirler oluşturmuş, oluşturulan sanal silindir ile nominal silindirin farkı hesaplanarak silindiriklikten sapma belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1 Deney Sonuçları

Deneylerin istatistiksel tasarımı (DOE), işleme deneylerinin analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır [19, 20]. DOE, deneylerin planlanmasına yardımcı olur ve bu da sürecin analizi ve modellenmesi için yararlıdır. Tablo 2’de verilen deneysel tasarım düzenine uygun olarak her bir uygulama kombinasyonuna göre gerçekleştirilen delme işleme ait deliğin çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik gibi kalite karakteristiklerine ait sonuçlar Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3 Deney sonuçları

Deney No	Ölçülen değerler (Çıktı Değişkenleri)		
	Çap Değişimi (µm)	Dairesellik (µm)	Silindiriklik (µm)

1	-10.33 ±1.53	25.67 ±11.68	6.33 ±3.06
2	-57.33 ±9.61	9.67 ±2.52	6.67 ±1.15
3	-7.33 ±3.51	14.00 ±15.59	5.67 ±1.15
4	-3.67 ±7.77	20.33 ±28.31	5.00 ±2.00
5	-14.33 ±9.45	37.00 ±35.51	7.67 ±8.96
6	16.67 ±3.79	16.67 ±2.52	14.00 ±6.24
7	63.33 ±11.02	19.33 ±13.65	7.67 ±1.15
8	37.67 ±4.51	14.00 ±20.78	7.00 ±4.58

3.2 Gri İlişkisel Analizi

Kalite karakteristiklerinin tek-amaçlı optimizasyonu, çoğu durumda, birbiriyle çelişen çözümler sunar. Bu nedenle, birden fazla kalite karakteristiği içeren herhangi bir sistem için, çok-amaçlı optimizasyon kullanılması tavsiye edilir, böylece herhangi bir belirli kalite karakteristiği yerine, sistemin geneli optimize edilir. Deng tarafından geliştirilen gri ilişkisel analiz sistemi, çoklu giriş parametrelerine göre çoklu kalite karakteristiklerini analiz etmek için tasarlanmıştır [21]. Aslında, çoklu kalite karakteristiklerinin optimizasyonu bu teknik kullanılarak gerçekleştirilebilir ve sonuç olarak çoklu kalite karakteristikleri için optimum girdi parametre seviyeleri belirlenebilir. Ayrıca, az miktarda bilgi içeren doğrusal olmayan ve karmaşık problemler, Gri ilişkisel analiz kullanılarak çözümlenebilir. Genel olarak, optimizasyon sorunları "Maksimizasyon", "Minimizasyon" ve "Hedefe ulaşma" olarak kategorize edilir [22, 23]. Yukarıda belirtilen sorunlar için aşağıdaki adımlar takip edilir:

Tablo 3’de gösterilen deney sonuçları incelendiğinde çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik özelliklerini en aza indirmek için farklı parametre kombinasyonlarının uygulanması gerektiği görülebilir. Buradaki sorun, hangi parametre kombinasyonunun birden fazla kalite özelliğini aynı anda sağlayabileceğidir. Gri ilişkisel analizi bu tür çoklu kalite özellikleri için en uygun işlem parametrelerinin belirlenmesinde çok kullanışlı bir metottür. Gri ilişkisel analizi çoklu kalite özellikleri içeren problemleri tek bir özellik altında toplayarak analiz edilmesini kolaylaştırır. Gri ilişkisel analiz metodunun işlem basamakları aşağıda verilmiştir [18].

Adım1: Verilerin Normalleştirilmesi

Gri ilişkisel analizinde kullanılacak verilerin elde edilmesi, ham verilerin başka analizler için kullanılabilmesi için normalleştirilerek nicel indekslere önceden işlenmesi ile başlar. Ham verileri ön işleme tabi tutmak, orijinal bir dizini karşılaştırmak için 0.00 ila 1.00 arasında değerler içeren ondalık bir dizine dönüştürme işlemidir. Bu çalışmada amaç, çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik özelliklerini en aza indirmek olduğundan, verileri normalleştirmek için gri ilişkisel “düşük-daha iyidir” kalite özelliği kullanılmıştır. Bu nedenle, 1 numaralı eşitlik verileri normalleştirmek için kullanılır [18].

$$X_i^*(k) = \frac{\max X_i^0(k) - X_i^0(k)}{\max X_i^0(k) - \min X_i^0(k)} \quad (1)$$

Burada, $k = 1, \dots, n$ ve $i = 1, \dots, m$; n deneysel olarak araştırılan kalite karakteristiğini ve m kalite karakteristiğini yansıtan i 'nci deney numarasını ifade eder. $X_i^0(k)$ orijinal veri değeri, $X_i^*(k)$ ise veri ön işleme sonrası normalleştirilmiş olan değerdir. $\max X_i^0(k)$ ve $\min X_i^0(k)$, sırasıyla, $X_i^0(k)$ ham veri dizininin en büyük ve en küçük değerleridir. Çalışmada her bir kalite özelliği için Tablo 3'deki deney verileri kullanılarak hesaplanan normalleştirilmiş veri dizini Tablo 4'de görülebilir.

Tablo 4 Çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik için normalleştirilmiş veri dizini

Deney No	Çapta Değişimi	Dairesellik	Silindiriklik
1	0.8883	0.4146	0.8519
2	0.1006	1.0000	0.8148
3	0.9385	0.8415	0.9259
4	1.0000	0.6098	1.0000
5	0.8212	0.0000	0.7037
6	0.7821	0.7439	0.0000
7	0.0000	0.6463	0.7037
8	0.4302	0.8415	0.7778

Adım 2: Gri ilişkisel katsayısı ve gri ilişkisel derecesini hesaplanması

Veri ön işleme sonrası, kalite karakteristiği için gri ilişkisel katsayısı, $\zeta_i(k)$, hesaplanır ve aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$\zeta_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + \xi \cdot \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \xi \cdot \Delta_{\max}} \quad (2)$$

Bu eşitlikte Δ_{i0} sapma dizini ifade eder ve aşağıdaki gibi belirlenir.

$$\begin{aligned} \Delta_{i0}(k) &= \|X_0^*(k) - X_i^*(k)\| \\ \Delta_{\max}(k) &= \max \max \|X_0^*(k) - X_i^*(k)\| \\ \Delta_{\min}(k) &= \min \min \|X_0^*(k) - X_i^*(k)\| \end{aligned}$$

Burada, $X_0^*(k)$ referans dizisini belirtir. $X_i^*(k)$ karşılaştırılabilirlik dizisini ifade eder. ξ , ayırt etme veya tanımlama katsayısıdır: $\xi \in [0,1]$ olarak tanımlıdır. Bu analiz için $\xi = 0.5$ olarak dikkate alınmıştır. Gri ilişkisel katsayılarının hesaplanmasının ardından, gri ilişkisel derecesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k) \quad (3)$$

Her bir kalite karakteristiği için hesaplanmış gri ilişkisel katsayıları ile beraber, 3 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanan çoklu kalite karakteristiğini yansıtan gri ilişkisel derecesi ve sıralaması Tablo 5’de verilmiştir. Buradan, en yüksek gri ilişkisel katsayısı değerine sahip (sıra 1) 4 numaralı deney şartlarına karşılık gelen 26G6 kodlu kesici takım, 1050 dev/dak’lık iş mili hızı ve 0.003 inch/dev ilerleme oranı kombinasyonu çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik gereksinimleri için en uygun delik işleme şartlarını sunar.

Tablo 5 Gri ilişkisel katsayıları ve dereceleri

Deney No	Gri İlişkisel Katsayıları			Gri İlişkisel Derecesi	Sıra
	Çapta Değişim	Dairesellik	Silindiriklik		
1	0.8174	0.4607	0.7714	0.6832	4
2	0.3573	1.0000	0.7297	0.6957	3
3	0.8905	0.7593	0.8710	0.8403	2
4	1.0000	0.5616	1.0000	0.8539	1
5	0.7366	0.3333	0.6279	0.5660	6
6	0.6965	0.6613	0.3333	0.5637	7
7	0.3333	0.5857	0.6279	0.5157	8
8	0.4674	0.7593	0.6923	0.6396	5

Tablo 5’de hesaplanan Gri ilişkisel dereceleri kullanılarak elde edilen cevap tablosu Tablo 6’da verilmiştir. Burada, gri ilişkisel derecesinin en büyük değeri en uygun şartları işaret eder. Tablo 6 incelendiğinde, 26G6 kodlu kesici takım (A1), 1050 dev/dak iş mili hızı (B2) ve 0.003 inch/dev ilerleme oranı (C2) şartları altında çap değişimi, dairesellik ve silindirikliğin dikkate alındığı çoklu kalite karakteristiği gereksinimlerinin sağlanabileceği söylenebilir. Ayrıca, bu durum tablo 7’de gösterilen parametre etkileşimlerine ait çizelge ile de doğrulanmaktadır. Bu tablodan, çoklu kalite gereksinimleri üzerine kesici takım tipinin en büyük etkiye sahip olduğu, bunu sırasıyla iş mili hızı ve ilerleme oranı takip ettiği görülebilir. Ancak, ilgili çalışma parametrenin çoklu kalite karakteristikleri üzerine ne kadar etki ettiği tam olarak görülemez.

Tablo 6 Gri ilişkisel derecelerine ait cevap tablosu

Seviyeler	Faktörler		
	A	B	C
1	0.7682	0.6271	0.6513
2	0.5712	0.7124	0.6882
Fark	0.197	0.0852	0.037
Sıra	1	2	3

Tablo 7 Çift taraflı etkileşim cevap tablosu

Faktör	A1	A2	Faktör	A1	A2	Faktör	B1	B2			
B1	0.6894	0.5648	0.6271	C1	0.7617	0.5408	0.6513	C1	0.6246	0.6780	0.6513
B2	0.8471	0.5776	0.7124	C2	0.7748	0.6017	0.6882	C2	0.6297	0.7468	0.6882
	0.7682	0.5712	Toplam		0.7682	0.5712	Toplam		0.6271	0.7124	Toplam

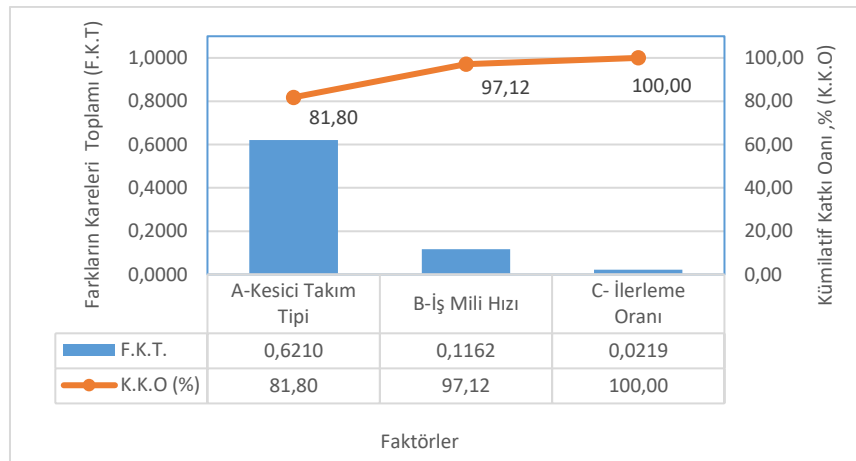
3.2 Pareto ANOVA

Pareto ANOVA, çalışma parametrelerinin optimizasyonunda verileri analiz etmek için kullanılan uygulaması basit ve hızlı olan alternatif bir yöntemdir. Her parametre için faktör etkisi yüzdesini çok basit bir şekilde göstermektedir [24]. Deneylerde dikkate alınan çalışma parametrelerinin kalite karakteristiği üzerine etki düzeyleri bu metot kullanılarak basitçe belirlenebilir. Gri ilişkisel derecesine ait değerler kullanılarak oluşturulan Pareto ANOVA sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8 Gri ilişkisel dereceleri üzerinden yapılmış Pareto ANOVA tablosu

Faktörler	A	B	C	Toplam
1	3.0730	2.5085	2.6050	5.3579
2	2.2850	2.8494	2.7529	
Farkların kareleri toplamı	0.6210	0.1162	0.0219	0.7591
Serbestlik derecesi	1	1	1	3
Katkı Oranı (%)	81.80	15.31	2.88	100.00
Kümülatif Katkı Oranı (%)	81.80	97.12	100.00	
Optimal Kombinasyon	A1	B2	C2	

Hassas olarak işlenmiş deliğin çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik özelliklerini içeren çoklu kalite karakteristikleri üzerine en büyük etkinin % 81.80 oranıyla kesici takım tipinin sahip olduğu söylenebilir. Bunu, % 15.31 etki oranıyla iş mili hızı takip eder. Çoklu kalite karakteristikleri üzerine ilerleme oranının etkisi ise sadece %2.88 ile en düşük düzeydedir. İlgili işleme parametrelerinin çoklu kalite gereksinimleri üzerine etki derecelerinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2 Gri İlişkisel derecesine ait Pareto ANOVA grafiği

4. SONUÇ

AL 7050 T7451 plaka malzeme üzerine delinmiş ön deliklerin istenilen ölçüye hassas olarak genişletme işleminde çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik gibi kalite karakteristikleri üç tekrarlı Taguchi $L_8 (2^7)$ orthogonal dizi kullanılarak farklı kesme koşulları altında ölçülmüştür. Çoklu kalite karakteristikleri için gereksinimler Gri ilişkisel analizi yardımıyla belirlenirken,

çoklu kalite gereksinimleri üzerine çalışma parametrelerinin etki düzeyleri Pareto ANOVA tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Deneysel ve analitik sonuçlar aşağıdaki sonuçlara yol açmaktadır.

- Bir deliğin hassas olarak işlenmesinde, deliğin çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik gibi kalite karakteristikleri üzerine kesici takım tipi, iş mili hızı ve ilerleme oranı etkilidir.
- Kaplamalı 26G6 kesici takım tipi, yüksek iş mili hızı ve yüksek ilerleme oranı minimum çap değişimi ve silindiriklik gereksinimi için en ideal iken, kaplamalı 26G6 kesici takım, düşük iş mili hızı ve yüksek ilerleme oranı minimum dairesellik gereksinimi için idealdir.
- Çoklu kalite karakteristikleri için yapılan gri ilişkisel analizi, çap değişimi, dairesellik ve silindirikliğin minimum olması gerekliliğini; kaplamalı 26G6 kesici takım tipi, yüksek iş mili hızı (1050 dev/dak) ve yüksek ilerleme oranıyla (0.003 inch/dev) sağlanabileceğini göstermiştir. Bu yüzden, hassas delik genişletme işleminde bu kombinasyonun kullanılması çap değişimi, dairesellik ve silindiriklik gereksinimlerini optimize eder.
- Çoklu kalite karakteristikleri üzerine kesici takım tipi %81.80, iş mili hızı %15.31 ve ilerleme oranı %2.88 oranında etkiye sahiptir.

Teşekkür

Yazarlar, çalışmanın gerçekleştirilmesinde alt yapı desteği sunan Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölüm Başkanlığına teşekkürlerini sunar.

Kaynakça

1. Kıvak T., (2008). Inconel 718'in Delinebilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
2. Yağmur S., Acır A., Şeker U., (2013). AISI 1050 Çeliğinin Delinmesinde Kesme Parametrelerinin ve Kaplama Uygulamasının Dairesellikten Sapma (Ovalite) Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Politeknik Dergisi*, 3, p.105-109.
3. Meral, G., (2009). AISI 1050 Malzemenin Delinmesinde Delme Parametrelerinin Kesme Kuvvetleri ve Delik Kalitesi Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
4. Kaplan, Y.. (2010). Delik Delmede Farklı Parametrelerin Kesme Kuvveti, Moment, Titreşim, Yüzey Pürüzlülüğü, Aşınma ve Çapak Oluşumuna Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. Kahraman F., Başar G., Koçoğlu Z., Yeniyl E., (2018). Delik Büyütme İşleminde Kesme Parametrelerinin Çok Yanıtlı Taguchi Deneysel Tasarım Yaklaşımı Kullanılarak Optimizasyonu. *Politeknik Dergisi*, 21(2), p.283-290.
6. Çakır, A., (2009). AA7075 ve AA6013 Alüminyum Alaşımlarının Delme Operasyonları Esnasındaki Kesme Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
7. Nouari M., List G., Girot F., Coupard D., (2003). Experimental Analysis And Optimisation Of Tool Wear In Dry Machining Of Aluminium Alloys. *Wear*, 255, p.1359-1368.
8. Siyambaş Y., Turgut Y., (2015). HSLA DIN EN 10149 Çeliğinin Delinmesinde Kesme Parametrelerinin Eksenel Kuvvet ve Momente Etkilerinin Deneysel Araştırılması. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 12(2), p.41-49.

9. De Chiffre, L., Zeng, Z., Belluco, W., (1999). Parameter investigation in a reaming test for cutting fluid evaluation. Publication nr. MM99.71, PT, Technical University of Denmark.
10. Beauchamp, Y., Thomas, M., Youssef, Y.A., Masounave, J., (1996). Investigation of cutting parameter effects on surface roughness in lathe boring operation by use of a full factorial design. *Computers & Industrial Engineering*, 31, p.645-651.
11. Yuzo, S., Kinji, S., Makota, O., Tsuneo, S., (1973). Drilling machinability of wrought pure aluminium for industrial use. *J. Jap. Inst. Light Met.*, 23(2), p.72-77.
12. Çakıroğlu, R. (2011). “Delik Delme İşlemlerinde Kesme Parametrelerine Bağlı Olarak Oluşan Sıcaklığın Modellenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
13. Jae-seob, Kwah (2005). Application of taguchi and response surface methodologies for geometric error in surface grinding process. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 45, p.327–334.
14. Balavendram, N. (1985). *Quality by Design-Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*, Prentice Hall, London.
15. İnternet: <http://www.referansmetal.com/alasimli-aluminyum/product/58/uzay-havacilik-savunma/levha-plaka/ams-4050-alzn6cumgzc-7050-t7451?lang=de> Son Erişim Tarihi: 19 Ocak 2020.
16. Park, S. H., (1996). *Parameter Design, Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapman & Hall, London.
17. Sheth, S., Chauhan, P., Modi Bhavin, S., Pancholi, A., (2014). Study and investigate effect of cutting parameters in drilling on cylindricity and perpendicularity. In: *Proceedings of the fourth national conference on recent advances in manufacturing (RAM-2014)*. p. 43–8
18. Sheth, S., George, P.M., (2016). Experimental investigation, prediction and optimization of cylindricity and perpendicularity during drilling of WCB material using grey relational analysis. *Precision Engineering*, 45, p. 33–43
19. Montgomery, D. C., (2010). *Design and Analysis of Experiments*. 7th ed. India: Wiley; Wiley Student Edition.
20. Jiju, A., (2003). *Design of Experiments For Engineers and Scientists*. Elsevier Science and Technology Books.
21. Ju-Long, D., (1982). Control problems of grey systems. *Syst. Control Lett.* 1, p. 288–294.
22. Mia, M., Bashir, M.A., Khan, M.A. and Dhar, N.R. (2017). Optimization of MQL flow rate for minimum cutting force and surface roughness in end milling of hardened steel (HRC 40). *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 89, p. 675–690
23. Mia, M., Rifat, A., Farhan, T., Gupta, M.K., Hossain, J. and Goswami A., (2018). Multi-objective optimization of chip-tool interaction parameters using GreyTaguchi method in MQL-assisted turning. *Measurement*, 129, p.156–166
24. Hamdan, A., Sarhan, A.A.D. and Hamdi, M., (2012). An optimization method of the machining parameters in high-speed machining of stainless steel using coated carbide tool for best surface finish. *Int J Adv Manuf Technol.*, 58, p.81–91.

VETERİNER OFTALMOLOJİDE ACİL DURUMLAR VETERINARY OPHTHALMOLOGY EMERGENCIES

Dr. Öğr. Üyesi Tuba Özge YAŞAR
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ÖZET

Veteriner Oftalmolojide acil durumlar geniş bir yelpazede birçok hastalığı kapsar. Travmaya sebep olan trafik kazası, fiziksel darbeler, yüksekten düşme gibi durumlar, göze ait onkolojik problemler, çeşitli mikrobiyal kontaminasyonlar gibi pek çok sebep gözlerin hassas dokusuna zarar vermektedir. Göz küresi, göz kapakları, kornea, ön kamara, lens, vitreus, retina gibi gözün farklı bölümlerinde meydana gelen problemlerden kaynaklanan ağrı, kaşıntı, fotofobi, blepharospasmus, göz içi basıncının artması gibi semptomlar oluşur. Ağrısı olan hasta hayvan meydana gelen huzursuzluk nedeni ile gözlerini, patileri ile ovalama, sürterek kaşıma davranışları sergiler. Bu suretle oluşan irritasyonlar, mevcut klinik durumu daha da kötü bir hale getirir. Veteriner oftalmolojide acil vakalar olarak değerlendirilen bu gibi durumlarda, kısa zamanda tanı ve sağaltımın doğru yapılması; hayvanın visuel kalitesinin düşmesine veya görme yeteneğini kaybetmesine karşı önlem alınmasını sağlar. Bu çalışmada veteriner oftalmolojiye ait acil durumlar kısaca gözden geçirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veteriner, Oftalmoloji, Göz, Acil

ABSTRACT

Emergencies in Veterinary Ophthalmology cover a wide range of diseases. Many causes, such as traffic accidents, physical injuries, causing cranial trauma, falling from height, oncological problems of the eye, various microbial contaminations, damage the sensitive tissue of the eyes. Symptoms such as pain, itching, photophobia, blepharospasmus, increased intraocular pressure arising from problems occurring in different parts of the eye such as eyeball, eyelids, cornea, anterior chamber, lens, vitreous, retina. The sick animal with pain exhibits rubbing with its eyes, paws, and scratching by rubbing it due to unrest. Irritations thus formed make the current clinical situation worse. In such cases, which are considered as emergency cases in veterinary ophthalmology, correct diagnosis and treatment in a short time; It provides precautions to be taken against decreasing the visual quality of the animal or losing its eyesight. In this study, emergencies related to veterinary ophthalmology are briefly reviewed.

Keywords: Veterinary, Ophthalmology, Eye, Emergency

1. GİRİŞ

Hayvanlarda göz hastalıklarında tanı ve sağaltım veteriner tıbbında, veteriner oftalmoloji alanı içinde yer almaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkelerinde veteriner hekimliği eğitiminden sonra veteriner oftalmoloji alanında ayrıca branşlaşan, uzman hekimler vardır. Ülkemizde ise beş sene olan veteriner hekimliği eğitiminden sonra, veteriner fakültelerinin cerrahi anabilim dallarında hayvanlarda cerrahi eğitime ek olarak, özellikle oftalmoloji alanına ilgi duyan hekimler doktora eğitimi içerisinde bu alana yönelik tez çalışmaları yapmaktadırlar.

Veteriner oftalmolojide, hayvanlarda oluşan bazı kongenital, edinsel, irsi, sistemik orjinli oftalmolojik hastalıkların yanı sıra perakut / akut seyirli travmatik proptozis, skleral ruptur, gözde yabancı cisim, gözün penetre yaraları, kornea yaralanmaları, glakom, lens lukzasyonları, akut görme kaybı, optik sinir inflamasyonu, retina dejenerasyonu veya retina ayrılması gibi pek çok acil durum meydana gelmektedir. Akut görme kaybında ani ağrı, kızarıklık, gözün bulanıklaşması çeşitli durumların altında yatan sebebi bulmak ve hastalığın

teşhisini doğru koymak için, pupillar refleks, palpebral refleks, shirmer testi, fleoresein testi, tonometri ölçümü gibi temel oftalmik testler ve ekipman ile kapsamlı ve sistematik bir oftalmolojik muayene yapılmalıdır. Sistematik muayenede diffuz bir ışık kaynağı veya slit lamp kullanılarak göz kapakları, kirpikler, konjunktiva, kornea, ön kamara, lens muayenesi gerçekleştirilir. Küçük hayvanlarda fundus muayenesi tercihen indirekt bir ışık kaynağı, indirekt oftalmoskop ve avuç içi bir lens ile yapılır. Gözde oluşan ani kızarıklık, bulutumsu kornea, kısık göz semptomları; glakomu, kornea ülserini, lens lukzasyonunu veya ani keratokonjunktivit sikka'yı temsil etmektedir. Göz muayenesini rutin ve sistematik bir şekilde yapmak, altta yatan nedeni ortaya çıkarmaya yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada veteriner hekimliğinde sık karşılaşılan bazı acil oftalmolojik hastalıklar ele alınarak tanı ve sağaltımları hakkında bilgi verilmiştir.

2. TRAVMATİK PROPTOZİS

Travmatik proptozis, bulbus oculi'nin çoğunlukla künt bir travma neticesinde parsiyal ya da total olarak rostral yöne displazi olması ile karakterize olan oftalmik acil bir durumdur (Wheler et al., 2001). Genellikle Shih Tzu, Pug, Pekinez ve Boston teriyeri gibi küçük ırk ve brakiyosefalik köpekleri etkileyen oldukça ciddi travmatik bir hastalıktır (Mandel, 2000; Wheler et al., 2001). Diğer köpek ırklarında ve kedilerde örneğin bir otomobil kazası neticesinde baş bölgesine ait şiddetli künt bir travma, proptozis gelişmesine sebep olabilmektedir (Crispin, 2005). Hastanın genel durumunun stabilizasyonu ardından vakit kaybetmeden göz küresinin replasmanı için acil cerrahi girişimde bulunulması gerekmektedir (Mandell and Holt, 2005). Bulbus oculi replasmanı ve geçici tarsorafi işlemini takiben rutin postoperatif medikal sağaltım uygulanmalıdır (Wheler et al., 2001). Travmanın gözde oluşturduğu hasara bağlı olarak enükleasyon da düşünülebilir (Wheler et al., 2001; Miller, 2008). Proptozis olgularında kalıcı şaşılık, ülseratif keratitis, göz kuruluğu (keratokonjunktivit sikka), nöroretinal dejenerasyon, phthisis bulbi gibi bazı komplikasyonlar oluşabilmektedir (Mandell and Holt, 2005).

3. SKLERAL RUPTUR

Bulbus oculi'nin künt travmaları kornea'da veya sklera'da lokalize olan rupturlara sebep olabilir. Korneal rupturlar kolaylıkla fark edilebilirken, limbus'a yakın skleral rupturlar hariç diğer skleral rupturlar direkt görüntülenemez. Bu yüzden klinik muayene esnasında skleral rupturların diyagnozu varsayımsaldır. Bu tip olgularda tanı genellikle bulbus oculi ultrason muayenesi esnasında konulmaktadır. Ancak bu teknik de ruptüre olan sklera kısmı ile ilgili her zaman net bir görüntü vermemektedir. Fakat skleranın ve intraoküler hemorajinin azalan yansıtıcılığı ve düzensiz kontürler gibi ultrasonografik alterasyonları görüntülenebilmektedir. (Chugh et al., 2001). Çoğu zaman, küçük hayvanlarda skleral ruptur lamina cribrosa'dan uzanır, oysa atlarda limbusta veya yakınında lokalizedir (Cutler, 2005). Genellikle sklera rupturlarının operatif sağaltımı, yaranın lokasyonu sebebiyle mümkün olmamaktadır. Geniş skleral ruptur oluşturan bulbus oculi kontüzyonlarının en yaygın komplikasyonları phthisis bulbi ve körlüktür ve bu tip olgularda enükleasyon tek çare olmaktadır (Martin et al., 2005).

4. HYPHEMA

Hyphema, genellikle retinal veya uveal damarların yaralanması neticesinde ön kamarada kan bulunmasıdır (Hendrix, 2013). Ön kamarada bulunan kan; pıhtılaşmış veya pıhtılaşmamış, serbest veya fibrin yada hypopyon ile bağlantılı, ve yine ön kamaradaki miktarına göre birkaç yolla karakterize edilebilir (Nelms, 1993). Hyphema kan-oküler bariyerini bozan travma, koagülopatiler, neoplazi, bulaşıcı hastalıklar, sistemik hipertansiyon, konjenital anomaliler, üveit, retina dekolmanları ve bağışıklık aracılı hastalıklar dahil olmak üzere çok sayıda

hastalık sürecinde oluşabilir (Mithchell, 2006). En ciddi komplikasyonları olarak katarakt, phthisis bulbi, sekonder glakom, korneada kan leke izi ve posterior sineşi belirtilmektedir. (Nelson and Couto, 2009). Hyphema sağaltımı her zaman altta yatan hastalığın ve ilgili durumları içermelidir. En yaygın ampirik tedavi, topikal veya sistemik kortikosteroidleri ve midriatikleri içerir. TPA ve aminokaproik asit ile ilave tedaviler de özel durumlarda tarif edilmiştir. Gözü sekellerden, özellikle glokomdan veya kronik üveitten korumak, rahatsızlığı azaltmak ve vizyonu korumak için tedavinin hayati bir parçasıdır (Telle and Betbeze, 2015).

5. AKUT GLAKOM

Glakom, görme kaybına yol açan göz içi basıncındaki artış olarak tanımlanır. Glakom; retinal ganglion hücre ölümüne ve optik sinir dejenerasyonuna böylelikle görme kaybına yol açan fonotipik ve genotipik olarak şekillenebilen bir grup heterojen hastalıktır. (Honjo, 2018).

Akut glakom olgularında göz içi basınç 12 ila 24 saatin altında bir yükselme meydana gelmektedir. Hastalar bu aşamada tedavi edilirse görme kurtarılabilir de subklinik olgular sebebiyle hastaların sadece % 50' si akut fazda yapılan sağaltıma yanıt vermektedir (Plummer et al., 2013).

Göz içi basıncın düşmesi için kullanılan anti-glakom ilaçları temelde iki farklı mekanizmada çalışır: Humor aqueous oluşumunu baskılayıcı etki gösteren ilaçlar örneğin beta-adrenerjik antagonistleri, karbonik anhidraz inhibitörleri, alfa-2-adrenerjik agonistler, diğeri ise konvansiyonel ve trabeküler ağdan humor aqueous drenajını arttıran etki gösteren ilaçlar örneğin cholinomimetic, beta-2-adrenerjik agonistler ve prostaglandin FP reseptör agonistleri, prostamides, alpha-2-adrenerjik agonistleri şekilde etki göstermektedirler (Kiland, 2004). Günde iki kez % 0.02 netarsudil dozajı, normotansif köpeklerde göz içi basıncında klinik olarak ihmal edilebilir olsa da, istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ile sonuçlandığı bildirilmektedir (Yang, 2020).

Tedavinin hedefleri, basıncı hızla düşürmek ve mümkün oldukça hastanın görüş kalitesini korumaktır. Medikal sağaltım genellikle önce denir, ancak glakom düzelmezse operatif müdahale gerekebilir.

6. DERİN KOMPLİKE KORNEA ÜLSERİ

Kornea perforasyonlarına gerek beşeri gerekse veteriner oftalmolojide sık karşılaşılmaktadır. Sebepleri türler arasında çeşitlidir. Veteriner oftalmolojide enfeksiyon, travma, cerrahi prosedürler, Feline Corneal Sequestrum korneal perforasyonun en sık görülen sebepleri arasında yer almaktadır (Gelatt et al., 2011; Laguna, 2015).

Gerek beşeri gerekse veteriner oftalmolojide derin kornea perforasyonları sağaltımının temelini cerrahi oluşturmaktadır. Lamellar/penetre keratoplasti, keratoprosthesis, sentetik greftler, korneaskleral transpozisyon, konjunktival greftler, amniyotik ve renal membran, periton greftleri ve kartilago gibi çok çeşitli teknikler ile sağaltım uygulanmaktadır. Köpeklerde kornea greft cerrahi tekniği tam kalınlıkta olan bir kornea defekti için etkili bir sağaltım metodudur. Greft reddi gelişiminde medikal sağaltım tatmin edici sonuçlar vermektedir (Lacerda, 2017).

7. LENS LUKZASYONU

Zonular zayıflık yada ruptur olgularında lensin parsiyal olarak disloke olmasına sublukzasyon, lensin tamamının anteriyör kamaraya yahut vitreusa disloke olmasına ise lukzasyon denilir. Lukze olmuş bir lens serbestçe ön kamaraya yada vitreusa hareket edebilmektedir (Brooks and Mattews, 2007). Lukze olmuş lensin bulunduğu bölgeye bağlı olarak kornea ödemi, iridodonez, veya katarakt oluşumu da görülebilir (McCluskie et al.,

2009). Lukze olmuş lensin tekrar yerine konulması mümkün değildir. Bu sebeple dışarıya alınması gerekmektedir. Bu amaçla Fakoemülsifikasyon, İntrakapsüler lens ekstraksiyon (İKLE), Ekstrakapsüler Lens ekstraksiyonu gibi farklı cerrahi tekniklerle lukze olan lensin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Kedilerde oluşan lens luzasyonlarında uygulanan İKLE yöntemi ile %89.5 oranında fayda sağlanmıştır. (Olivero et al., 1991). Köpeklerde primer lens lukzasyonu ve İKLE yöntemi ile sağaltımı yapılan olgularda %70 oranında fayda sağlandığı belirtilmiştir (Nasissse and Glover, 1997). Atlarda ise sublukze yada lukze olmuş lenslerin intraoperatif yöntemlerle çıkarılması, postoperatif ciddi komplikasyonlara ve görüş kalitesinde azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir (Brooks et al., 2014).

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Veteriner oftalmolojide karşılaşılan acil durumlara en kısa zamanda doğru müdahale edilmesi hastada meydana gelebilecek görüş kalitesinde azalma hatta görüş kabiliyetini kaybetme risklerini önleyebilmektedir. Göz muayenesinin sistematik bir şekilde yapılması, hasta sahibinden doğru anamnez alınması, gerekli durumlarda mikrobiyolojik, histopatolojik laboratuvar tetkiklerine başvurulması tanı ve sağaltım açısından önem taşımaktadır. İlerleyen teknoloji sayesinde günümüzde oftalmoloji alanında kullanılan cihazlar ile göz içinde oluşan hasarın gözün hangi dokularını ne derecede etkilediği anlaşılabilir.

KAYNAKLAR

1. Wheler, C.L., Bruce, H.G., Pocknell, A.M. (2001) Unilateral proptosis and orbit cellulitis in eight African hedge dogs (ATELERIX ALBIVENTIS). *J. Zoo Wildlife Med.* 32, 286–291.
2. Mandell, D.C. (2000) Ocular emergencies. In: *Clinical techniques in small animal practice*. Eds., Drobatz K. J. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Inc. 15, 94-100.
3. Crispin, S. (2005) *Notes on Veterinary ophthalmology*, 1st ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing Company, 24–26.
4. Mandell, D.C., Holt, E. (2005) Ophthalmic emergencies. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 35(2), 455–480.
5. Miller, P.E. (2008) *Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology*, 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 419–426.
6. Chugh, J.P., Susheel, V.M. (2001) Role of ultrasonography in ocular trauma. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 11, 75–79.
7. Cutler, T.J. (2005) Diseases and surgery of the globe and orbit. In: *Equine Ophthalmology*. (ed. Gilger BC) Elsevier/Saunders, St. Louis, 79–80.
8. Martin, C.L. (2005) Cornea and sclera. In: *Ophthalmic Disease in Veterinary Medicine*. Manson Publishing, London, 281.
9. Hendrix, D.V.H. (2013) Diseases and surgery of the canine anterior uvea. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, editors. 5th ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 1146–1198.
10. Nelms, S.R., Nasissse, M.P, Davidson, M.G., Kirschner, S.E. (1993) Hyphema associated with retinal disease in dogs: 17 cases (1986-1991). *J Am Vet Med Assoc*, 202, 1289–1292.
11. Mitchell, N. (2006) Ophthalmology: Hyphaema in dogs. *Compan Anim*, 11, 85–89.
12. Nelson, R.W., Couto, C.G. (2009) Disorders of hemostasis. *Small Animal Internal Medicine*. 4th ed. Missouri: Mosby Elsevier, 1242–1259.

13. Telle, M.R., Betbeze C. (2015) Topical Review Hyphema: Considerations in the Small Animal Patient. *Topics in Companion Animal Medicine*, 97–106.
14. Honjo, M., Tanihana, H. (2018) Impact of the clinical use of ROCK inhibitor on the pathogenesis and treatment of glaucoma. *Jpn J Ophthalmol*, 62,109-126.
15. Plummer, C., Regnier, A., Gelatt, K. (2013) The canine glaucomas. In: Gelatt K, Gilger B, Kern T, eds. *Veterinary Ophthalmology*. 5th ed. Ames, IA: John Wiley & Sons, Inc., 1050-1145.
16. Kiland, J.A., Gabelt, B.T., Kaufman, P.L. (2004) Studies on the mechanism of action of timolol and on the effects of suppression and redirection of aqueous flow on outflow facility. *Exp Eye Res*. 78(3), 639-651.
20. Yang, V.Y., Miller, P.E., Keys, D.A., La, Croix, N.C. (2020) Effects of 0.02% netarsudil ophthalmic solution on intraocular pressure of normotensive dogs. *Vet Ophthalmol*, 1–9.
21. Gelatt, K.N., Brooks, D.E. (2011) Surgery of the cornea and sclera. In: *Veterinary Ophthalmic Surgery*, 1st edn (ed Gelatt KN). Elsevier Saunders, New York, 191–236.
22. Laguna, F., Leiva, M., Costa, D. et al. (2015) Corneal grafting for the treatment of feline corneal sequestrum: a retrospective study of 18 eyes (13 cats). *Veterinary Ophthalmology*, 18, 291–296.
23. Lacerda, R.P., Gimenez, M.T.P., Laguna, F., Costa, D., Rios, J., Marta L. (2017) Corneal grafting for the treatment of full-thickness corneal defects in dogs: a review of 50 cases. *Veterinary Ophthalmology*, 20, 3, 222–231.
24. Brooks, D.E., Matthews, A.G. (2007) Equine Ophthalmology. In: Gelatt K.N. (ed.), *Veterinary Ophthalmology*, 4th ed. Blackwell Pub Ames, IA. 1165-1274.
25. McCluskie, L.K., Woodford, N.S., Carter W.J. (2009) Posterior lens luxation with associated glaucoma in a pony. *Equine Vet J*, 21, 228-230.
26. Olivero, D.K., Riis, R.C., Dutton, A.G., Murphy, C.J., Nasisse, M.P., Davidson, M.G. (1991) Feline Lens Displacement. A Retrospective Analysis of 345 Cases. *Progress in Veterinary Ophthalmology*, 1, 239-244.
27. Nasisse, M.P., Glover, T.L. (1997) Surgery for lens instability. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 27, 1175-92.
28. Brooks, D.E., Gilger, B.C., Plummer, C.E., Hartley, C., Donaldson, D., Lavach, J.D. Karpinski, L.G. (2014) Surgical correction of lens luxation in the horse: visual outcomes. *Vet Med Anim Sci*, 2, 2.

BRIDGE CONDITION PREDICTION USING MARKOV PROCESS**Asst. Prof. Dr. Hakan BAYRAK**

Kafkas University

Assoc. Prof. Dr. Ferhat AKGÜL

Middle East Technical University

ABSTRACT

Infrastructure systems are crucial facilities supplying the necessary transportation, water and energy utilities for the public. Bridges are an essential part of the transportation infrastructure systems. As all constructed structures, bridges deteriorate throughout their lifetimes due to various environmental factors and loading conditions. Hence, irreversible problems may arise such as substantial economical losses in terms of infrastructure assets and ultimately endangering the safety of general public. Therefore, bridge conditions should be inspected periodically and specific actions should be applied to keep their performance at acceptable reliability levels while having the lowest lifetime cost. These requirements create the need for Bridge Management Systems (BMSs) which are designed to manage the maintenance, repair, rehabilitation and replacement actions for bridge networks and to keep bridges away from risk of failure by using the necessary resources in an optimal manner. In order to achieve the objectives, Bridge Management Systems use one of the lifetime performance prediction and optimization model. Lifetime performance models aim to predict the deterioration path of structures. There are several deterioration models which are dynamic systems solved by dynamic programming techniques. Dynamic programming problem should be solved in order to find the optimal decision policy from a Markov decision process-based model which is the most widely implemented condition based performance prediction and maintenance optimization model. The problem can be reduced to a linear programming problem which becomes one of the solution methods for dynamic programming. In this study, Markov performance prediction preferred model in current Bridge Management Systems is investigated to achieve further development. In order to achieve the objective of the research, maintenance and repair actions are determined for bridge systems throughout their lifetime. Furthermore, dynamic programming was studied, the necessary formulations were derived, and an algorithm for the solution of the problem using linear programming and necessary computer program in Matlab environment were developed.

Keywords: Condition Prediction Methods, Markov Decision Process, Transition Probability Matrix, Bridge Management Systems

1. INTRODUCTION

In developed countries, infrastructure systems spread across the country. Transportation, water and energy utilities are crucial facilities for public. Bridges are an important part of the transportation infrastructure systems. Bridges, as all aging structures, gradually deteriorate in time and approach the end of their lifespans. In order to prevent irreversible problems, which is substantial economical losses in terms of infrastructure assets and ultimately endangering and safety of general public, bridges require periodic maintenance and repair in order to function and be reliable throughout their lifetimes. These requirement create the need for Bridge Management Systems (BMSs) used to monitor the condition and safety of bridges. Bridge Management Systems have evolved considerably in the past decades, providing the bridge experts with determining how to use the existing resources in order to keep the bridges at acceptable reliability levels while having the lowest lifetime cost. Using Bridge Management Systems, it is possible to establish maintenance and repair programs and to record conditions of bridges. Initially, a number of BMSs were developed such as PONTIS

[1] after unexpected failures of certain bridges have occurred such as the Silver Bridge in the US.

An important subject in life-cycle analysis of bridges is deterioration prediction for bridges and their components. Deterioration prediction enables the determination of remaining service life of a bridge and planning of future maintenance activities. The BMSs use the lifetime performance curves to predict the future condition of the bridge elements.

2. DETERIORATION MODELS

Performance prediction of an infrastructure system is a difficult process due to existence of many uncertainties. Hence, deterioration prediction models are produced to overcome this difficulty.

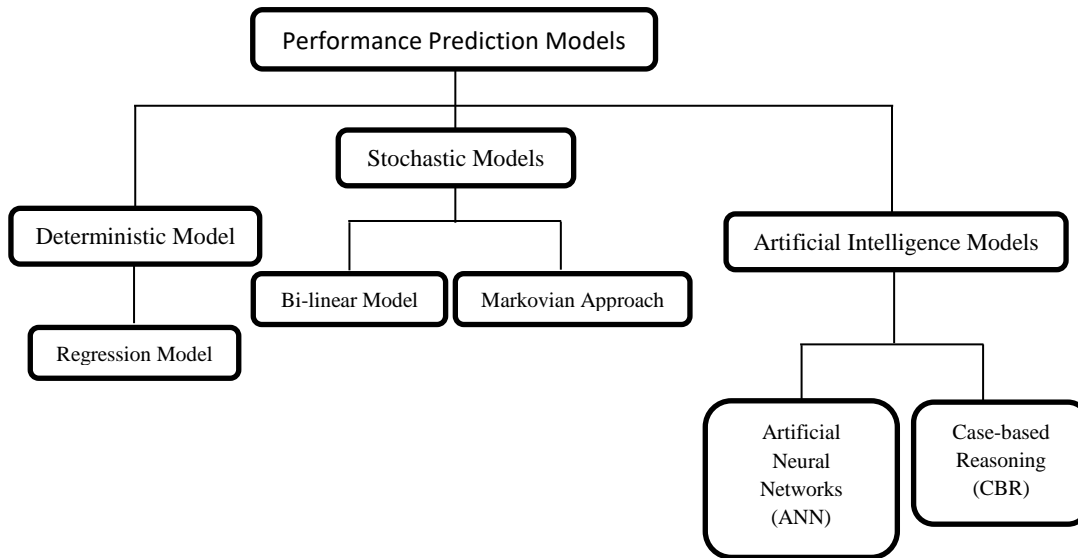


Figure 1: Classification of Performance Prediction Models [2]

Figure 1 shows the most common performance prediction models studied in literature. These performance prediction models are generally divided into three main categories which are deterministic, stochastic and artificial intelligence models. First, regression model is a deterministic model used in India BMS[3]. Second one is stochastic model composed by Bi-linear and Markovian models. The Bi-linear model is simulated –based model proposed by Neves and Frangopol [4]. Other stochastic model is Markovian model [5] which is the most common in current Bridge Management System. The third performance prediction model is the artificial intelligence consists of Artificial Neural Network [6] and Case-based reasoning [7].

3. MARKOV DECISION PROCESS

The most widely implemented condition based performance prediction and maintenance optimization model in Bridge Management Systems (BMSs) is the Markov Decision Process-based model (MDP). Markov Decision Process is a condition-based discrete model and predicts the condition of bridge members which is determined by visual inspection. Markov process-based condition deterioration model matches well with the fact that condition data on deteriorating structural elements is also collected at discrete time intervals because of discrete nature of its formulation. The importance of the Markov Decision Process-based model is that it defines the time-variant deterioration using the Markov Transition Probability Matrix (MTPM) and performs the lifetime cost optimization by finding the optimum maintenance policy. In figure 2, transition probabilities show the probability of transition of structural components from one condition state to another. Morcoux [5] used the Markov-chain models

which are based on two assumptions for predicting the future condition of bridge components, systems, and networks. The first assumption is constant inspection period, and the second is state independence. Markov chains were used as performance prediction models for bridge components by defining discrete condition states and accumulating the probability of transition from one condition state to another over multiple discrete time intervals. Morcos developed transition probability matrices for different elements of the deck system, and used Bayes' rule to adjust for the variation in the inspection period. Transition probabilities are assigned either from accumulated condition data or by using an expert judgement. Another study on transition probabilities is conducted by Ortiz-Garcia *et al.* [8] studied on estimation of transition probability matrices minimizing the sum of the squared differences between the distributions from original data and distributions obtained from transition probabilities. In addition, Thompson and Johnson [9] conducted a study to develop a Markovian bridge deterioration model from historical data. The study revealed that condition state data obtained from inspections may not be sufficient to predict future condition. In addition, more realistic condition prediction may be obtained by knowing actual maintenance records. Furthermore, Scherer and Glagola [10] conducted a study on Markovian deterioration model for bridge management system. The study showed that Markov decision process is a powerful tool for representing deterioration model and for determining optimal policies to control a large-scale system. In addition, the study tested memoryless property of the Markovian chain using an inference analysis using a chi-square statistic. It is seen that the past condition do not have an important effect on future condition. The laws of motion for a system in Markov process is described using a set of time independent transformation probabilities. In addition, the importance the Markovian decision process-based model is that it may define the time-variant deterioration using different Markov transition probability matrices for different time periods and performs the lifetime cost optimization by finding the optimum maintenance policy. To determine this policy is the subject of Dynamic Programming which may be stated as linear programming technique [11]. Discounted life-cycle cost problem is also a form of Dynamic Programming. In order to find the discounted life-cycle cost and optimal policy, Dynamic Programming problem must be solved. Linear Programming Problem is one of the solution methods for Dynamic Programming problem. Linear Programming problem can be obtained using the following procedure if w_{ia} and $q_{ij}(a)$ are known. An appropriate method to such linear optimization problems is the Simplex Method.

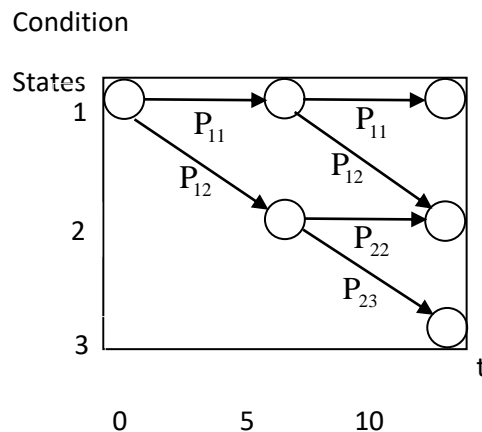


Figure 2. A Markovian deterioration model

In figure 3, P'_{ija} defines the probability that the system may be at level j at the beginning of the next time interval t when the system is at level i if action a is chosen without any consideration about the past condition.

In order to apply the Markov decision process to bridge cost analysis, a cost structure must be superimposed on the Markov process. If action a is chosen when system is at level i , the associated cost is w_{ia} . The use of Markov processes to determine optimal decision policy is the subject of Dynamic Programming. Solution of such problems can be achieved by one of the three approaches; the Method of Successive Approximations, Policy Improvement Algorithm and Linear Programming.

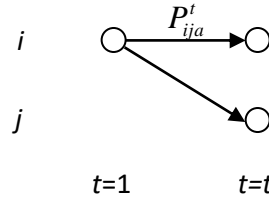


Figure 3. Markovian process

It is not an easy task to obtain a solution using method of successive approximations with a finite number of iterations. However, a solution can be achieved if the method is slightly modified. Furthermore, the policy improvement method is an alternative method based on iterations which also aims to obtain an optimal solution using finite iterations.

Let us consider an arbitrary policy $R \in C_D$. In this case, $v_i^\alpha(R)$ satisfies the following equation [11].

$$v_i^\alpha(R) = \sum_{t=1}^{\infty} \alpha^{t-1} \sum_j \sum_a P_R(X_t = j, Y_t = a | X_1 = i) \cdot r_{ja} \quad (1)$$

where,

$v_i^\alpha(R)$: Discounted life-cycle cost

R : Selected policy

α : Discount factor

r_{ja} : Reward earned at state j when action a is chosen

P_R : Probability that the system will be at state j at the beginning of the next time interval if action a is chosen when the system is currently at state i .

The objective is to find R which minimizes $v_i^\alpha(R)$. In other words, the aim is to find a series of optimal actions (decisions) which will minimize the life time cost over a certain time horizon.

$$\Psi_R(i, \alpha) = E_R \sum_{t=1}^{\infty} \alpha^t W_t \quad (2)$$

where,

$$W_t = w_{ia} \text{ if } Y_t = i, A_t = a, a \in K_i, i \in I$$

Therefore,

$$\psi_R(i, \alpha) = \sum_{t=0}^{\infty} \alpha^t \sum_i \sum_a P_R\{Y_t = j, A_t = a\} w_{ja} \quad (3)$$

Linear Programming can be used to find optimum policy R . Linear programming is a useful approach to derive finite algorithms for a number of Markovian control problems. Denoting the discounted life cycle cost $\Psi_R(i, \alpha)$ as v_i , the Linear Programming formulation of the problem is stated as follows [12].

Primal problem:

$$\begin{aligned} & \text{Maximize} && \sum_j \beta_j v_j \\ & \text{subject to} && v_i \leq w_{ia} + \alpha \sum_j P_{ija}^t v_j \\ & && \beta_j > 0, \quad j \in A, \quad \sum_j \beta_j = 1 \end{aligned}$$

E_R : Expected value

$\Psi_R(i, \alpha)$: Discounted life-cycle cost

R : Selected policy

α : Discount factor

w_{ia} : Cost incurred when system is in state i and action a is taken

P_R : Probability that the system will be at state j at the beginning of the next time interval if action a is chosen when the system is currently at state i

Y_t : State at time t

i : State i

A_t : Action at time t

a : Action a

$q_{ij}(a)$: The probability of the system being in state j at the next instant the system is observed whenever the system is in state i and action a is taken regardless of its history (referred to as the transition probability).

K_i : Number of actions possible when the system is at state i

I : State space (Space of possible states)

W_t : Cost at time t

The problem may be solved as a minimization problem after transforming it to a Dual Linear Problem. The Simplex Method is an appropriate method to solve such linear optimization problems. In this study, a program is developed to solve the primal and dual optimization problems stated above.

Dual Problem:

$$\begin{aligned} & \text{Minimize} && \sum_i \sum_a x_{ia} w_{ia} \\ & \text{subject to} && x_{ia} \geq 0, \quad a \in K_i, \quad i \in I, \\ & && \sum_i \sum_a x_{ia} (\delta_{ij} - \alpha q_{ij}(a)) = \beta_j, \quad j \in I, \end{aligned}$$

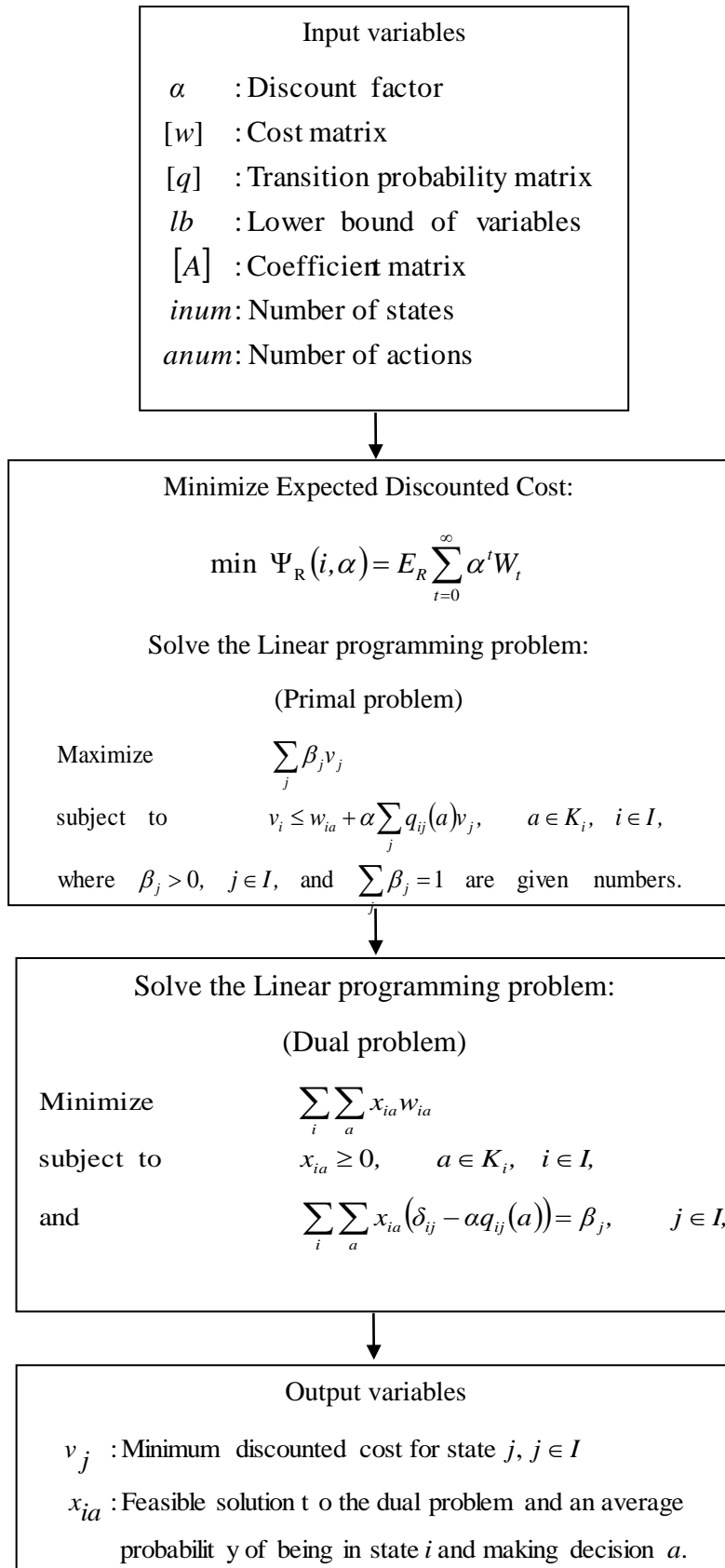


Figure 4. Flowchart of Optimal Policy Algorithm [13]

Figure 4 shows the algorithm to find optimal policy for dynamic systems using dynamic programming which is reduced to linear programming.

where; x_{ia} : Solution vector

$\delta_{ij} = 0$ if $i \neq j$, and $\delta_{ij} = 1$ if $i = j$.

i, j : States of system.

4. BRIDGE MAINTENANCE ACTIONS

There are several deterioration types in bridges caused by corrosion, inadequate water insulation, inadequate design for thermal effects, excessive loading, vehicle collisions, inundations, the use of sea water in concrete mixture, damage resulted by periodic freezing and thawing, faulty expansion joints, faulty supports, cracking of reinforced concrete due to tension, alkali-silica reactions, and settlement and collapse in foundations. The causes of deterioration of performance may be grouped into three main categories including aging (reduction of resistance and increase in loading), special actions (collisions by vehicle, earthquakes, pollution, etc.) and human errors (may arise at any stage in the lifetime of a structure). Therefore, existing bridges needs maintenance and repair actions because of deterioration of bridge elements. These actions are grouped under general titles. These are repair, replacement, rehabilitation, strengthening and modernization. In addition, some of these actions are preventive maintenance actions, others are essential maintenance actions. In developed countries, special attention is paid to preventive maintenance in order to prevent any problems in infrastructure facilities before they arise. Therefore, essential maintenance actions which are more expensive than others are either postponed or canceled by applying preventive maintenance actions which reduce lifetime cost of structural system [14].

5. A SAMPLE NUMERICAL EXAMPLE

In this sample example, two states two actions case is given. The dynamic system is periodically observed in time and at any given time, the system can only be at one of the two states: $i = 0, i = 1$, i.e; $I = \{0,1\}$, and there are two possible actions at each state $a = 1, a = 2, K_i = 2$, [12]. The cost matrix $[w]$ and transition probability matrix $[q]$ are

$$\begin{Bmatrix} w_{01} & w_{02} \\ w_{11} & w_{12} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 2 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} (q_{00}(1), q_{00}(2)) & (q_{01}(1), q_{01}(2)) \\ (q_{10}(1), q_{10}(2)) & (q_{11}(1), q_{11}(2)) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right) & \left(\frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right) \\ \left(\frac{2}{3}, \frac{1}{3}\right) & \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right) \end{Bmatrix}$$

In figure 5, transition probabilities are shown when action 1 is taken at the facility condition at state 0.

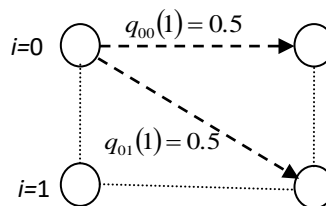


Figure 5. Transition probabilities when action 1 is taken at state 0

The problem is converted to a linear programming problem using formulations explained earlier. After that, primal problem must be converted to a dual problem since the problem written in Matlab environment solves only the minimization problem. Dual linear programming problem is obtained as

$$\begin{array}{ll} \text{Minimize} & x_{01} + 0x_{02} + 2x_{11} + 2x_{12} \\ \text{subject to} & \frac{3}{4}x_{01} + \frac{7}{8}x_{02} - \frac{1}{3}x_{11} - \frac{1}{6}x_{12} = \frac{1}{2} \\ & -\frac{1}{4}x_{01} - \frac{3}{8}x_{02} + \frac{5}{6}x_{11} + \frac{2}{3}x_{12} = \frac{1}{2} \end{array}$$

Solution vector is $x_{ia} = [x_{01} \ x_{02} \ x_{11} \ x_{12}]$ and for which following values are obtained as

$x_{ia} = [0 \ 0.9655 \ 1.0345 \ 0]$. Nonzero values of x_{ia} corresponds to $(i = 0, a = 2)$, $(i = 1, a = 1)$. This result means that action 2 should be taken at state 0, and action 1 should be taken at state 1 in order to achieve the optimal policy.

6. CONCLUSIONS

As bridges age, the structure system gradually deteriorates in time and approaches the end of their lifespans. If maintenance, repair, rehabilitation and replacement actions are not applied to deficient bridges at required times with adequate funds, irreversible problems may arise such as substantial economical losses in terms of infrastructure assets and ultimately endangering the safety of general public. Therefore, bridge conditions should be inspected periodically and specific actions should be applied to improve their performance when necessary. These requirement create the need for Bridge Management Systems (BMSs). In this study, Markov performance prediction preferred model in current Bridge Management Systems is investigated to achieve further development. In order to achieve the objective of the research, maintenance and repair actions are determined for bridge systems throughout their lifetime. Furthermore, dynamic programming was studied, the necessary formulations were derived, and an algorithm for the solution of the problem using linear programming and necessary computer program in Matlab environment were developed. A sample problem was examined when transition probabilities and cost values are known for specific actions. The developed program was used to solve the problem. Results reveal that the program obtained the optimal policy with minimum life-cycle cost taking different action for each state. It is noted that Markov process generally choses the do- nothing and rebuild action types as part of optimal policy for a structural element under a low deterioration rate. However, it is also observed that the process choses the maintenance actions with significant improvement

effects for the bridge elements at each condition state for a structural element with a high deterioration rate.

REFERENCES

- [1] Thompson, P.D., Small, E.P., Johnson, M., Marshall, A. (1998), “The pontis bridge management systems”, *Structural Engineering International*, vol. 8, no. 4, pp. 303-308
- [2] Bayrak, H., Akgül, F. (2013), “Effect of coefficient of regression model on performance prediction curves”, *International Journal of Engineering & Applied Sciences*, vol. 5, issue 1, pp. 32-39
- [3] Jiang, Y. (1990), “The development of performance prediction and optimization models for bridge management systems”, PhD Thesis, Purdue University, USA
- [4] Neves, L.C., Frangopol, D.M. (2005), “Condition, safety and cost for deteriorating structures with emphasis on bridges”, *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 89, pp.15-198
- [5] Morcoux, G. (2006), “Performance prediction of bridge deck systems using markov chains”, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 20, pp. 146-155
- [6] Sobanjo, J. O. (1997), “A neural network approach to modeling bridge deterioration”, *Proceedings of the 4th Congress on Computing in Civil Engineering*, Reston, ASCE
- [7] Morcoux G., Rivard, H., Hanna, A.M. (2002), “Modeling bridge deterioration using case-based reasoning”, *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 8, pp. 86-95
- [8] Ortiz-Garcia, J.J., Costello, S.B., Sanaith, M.S. (2006), “Derivation of transition probability matrices for pavement deterioration modeling”, *Structural Engineering International*, vol. 8, no. 4, pp. 303-308
- [9] Thompson, P.D., Johnson, M.B. (2005), “Markov bridge deterioration: Developing models from historical data”, *Structure and Infrastructure Engineering*, vol. 1, pp. 85-91
- [10] Scherer, W.T., Glagola, D.M. (1994), “Markovian models for bridge maintenance management”, *Journal of Transportation Engineering*, vol. 120, no. 1, pp. 37-51
- [11] Kallenberg, L.C.M. (1983). “Linear programming and finite Markovian control problems”, *Mathematical Centre Tracts 148*, Amsterdam
- [12] Derman, C. (1970). “Finite state Markovian Decision Process”, Academic Press, New York and London
- [13] Bayrak, H. (2011), “Lifetime condition prediction for bridges”, PhD Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey
- [14] Neves, L.A.C. (2005), “Life-cycle analysis of bridges considering condition, safety and maintenance cost interaction”, PhD Thesis, University of Minho, Minho, Portugal

TARİHİ ÇEVREDE MEKANSAL AİDİYET: YÖRÜK KÖYÜ ÖRNEĞİ
SPATIAL BELONGING IN THE HISTORICAL ENVIRONMENT: THE CASE OF
YÖRÜK VILLAGE

Arş. Gör. Sebile Merve ÖZTÜRK

Karabük Üniversitesi

Doç. Dr. Hicran Hanım HALAÇ

Eskişehir Teknik Üniversitesi

ÖZET

Aidiyet, kullanıcının bir yer ile duygusal bir bağ kurması ve kendini o mekânın bir parçası olarak görmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Kentsel mekânda bireyin yaşamını sürdürdüğü ve deneyim sahibi olduğu alanlar, insanın temel gereksinimlerinden olan aidiyet duygusunun bir unsuru olarak belirtilmektedir. Bireyin mekân ile kurduğu sosyal etkileşim sonucunda bireysel olarak anlamlandırılan fiziksel alanlara karşı ortaya çıkan duygusal bağlar ise mekânsal aidiyet kavramını ortaya çıkarır. Mekânsal aidiyet sadece bir etki tepki sonucu oluşan bir duygu olarak değerlendirilmeyip, bellekte yer edinmiş tüm bilgilerin oluşturduğu çok katmanlı bir yapıdır. Kentlerde kullanıcılara aidiyet duygusunun kazandırılmasında tarihi alanlar önemli bir rol oynamaktadır. Bu alanlar, tarihe tanıklık etmiş yerel mimari örneklerinin bulunduğu, geleneksel yaşam biçiminin deneyimlenebileceği yerlerdir. Ancak günümüzde küreselleşme etkisi ile tarihi alanlarda yaşanan hızlı işlev ve kullanıcı değişikliği, yere özgü değerlerin devamlılığı konusunda sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu anlamda tarihi alanlarda kullanıcının yaşadığı mekâna duyduğu aidiyetin güçlendirilmesi ile mekânın sosyal ve kültürel sürekliliğine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir. Bunun yanında yerin özgün değerlerinin geleceğe aktarılması sırasında oluşacak problemlerin de önüne geçilebilecektir.

Çalışma alanı olarak, büyük ölçüde korunmuş tarihi dokuya sahip olan ve ekonomik- sosyal sebeplerle başlayan göç sorası mekânsal değişim sürecini yaşayan Yörük köyü seçilmiştir. Köy; tarihi boyutu, anıtsal değeri ve mimari eserlerinin özelliklerinin yanında, doğal zenginlikleriyle de nadir alanlardandır. Bu nedenle sene boyunca yerli ve yabancı turistler bölgeyi ziyaret etmektedir. Çalışmada Yörük köyü kullanıcılarının mekânsal aidiyetinin ölçülmesi hedefiyle nicel veri toplama yöntemi olan anket kullanılmıştır. Literatür incelendiğinde aidiyet kavramını ifade eden birçok benzer terim bulunmaktadır. Topluluk duygusu, yere bağlılık, yer kimliği ve yer duygusu bunlardan bazılarıdır. Anket çalışması, mekânsal aidiyet kavramı ile aidiyet kavramının alt ifadelerini doğrudan ve dolaylı olarak ölçmeyi amaçlayan sorular içermektedir. Köyde yaşayan 35 kullanıcıya uygulanan anket sonuçları analiz edilerek, frekans dağılımları tablolar halinde sunulmuştur. Çalışma sonucunda, Yörük köyünün göç sonrası yaşadığı mekânsal değişime odaklanılmış ve kullanıcılarının mekânsal aidiyet duygusunun düzeyi belirlenmiştir. Elde edilen veriler yoluyla köye dair koruma ve kalkınma konularında gerçekleştirilecek olan çalışmalara katkı sağlayacak önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aidiyet, Mekânsal Aidiyet, Tarihi Çevre, Yörük Köyü, Safranbolu.

ABSTRACT

Sense of belonging is defined as the user establishing an emotional connection with a place and seeing himself as a part of that place. The areas where the individual lives and has experience in urban space are specified as an element of the sense of belonging, which is one of the basic needs of the human. Emotional bonds emerging as a result of the social interaction established by the individual against the physical spaces that are interpreted individually reveal the concept of spatial belonging. Spatial belonging is a multi-layered

structure consisting of not only an emotional reaction, but also all the information that has taken place in memory. Historical areas play an important role in gaining the sense of belonging to the users in the cities. These areas are places where local architectural examples have witnessed the history and where the traditional life style can be experienced. However, the rapid functioning and change of users experienced in historical areas due to the globalization effect cause problems about the continuity of location-specific values. In this sense, it is thought that the strengthening of the belonging of the user to the place where the user lives will contribute to the social and cultural continuity of the place. In addition, problems that may arise during the transfer of the original values of the place to the future can be prevented.

As the study area, Yörük village, which has a largely preserved historical texture and has experienced the process of spatial change after migration, has been chosen. The village is one of the rare areas with its natural richness as well as its historical size, monumental value and architectural works. For this reason, domestic and foreign tourists visit the region throughout the year. In the study, a questionnaire which is a quantitative data collection method was used to measure the spatial belonging of Yörük village users. When the literature is examined, there are many similar terms that express the concept of belonging. Some of these are the sense of community, commitment to the place, place identity and sense of place. The survey study includes questions aiming to measure the spatial belonging concept and sub-expressions of belonging concept directly and indirectly. The survey results applied to 35 users living in the village were analyzed and frequency distributions were presented in tables. As a result of the study, the spatial change that Yörük village experienced after migration was focused and the level of spatial sense of belonging of its users was determined. Through the data obtained, suggestions were made to contribute to the studies to be carried out in the fields of protection and development regarding the village.

Keywords: Sense of Belonging, Spatial Belonging, Historical Environment, Yörük Village, Safranbolu.

1. GİRİŞ

Aidiyet, bir yer ile duygusal bir bağ oluşturma süreci olarak anlamlandırılmaktadır. Maslow (1987) beş basamaklı ihtiyaçlar hiyerarşisinde ait olma kavramını, fizyolojik ihtiyaçlar ve güvenlik ihtiyacından sonra gelen önemli bir insan gereksinmesi olarak tanımlamaktadır. Aidiyet, zengin anlamları içinde barındıran yer ve mekân kavramı, coğrafi, mimari ve sosyal çağrışımların meydana getirdiği çevresel bir deneyimdir (Bezirgân, 2014: 51). Bu anlamda aidiyet; coğrafya, sosyoloji ve psikoloji gibi farklı alanlarda çalışılan ortak bir konudur (Beery ve Jönsson, 2017: 55).

Aidiyet duygusunun temelini, biyolojik ve kültürel değişimler ile deneyimler oluşturur. Bireylerin fiziksel çevre ile girdikleri etkileşim sonucu fiziksel alanlar, aidiyet kavramının bir unsuru olarak belirtilmektedir. Fiziksel alanlar insanların yaşamını sürdürdüğü ve deneyim sahibi olduğu alanlardır (Bezirgân, 2014: 51). Bu alanlarda sosyal etkileşimler için ortam yaratılır. Bu etkileşimlerin sonucunda fiziksel ve sosyal yapılandırma sağlanır. Sosyal etkileşim vasıtasıyla bireysel olarak anlaşılan fiziksel alanlara karşı ortaya çıkan duygusal bağlar ise mekânsal aidiyet kavramını ortaya çıkarır (Çelik, 2019: 18). Mekânsal aidiyet bir etki-tepki sonucunda oluşan bir olgu olmakla kalmayıp, mekân ile ilgili bellekte kalan bütün bilgilerin oluşturduğu karmaşık bir yapıdır (Bezirgân, 2014: 51). Aidiyet duygusu mekânla birlikte somutlaşır ve bağlılık yaratan mekân, insanın temel ihtiyaçlarından olan aidiyet duygusunu tatmin eder (Özkan, 2017: 38).

Mekânsal aidiyet ilk olarak duygusal bağlara referans verir, ancak bunun yanında bireyler veya gruplar ile bir veya birkaç yer arasındaki bilişsel ve davranışsal bağları da kapsamaktadır

(Gustafon, 2001: 668). Milligan (1998: 2)'a göre mekânsal aidiyetin, etkileşimsel geçmiş ve bir alanın etkileşimsel potansiyeli olmak üzere iki bileşeni vardır. Bunlardan ilki olan etkileşimsel geçmiş; bir alan ile ilişkili geçmiş deneyimler yani hatıralar olarak tanımlanmaktadır. Alanda gerçekleştirilen deneyimler ne kadar anlamlıysa, mekânsal aidiyette o kadar güçlü algılanmaktadır. Mekânsal aidiyetin ikinci bileşeni olan etkileşim potansiyeli ise alandaki gelecekte gerçekleştirilmesi mümkün olabilecek deneyimleri içermektedir.

Aidiyet, kentsel mekân kapsamında ele alındığında ise, kişilerin kendilerini mekânın parçası olarak görerek, kendilerinde mekân ile ilgili hak ve sorumluluk hissetmeleri olarak tanımlanmaktadır (Şentürk, 2018: 10).

Tarihi alanlar kentlere aidiyet hissinin kazandırılmasında önemli rol oynamaktadır çünkü; bireyin mekânda geçirdiği sürenin uzunluğu ile mekân aidiyeti arasında anlamlı bir ilişki vardır, süre uzadıkça yere bağlılık artmaktadır (Williams ve Vaske, 2003). Bu anlamda tarihi alanlarda aidiyetin konusunun incelenmesi önemli görülmektedir.

2. AMAÇ

Küreselleşme etkisiyle birlikte tarihi alanlarda plansız ve hızlı işlev değişikliklerinin yaşanması, korumanın sağlanmasının önünde engel oluşturmaktadır. Kentlerin değerlerini, zaman ve mekânda algılanabilirliklerini kaybetmelerine neden olmaktadır (Kneafsey, 2000, akt Şentürk, 2018: 2). İşlev değişikliğinin yanı sıra, tarihi alanlarda yapıların sık kullanıcı değiştirmesi, kullanıcının alanda sahiplenme hissinin azalmasıyla aidiyet duygusunun da azalmasına neden olmaktadır. Bu durum tarihi alandaki sosyal-kültürel bağların zayıflamasına yol açmakta ve koruma sürecini tehlikeye sokmaktadır (Gündüz ve Erdem,2010, akt Şentürk, 2018: 2). Bu anlamda tarihi alanlarda kullanıcının yaşadığı mekâna duyduğu aidiyetin güçlendirilmesi ile mekânın sosyal ve kültürel sürekliliğine katkıda bulunulacağı ve yerin özgün değerlerinin geleceğe aktarılması sırasında oluşacak problemlerin önüne geçileceği düşünülmektedir. Bu amaçla çalışmada kökeni 15. yüzyıla dayanan tarihi bir yerleşim olan Yörük köyünde, kullanıcıların mekânsal aidiyetinin ölçülerek, bölgenin korunması ve kalkınması konularında yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamak amaçlanmıştır.

3. KAPSAM

Çalışma alanı olarak, büyük ölçüde korunmuş tarihi dokuyu barındırması ve ekonomik-sosyal sebeplerle başlayan göç sorası değişim sürecini yaşaması sebebiyle Yörük köyü seçilmiştir.

Batı Karadeniz bölgesi, geçmişi M.Ö. 4000 yıllarına dayanan yerleşmelere sahip uygarlık alanıdır. Bu bölgenin Osmanlı egemenliğine geçmesiyle birlikte yöreye Türk Boyları yerleştirilmiştir. Ancak Yörük köyünün kuruluş tarihi kesin olarak bilinmemektedir. Yörenin tarihi incelendiğinde 15. yüzyıl öncesinde konargöçer bir Yörük Obası olarak bölgede buldukları tahmin edilmektedir (Hersek vd.,2000: 5-6).

Yörük köyü Batı Karadeniz'de Karabük ilinin Safranbolu ilçesine bağlı tarihi bir yerleşimdir. Köy tarihi boyutu, anıtsal değeri ve konutlarının özelliklerinin yanında doğal zenginlikleriyle de nadir alanlardandır. Bu nedenle sene boyunca yerli ve yabancı turistler bölgeyi ziyaret etmektedir.



Şekil 1. Yörük köyünden sokak görünümü

Köy düze yakın bir bölgede kurulmuş iki mahalleli bir yerleşim birimidir. Köyde bulunan zemin katı kâgir, üst katları ahşap çatkı olarak inşa edilmiş olan geleneksel konut dokusu arazi üzerinde organik bir yerleşimi örnekler. Konutların birçoğunun 2, birkaçının da 3 katlı konaklar şeklinde olması, yerleşmenin kırsal niteliklerden uzaklaşarak, kentsel özellikler taşımasına imkân sağlamıştır (Türkoğlu, 2014: 50) (Şekil 1).

Köyde bulunan yaklaşık 140 haneden 62'sinde daimî kullanım mevcuttur ve köy nüfusu 240 kişi civarındadır. Ancak 43 hanede yaşayan 180 kişi yılda birkaç kez, en fazla 2 aylık süreler ile köye gelmektedir. Bunların dışında kalan 35 hane ise artık kullanılmamaktadır (Türkoğlu, 2014: 61) (Şekil 2). Çalışmanın sürekli kullanıcı grubunu daimî olarak köyde bulunan 60 kişi oluşturmaktadır.



Şekil 2. Kullanıma devam eden (solda) ve yıkılma tehlikesi yaşayan bina (sağda) örnekleri

Köy Cumhuriyet döneminden itibaren dışa göç vermeye başlamıştır. Köy halkının önemli bir bölümü İstanbul'a yerleşmek üzere göç etmeye başlamıştır. İlerleyen dönemlerde ise köy, yetersiz ekonomik koşullar en önemli faktör olmak üzere, çeşitli sebeplerle başka şehirlere de göç vermeye başlamıştır (Meraki, 2001: 13). Yaşanan bu göç sonrası köyde daimî olarak yaşamayan 180 kişi ve köyü ziyarete gelen turistler ise köyün süreli kullanıcı grubunu oluşturmaktadır (Türkoğlu, 2014: 61).

3. YÖNTEM

Çalışmada Yörük köyü kullanıcılarının mekânsal aidiyetin ölçülmesi kapsamında nicel veri toplama yöntemi olan anket kullanılmıştır. Köydeki sürekli kullanıcı grubundan 30 kişiye uygulanan anket sonuçları analiz edilerek frekans dağılımları tablolar halinde sunulmuştur.

Literatür incelendiğinde aidiyet kavramını ifade eden birçok benzer terim bulunmaktadır. Topluluk duygusu, yere bağlılık, yer kimliği ve yer duygusu bunlardan bazılarıdır (Hidalgo ve Hernandez, 2001: 274). Anket çalışmasında aidiyetin duygusuna gönderme yapan bu kavramları doğrudan ve dolaylı olarak ölçmeyi hedefleyen sorular hazırlanmıştır. Soru grubunun hazırlanmasında, daha önce yapılan araştırmalarda uygulanmış ve güvenilir bulunmuş anketlerden faydalanılmıştır (William ve Roggenbuck, 1989; Kyle vd., 2005: 153-174; Gustafon, 2009: 490-505; Geçkili, 2018: 141-143.).

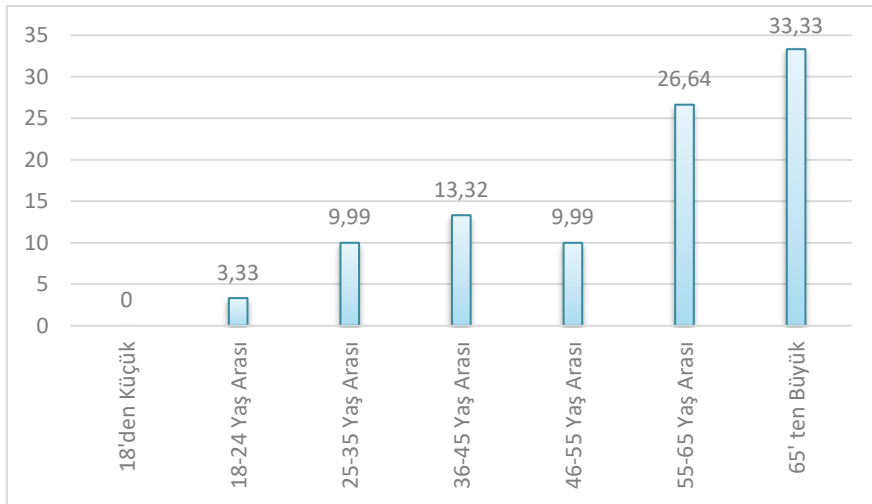
4. BULGULAR

Anket verilerine uygulanan frekans analizi ile her sorunun kişi sayısı ve yüzdesel oranı bulunmuştur. Sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. İlk olarak örneklem grubunun demografik özellikleri belirlenmiş daha sonra mekan aidiyeti ile ilgili sorular değerlendirilmiştir.

KİŞİSEL BİLGİLERİ İÇEREN SORULAR

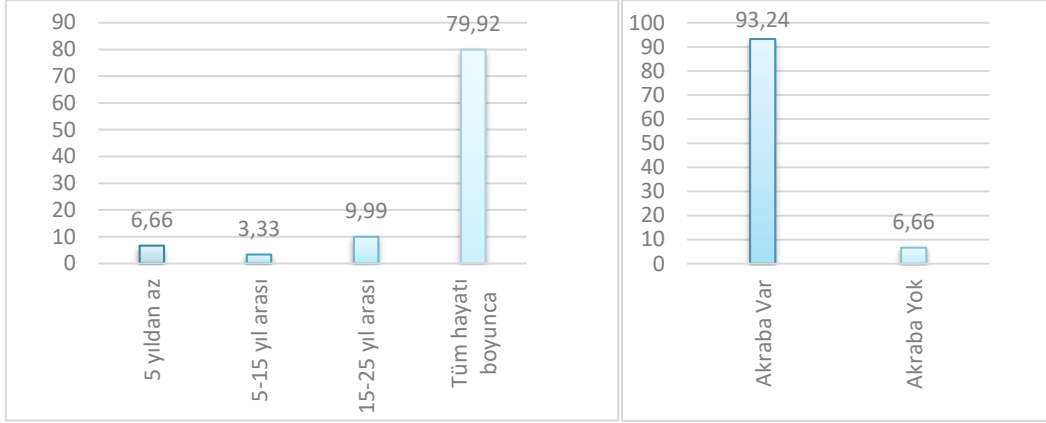
Anket çalışmasına katılanların %76,59'unu erkekler oluşturmaktadır. Katılımcıların yaş aralığı incelendiğinde 33,33'lük oranla en çok 65 yaş üstü olması, 18 yaşından küçük (%0) ve 18-24 yaş arası genç bireylerin (%3,33) sayısının az olması dikkat çekicidir (Tablo 1).

Tablo 1. Kullanıcı yaş aralıkları



Köydeki ikamet süresi verileri incelendiğinde %79,92'lik dilimin tüm hayatı boyunca köyde yaşamış olmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Köyde bulunan akrabalık durumu incelendiğinde; %93,24'lük dilimin akrabasının köyde yaşadığı görülmektedir (Tablo 2).

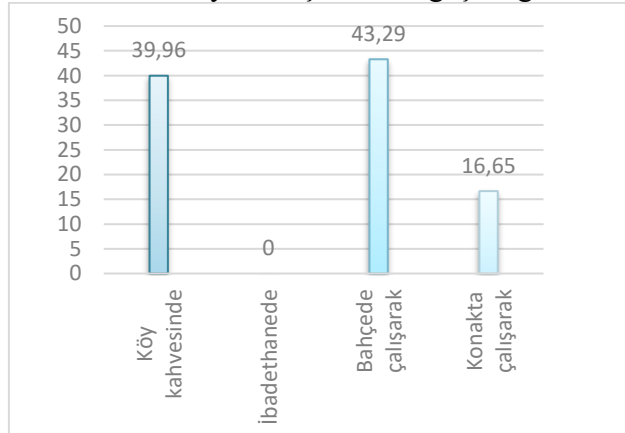
2. Kullanıcıların ikamet süreleri (solda) ve köyde akrabasının bulunması durumu (sağda)



MEKÂN AİDİYETİ İLE İLGİLİ SORULAR

Anket çalışmasının bu bölümü, mekân aidiyetini belirlemek için kullanılacak soruları içermektedir. Sorulara verilen cevaplar incelendiğinde, ilk olarak katılımcıların %66,66'sının ikamet sebebini memleketleri olarak görmesi dikkat çekicidir. Köyde en çok vakit geçirilen alan sorusuna %39,96 köy kahvesi cevabını vermiştir. Bu cevabı veren kadın oranı %28,57 iken, erkek oranı %69,56'dır. En çok vakit geçirilen yerlerden olan köy kahvesi, süreli ve sürekli kullanıcı gruplarının kendi içinde ve karşılıklı etkileşime girerek sosyalleştiği mekânlar arasındadır. Diğer dikkat çekici unsur ise 'bahçede çalışarak' maddesine verilen %43,29'luk orandır (Tablo 3). Bunun durumun sebebi halkın ana geçim kaynağının tarım olmasıdır.

Tablo 3. Kullanıcıların köyde en çok vakit geçirdiği alanların dağılımı



Dönmez çalışmasında (2015: 74); köy sakinlerinin turizmin sosyo-kültürel yapıyı bozmadığına inandığını belirtmiştir. Köyün turistler tarafından ziyaret edilmesinden memnun musunuz sorusuna sadece 1 (%3,33) katılımcı hayır yanıtını vermiştir. Kullanıcı bu yanıtı verme sebebini, köye gelen kişilerin kontrolünün sağlanamadığını ve bu durumun tehlikeli sonuçlar doğurabileceği olduğunu belirtmiştir.

Köyün dışa göç sonrası mekânsal değişiminin değerlendirilmesi istenildiğinde; değişimden memnun olduğunu belirtenlerin oranı %16,65'tir. Tüm katılımcılar Yörük köyünde ikamet etmekten memnun olduklarını belirtmiş ancak yine de bazıları köyden taşınmak istediklerini (%9,99) belirtmişlerdir. Komşuluk ilişkilerinden memnun musunuz sorusuna tüm katılımcılar evet (%100) cevabını vermiştir. Köydeki konaklarda yaşayan katılımcıların, konutlarının mekânsal kalitesinden tam olarak (%100) memnun oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Köyde herhangi bir mekâna müdahalede bulunan kişi sayısı 13'tür (%43,29). Son olarak 'kendinizi yaşadığınız yere ait hissediyor musunuz?' sorusuna verilen %96,66 evet cevabı oldukça

dikkat çekicidir (Tablo 4).

Tablo 4. Mekânsal aidiyet ile ilgili sorular

MEKANSAL AİDIYET İLE İLGİLİ SORULAR			
		f	%
Yörük köyünde ikamet etmekten memnun musunuz?	Evet	30	100
	Hayır	-	-
Yörük köyünden taşınmak ister misiniz?	Evet	3	9,99
	Hayır	27	89,91
Köyün göç sonrası mekânsal değişiminden (boşalmasından) memnun musunuz?	Evet	5	16,65
	Hayır	25	83,25
Köyün turistler tarafından ziyaret edilmesinden memnun musunuz?	Evet	29	96,66
	Hayır	1	3,33
Köydeki komşuluk ilişkilerinden memnun musunuz?	Evet	30	100
	Hayır	-	-
Mekân kalitesi olarak konutunuzdan memnun musunuz?	Evet	30	100
	Hayır	-	-
Yörük köyünde yaşadığınız süre içerisinde herhangi bir mekâna müdahalede bulundunuz mu?	Evet	13	43,29
	Hayır	17	56,61
Kendinizi yaşadığınız yere ait hissediyor musunuz?	Evet	29	96,66
	Hayır	1	3,33

5. TARTIŞMA

Yörük köyünde yapılan mekânsal aidiyetin ölçülmesi ile ilgili olan bu çalışma 30 kişilik sürekli kullanıcı grubu üzerine yapılan anket çalışması ile tamamlanmıştır. Çalışmada, Yörük köyünde göç sonrası mekânsal değişimin aidiyet kavramı üzerinden incelenmesi konusuna yoğunlaşmıştır. Bu nedenle göçün sebepleri arasında olan genç nüfusun azalması problemi köydeki alan çalışmasının göç ile ilişkilendirilen en önemli bulguları arasındadır. Ancak köyün özellikle yetersiz iş imkânları sebebiyle göç eden genç nüfusuna rağmen, 5 yıldan daha az süredir, çalışmak için köyde ikamet eden gençlerin olduğu görülmektedir. Buradan hareketle köyde uygun çalışma koşulları oluşturulduğunda, genç nüfusun geri dönmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir.

Topluluk temel olarak, ortak bir bağ (aile, din, kültür, yer) aracılığıyla süreç içerisinde karşılıklı etkileşime girmiş grupları temsil eder (Geçkili, 2018: 8-87). Katılımcıların çoğunun köyde akrabasının bulunması ve tüm hayatı boyunca köyde yaşayan kişi sayısının fazla olması, topluluk bilincinin izlerinin görülmesi açısından önemlidir. Bunun yanında köyün göç sonrası boşalmasından memnun olmayan halkın, sosyal ilişkilerini ve kültürel değerlerini yaşatma çabası içinde olduğu düşünülmektedir.

Mekâna müdahalenin olması mekânsal aidiyeti de beraberinde getirmektedir (Geçkili, 2018: 19). Bu anlamda katılımcıların köydeki mekânlara müdahalede bulunmaları, mekânın kendilerine dair izleri taşımaya başlaması sebebiyle aidiyeti güçlendiren bir unsurdur.

Halk tarihi konaklarda yaşamlarına rağmen evlerinin mekân kalitesinden tam olarak (%100) memnundur. Köydeki komşuluk ilişkilerinden de tam olarak (%100) memnun olan halkın, yalnızca mekânsal anlamda değil sosyal ve kültürel değerleri ile de kendilerini bölgeye ait hissettikleri düşünülmektedir. Bunun yanında “Kendinizi yaşadığınız yere ait hissediyor musunuz?” sorusuna verilen evet cevabı oranı (%100) da bu sonucu destekleyen diğer bir veridir.

6. SONUÇ

Çalışma köyde sürekli olarak ikamet eden kullanıcılar ile gerçekleştirilmiş, köyden göç etmek durumunda kalan süreli kullanıcılar kapsam dışı bırakılmıştır. Süreli kullanıcı grubunun da mekânsal aidiyetinin araştırılarak her iki grubun aidiyet algılarının karşılaştırılmasının yapılması, göçün nedenleri ve köyün kalkınması ile ilgili çalışmalar açısından önemli görülmektedir.

Turistik gelişmenin köye ekonomik anlamda yeterince katkı sağlamadığı düşünülmektedir. Daha iyi iş imkânları sebebiyle yaşanan göçle birlikte, geleneksel yaşam biçiminin tahribata uğradığı ve kısmen de olsa köyün boşaldığı düşünülmektedir. Bu durum mekanın sürekliliğine zarar vermektedir. Göçün önüne geçebilmek için turizmden beklenen, gelecekte köyde daha çok iş imkânı oluşturarak genç nüfusun köyde kalmasının sağlanmasıdır.

Yere bağlılık, şehir sakinlerinin yer ile ilgili memnuniyetlerine bağlı bir olgudur (Insch ve Florek, 2008: 146). Aidiyetin sadece fiziksel çevre ile kurulan bağ değil sosyal çevre ve ona olan bağlılık ile de doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu anlamda elde edilen bulgular Yörük köyü örneğinde de bu konuyu desteklemektedir.

KAYNAKLAR

Beery, T. ve Jönsson, K.I. (2017). Outdoor recreation and place attachment: Exploring the potential of outdoor recreation within a UNESCO Biosphere Reserve. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 17, 55.

Bezirgân, M. (2014). *Destinasyon İmajı, Algılanan Değer, Aidiyet ve Davranışsal Niyetler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi: Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çelik, E. (2019). *Aidiyetsizliğin Mekân İhtimalleri*. Yayınlanmamış Yüksel Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dönmez, Y., Gökyer, E., Aşkın, F.K. (2015). Safranbolu Yörük Köyü ve Yakın Çevresinin Ekoturizm Potansiyelinin R'WOT Analizi ile Değerlendirilmesi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 74.

Geçkili, P. (2018). *Mekânsal Aidiyet ve Yabancılaşma Bağlamında Zeyrek Konut Çevresinin İrdelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksel Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gustafson, P. (2001). Roots And Routes Exploring The Relationship Between Place Attachment And Mobility, *Environment And Behavior*, Vol: 33, No:5, ss. 668.

Hersek, C.M., Meraki, Ş., Meraki, F. (2000). Cumhuriyet Döneminde Yörük Köyü. C.M. Hersek (Ed.), *Safranbolu Yörük Köyü Geleneksel Yaşam Biçimi ve Evleri* içinde (13). İstanbul: Kuban Yayıncılık.

Hidalgo, M. C. ve Hernandez, B. (2001). Place Attachment: Conceptual and Empirical Questions. *Journal of Environmental Psychology*, 21 (3), 274.

Insch, A., & Florek, M. (2008). A great place to live, work and play. *Journal of place management and development*. 1(2), 138-149.

Kyle, G., Graefe, A. ve Manning, R. (2005). Testing the Dimensionality of Place Attachment in Recreational Settings. *Environment & Behavior*, 37 (2), 153-177.

Maslow, A.H., (1943). "A Theory of Human Motivation", *Psychological review*, (50).

Meraki, F. (2001). *Safranbolu, Yörük Köyü Geleneksel Konut Dokusunun Korunması ve Sağlıklaştırmasına Yönelik Bir Öneri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Milligan, M. J. (1998). Interactional past and potential: The social construction of place attachment. *Symbolic interaction*, 21(1), 1-33.

Özkan, M (2017). *Yaşlılarda Mekân Aidiyeti: Yaşlılık ve Mekân İlişkisine Sosyolojik Bakış*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Şentürk, A. (2018). *Aidiyet, Kent Kimliği ve Kentsel Koruma Etkileşimi Bağlamında Kullanıcı Sürekliliğinin İrdelenmesi: Kadıköy Moda Örneği*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türkoğlu, B. (2014). *Türkiye'de Karabük Bulak Köyü ve Safranbolu'da Yörük Köyü Örneğinde Kırsal Sit Alanları Koruma İmar Planlarının Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük: Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Williams, D. R. ve Roggenbuck, J. W. (1989). Measuring Place Attachment: Some Preliminary Results Paper Presented at the Session on Outdoor Planning and Management NRPA Symposium on Leisure Research San Antonio, Texas. *Virginia: Department of Forestry Virginia Polytechnic Institute & State University Blacksburg*.

Williams, D.R., Vaske, J.J. (2003). The measurement of Attachment validity an generalizability of psychometric approach. *Forest Science*, 49, 830-840.

TARIMDA YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME A RESEARCH ON THE USE OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM IN AGRICULTURE

Dr. Ali TOKER

Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu

Prof. Dr. Bahri KARLI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde bilgi ve teknoloji çağındaki gelişmeler her sektörde olduğu gibi tarım sektöründe de büyük yenilikler, değişimler ortaya çıkarmıştır. Bilgi ve teknolojinin tarım sektörüne entegrasyonu; mevcut durumun analizi, tarımda rekabet gücünü arttırıcı önlemlerin alınması, planlama, politika oluşturma, bilişim teknolojilerine dayalı ileri hizmet sistemleri üretmek bakımından oldukça önemlidir. Gerek kamu gerekse özel sektör bu konuda yarışır hale gelmiştir. Bu kapsamda Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından tarım ve hayvancılıkla ilgili yeni bir yönetim bilgi sistemi kurmak amacıyla bir çalışma başlatılmıştır. Tarım Sektörü Entegre Yönetim Bilgi Sistemi (TARSEY) olarak ifade edilen çalışma, Türk tarımının her alanda kayıt altına alındığı, verilerinin tutulduğu, raporlamalarının yapıldığı ve sonuçlarının sürekli gözlemlendiği yönetim bilgi sistemidir. Kapsadığı ölçek ve veri bütünlüğü bakımından geliştirilmiş büyük bir sistem olan TARSEY ile üst yönetimin bilgi ihtiyacını karşılanması, bilgi akışında eşgüdüm ve standardın sağlanması, karar alıcılar tarafından planlama ve politika üretmede etkinliğin artırılması sağlanırken kamu olarak daha iyi bilgi ve hizmet üretilmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yönetim Bilgi Sistemi, Tarım, Teknoloji, TARSEY, TARBİL

ABSTRACT

Today, developments in the age of information and technology have created great innovations and changes in agriculture sector as well as in other sectors. Integration of information and technology into the agricultural sector is very important for analysis of the current situation, taking measures to increase competitiveness in agriculture, planning, policy-making, the production of advanced service systems. In this context, a study was initiated by the Ministry of Food, Agriculture and Livestock to establish a new management information system on agriculture and animal husbandry. TARSEY is defined as The Agricultural Sector Integrated Management Information System which it is the management information system where the is recorded in all fields, the data is kept, reported and the results are continuously observed. TASEY is a large system developed in terms of scale and data integrity. While meeting the information needs of senior management with TARSEY, the standard of information flow will be provided and better information and service will be produced. On the other hand, it will be effectively used by decision makers in planning and policy making.

Key Words: Management Information System, Agriculture, Technology, TARSEY, TARBİL

1. GİRİŞ

Günümüzde teknoloji, uzay, bilişim, iletişim vb. farklı isimler ile de anılsa içinde bulunduğumuz zaman bu isimlerin odağında olan bilginin çağıdır. Bu çağda üstünlük bilgi ve bilgi teknolojilerinin üretimi, etkili ve verimli şekilde kullanımına bağlıdır. Üretimi ve iletimi

daha kolay ve hızlı hale gelen bilgilerin üretimi, tasnifi, değerlendirilmesi ve kullanımı ise bir emek, idare ve yönetim ister. Kullanılmayan bilgi bir anlam ifade etmez.

Tarım sektörü serbest piyasa ekonomisi adı verilen sistemin inisiyatifine bırakılmayacak derecede stratejik bir sektördür. Bu nedenle sektörünün planlanması, yönetimi ve karar alma süreci için bilgi ve teknolojilere ulaşılması ve kullanılması oldukça önemlidir. Diğer yandan tarım sektörünün devlet tarafından yönlendirilmesi ve plan çerçevesinde düzenlenmesi de gerekmektedir.

Planlama, organizasyon, karar alma, yönlendirme, denetim fonksiyonlarından oluşan yönetim de başarı organizasyonunu tanımaya, organizasyonları için gerekli bilgiyi organizasyonun iç ve dış kaynaklarından sağlamaya, amaç ve hedeflerine ulaştıracak olanakları etkili bir şekilde kullanmaya bağlıdır. Yönetimde bilgi, karar almaya yönelik olarak kullanılan veriler topluluğudur. Gereksinim duyulan yönetim bilgisi, bir organizasyon için kendi aktivitelerini gösteren, saklanabilen, işlenebilen, değişikliğe uğrayan ve en önemlisi gerekli kademelere ve yöneticilere rapor olarak sunulabilen anlamlı veriler bütünüdür (Anameriç, 2005a). Bilgi, kişisel ve kurumsal kararların temelini oluşturur. Kurumsal hedeflere ulaşmak için organizasyonun tüm kademelerinde bilgiye gereksinim duyulur. Ancak gereksinim duyulan bilginin türü, yapısı ve içeriği bu bilgiyi kullanan birimin işlevlerine göre farklılık gösterir. Organizasyonun alt kademelerinde bulunan, yürütmeden sorumlu yöneticilerin bilgi gereksinimleri rutin, günlük, yürütme ile ilgili kararlar için olurken; orta kademe ve özellikle üst kademe yöneticilerin bu gereksinimleri uzun dönemli kararlar alma ve politikalar oluşturmada ortaya çıkmaktadır (Yılmaz, 1988; Çam, 2002; Barutçugil, 2002; Karakaş, 1991).

Bugün dijitalleşme ve teknoloji kullanımı yaşamın her alanında gittikçe artmaktadır. Artık veri toplama, bilgiye işleme ve bilgiden fayda sağlama hayatımızın her aşamasında önemli yer tutmaya başlamıştır. Bu çalışmada ülkemizde gerek hitap ettiği nüfus, gerekse çalışma alanlarının genişliği ile önemli bir yere sahip Tarım Bakanlığı'nda veri tabanları, paylaşımına sunulan bilgiler, bilgi sistemlerinin kullanımına değinilmiş ve üreticiden kamudaki yöneticiye kadar önemli bir bilgi akışı sağlama projesi olan Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi (TARBİL) ve Tarım Sektörü Entegre Yönetim Bilgi Sistemi (TARSEY) üzerine bir inceleme yapılmıştır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Tarım ve Hayvancılık insan yaşamında oldukça önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte artan nüfus, kısıtlı kaynaklar, iklim değişiklikleri, çevre kirliliği, sosyo-ekonomik problemler bu kadim sektörü oldukça stratejik duruma getirmiştir. Artan küresel nüfus ile birlikte, küresel gıda talebi de gün geçtikçe artmaktadır. 2016 yılında yaklaşık 7,5 milyar olan dünya nüfusunun, 2030 yılı itibari ile 8,5 milyara ve 2050 yılında ise 9,7 milyara yükseleceği öngörülmektedir. Bu nüfus artışının gıda ihtiyacının karşılanması için tarımsal üretimin 2050 yılına kadar %70 artış göstermesi gerekmektedir ([URL 1](#)).

Dünyada tarımsal üretimin en çok gerçekleştirildiği ülkeler arasında ilk onda yer alan Türkiye'de tarım sektörü GSYH daki %6,5 lik, iş gücünde ki %18 'lik payı, ve hitap ettiği %7,7 si kırsal alan nüfusu tarım sektörü stratejik öneme sahiptir ([URL 2](#)).

Tarımda başarı ve üstünlük üretimden tüketime kadar tarımsal süreçlerinin kontrol altına alınması, gerekli verilerin elde edilmesi, kullanıma uygun faydalı bilgi üretimi, doğru planlama, koordinasyon ve yönetim sistemine bağlıdır. Bu doğrultuda tarımda her kademedeki kullanıcıların (çiftçi, üretici, sanayici, ithalatçı, ihracatçı, kontrolör, yönetici vb.) bilgi ihtiyacını karşılayan, yönlendiren bütünsel bir yönetim bilgi sistem oldukça önemlidir. Bu çalışma literatür taraması şeklinde gerçekleşen nitel bir çalışmadır.

3. YÖNETİM BİLGİ SİSTEMLERİN KAVRAMSAL BİR BAKIŞ

Yönetim Bilgi Sistemi (YBS) (Management Information Systems -MIS) kavramının yapılmış ve benimsenmiş evrensel tek bir tanımı yoktur. Bunun temel nedeni artık yönetim bilgi sistemlerinin çok daha farklı bilimlerle ve uygulama alanlarına yayılmış olmasıdır. YBS, kâr amacı güden ve/veya kâr amacı gütmeyen organizasyonlara uygulanabilen ve temel olarak hangi ölçekte olursa olsun yönetici, çalışanlar, faydalanıcılara ihtiyaçları olan bilgileri sunarak faaliyetlerine ve karar alma süreçlerine katkı sağlamayı amaçlayan bir sistemdir.

Yönetim bilgi sistemi kavramı ile ilgili olarak literatürde, “bilgi işlem sistemi” (information processing system), “bilgi ve karar sistemi” (information and decision system), “kurumsal bilgi sistemi” (organizational information system), ya da daha kısa olarak “bilgi sistemi” (information system) gibi alternatif terimlerde kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılar yönetim bilgi sistemi terimi ile bir organizasyonun işlemleri, yönetimi ve karar alma faaliyetlerini destekleyen “bilgisayara dayalı bilgi işlem sistemini” (computer-based information processing system) kastetmektedirler. Bir kaynakta ise, yönetim bilgi sistemi “iletişim kanalları ağı” (network of channels of communication) olarak ifade edilmiştir (Bocchino, 1972). YBS, özellikle bilgisayarların yönetim sürecinde kullanılmasıyla ortaya çıkan bir kavramdır. İsimden de anlaşılacağı üzere YBS; bir planlama, organizasyon, uygulama ve denetim uhdesinde (Yönetim) verilerin elde edilmesi, işlenerek bilgi üretimi (Bilgi), bilginin korunması, dağıtılması süreçlerinin teknoloji ve iletişim araçları (Sistem) kullanarak uygulandığı bir yaklaşımdır. Yönetim bilgi sistemi, bir organizasyonun kararlarını daha etkili ve verimli almalarını sağlamak; organizasyonun tüm kademelerindeki yönetim, planlama ve denetleme işlemlerini en üst seviyede gerçekleştirmek için, organizasyon içi ve dışından, gereksinim duyulan veriyi toplayan, işleyerek enformasyona dönüştüren, depolayan ve ileten insan makine uyumlu bütünleşik bir sistemdir (Anameriç, 2005b).

Bilgi sisteminin temelindeki kavram ise veridir. Ölçüm, deney, gözlem, araştırma vb. çeşitli yollarla üretilen veriler enformatik işlemlerden sonra kullanıcılar için faydalı bilgiye dönüşür. Yönetim bilgi sistemlerinin temelinde yatan enformasyon olgusu tüm yönleri ile bilgi merkezlerinin çalışma alanlarını kapsamaktadır (Lucey, 1987 ve Karakaş, 1991).



Şekil 1. Veri-Bilgi Piramidi

Günümüzde tüm dünyada hem kamu sektöründe hem de özel sektörde bilginin toplanması, değerlendirilmesi, kullanılması ve bunu bir sisteme entegre edilmesi konusunda çok ciddi paralar harcanmaktadır. Günümüzde bilgi sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, karar vericilerin ve yöneticilerin karşılaştığı temel sorunlardan biri olan veri kıtlığı ve enformasyon yetersizliği yerini veri bolluğuna ve karmaşasına bırakmıştır. Bir YBS kurulmasında aşağıdaki ana prensiplere dikkat edilmelidir.

- Taslak baştan sona adım adım planlanmalıdır.
- Tüm sistem modüler yapıya sahip olmalıdır.
- Hiyerarşik bir yapıdaki her modülün bir alt modülü olmalıdır.

- Her modülde yapılacak işler; zaman süresi, başlayış ve bitiş tarihi, sorumluluk alacak kişi, yapılacak görevin maliyeti gibi, konularda belirli ve ağ gibi birbiriyle bağlantılı olmalıdır.
- Sistem mümkün olduğunca standartlaştırılmalı, fakat her şirketler grubunun her şirketine uyarlanabilecek kadar flexibilitesi olmalıdır.
- Projenin aşamaları bir “Project Management” yazılım paketi ile desteklenmelidir. ([URL 3](#))

4. KAMU YÖNETİMİ AÇISINDAN YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ

Devlet kurumları en önemli veri üretim merkezleridir. Çoğu gelişmiş ülke uygulamalarına bakıldığında, değişen kamu yönetimi anlayışı çerçevesinde kamu sektöründe de yönetim bilgi sistemlerinin kurulduğu veya kurulma çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Türkiye’de kamu kurumlarına bakıldığında teknolojiye yatırım yapıldığı, bilgi teknolojisi araçlarının kaynak olarak kabul edildiği, mevcut veri potansiyelinin işlenerek bilginin üretildiği ve hizmete sunulduğu süreçlerin dikkate değer şekilde gelişim sürecinde olduğu gözlenmektedir (İnce, 202). Nitekim kamu kurumlarının çoğu hizmetlerini ve bilgi sistemlerini e-devlet adı altında bir sistem dahilinde faydalanıcılara sunarken, Elektronik Kamu Bilgi Yönetim Sistemi (KAYSİS) gibi geliştirilen uygulamalar ile kamu yönetiminde yer alan unsurların elektronik ortamda tanımlandığı ve tek merkezde entegre edilerek a-Devlete (Akıllı Devlet) geçilmesini sağlayacak temel bir yönetim bilgi sistemini de uygulamaktadır ([URL 4](#)).

Bilgi yönetiminin vazgeçilmez unsuru olarak kabul edilen bilgi paylaşımı ise örgüt kültürü ile yakından ilgilidir. Kamu kurumlarında uzun yıllardan bu yana uygulanmakta olan geleneksel yönetim anlayışı ve iletişim uygulamaları, bilgi paylaşımının önünde en önemli engeldir. Bunu yanı sıra çalışanların bilgi ve donanım yetersizliği, karar alma ve uygulama süreçlerinin zor ve yavaş olması kamu kurumlarının bu süreçte geri kalmasının nedenleri arasında sayılabilir. Bu yüzden değişim ve dönüşümlerin hızlı yaşandığı günümüzde kurum ve kuruluşların hedefe odaklanabilen, dinamik, ağ ortamında çalışan ve örgüt amaçlarının gerçekleştirilebilmesi için bilgi üreten ve bir yapıya uyumlaştırılması gereklidir.

2005 yılı başında Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 5018 sayılı kanun ile bu kanunda değişiklik yapılması hakkındaki 5436 sayılı kanun ve Strateji Geliştirme Birimlerinin Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik hükümleri gereğince, yönetim bilgi sistemi kurulması ve buna ilişkin hizmetlerin yerine getirilmesi kamu kurumların da yasal bir zorunluluk haline gelmiştir (Polat, 2017; [URL 5](#)).

5. TARIM BAKANLIĞIN’DA YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ

Bilgi ve teknoloji çağındaki gelişmeler her sektörde olduğu gibi tarım sektöründe de büyük yenilikler, değişimler ortaya çıkarmıştır. Geçmiş yıllarda tarım politikalarında amaç üretimi arttırmak iken bugün ise daha sürdürülebilir ve rekabetçi politikalar hedeflenmektedir. Bu amaçla bilgi ve teknolojinin tarım sektörüne entegrasyonu ve mevcut durumun analizi, tarımda ulusal rekabet gücünü arttırıcı gerçek zamanlı veri işleme ve bilişim teknolojilerine dayalı ileri hizmet sistemleri üretilmesi, bu konularda araştırma ve çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

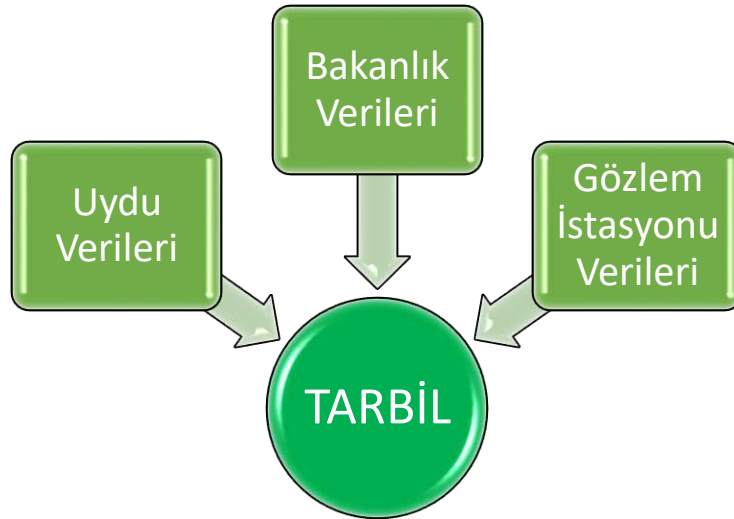
Tarımsal veri tabanları, tarımsal üretim, tarıma dayalı endüstri, işletme, ticaret, pazarlama, yayım, eğitim-öğretim ve araştırma, planlama, politika üretme gibi tarımsal konularda bilgi sağlamaya yönelik verileri/bilgileri kapsayan veri tabanlarıdır (Cebeci ve Bek, 1998).

Tarım üretimden tüketime kadar olan süreçte hitap ettiği kesim ve ilişkili olduğu sektörler dikkate alındığında oldukça büyük bir veri tabanı kümesine sahip olması beklenir. Emek ve sermaye yoğun bir sektör olan tarım bugün teknolojik uygulamaların en önemli hedefi haline gelmiştir. Bu doğrultuda Bakanlık tarafından teknolojik yenilikleri kullanarak tarımsal alanda bilgilerin daha etki ve verimli kullanılabileceği yeni bir yönetim bilgi sistemi kurmak amacıyla bir çalışma başlatılmıştır. Tarım Sektörü Entegre Yönetim Bilgi Sistemi (TARSEY)

adı verilen bu çalışma, ülkedeki tarımsal faaliyetlerin her alanda ve süreçte kayıt altına alındığı, verilerinin tutulduğu, analiz ve raporlamalarının yapıldığı ve sonuçların takibinin yapıldığı entegre bir yönetim bilgi sistem olarak ifade edilmektedir. Çalışmaların başlangıcında 2008 yılında pilot bölge olarak seçilen Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin ve Gaziantep illerini kapsayan GAP bölgesinde tarımsal gelişimi anlık takip edebilmek için “Tarımsal Rekolte Tahmin ve Kuraklık İzleme” projesi (TARİT) geliştirilmiştir. Proje ile 25 adet istasyon kurulumu gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamalardan elde edilen başarı ile bir üst aşamaya geçilmiş üreticiden karar alıcılara kadar her kademe farklı boyutlarda hizmet sunulması amaçlanan TARSEY ‘in omurgasını oluşturacak bilgi sistemlerinin tasarlanması ve kurulması planlanmıştır. Bu doğrultuda Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı (TÜİK), Orman ve Su İşleri Bakanlığı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) ve İstanbul Teknik Üniversitesi 2011 yılında TARSEY projesinin bel kemiği olan Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi (TARBİL) projesini başlatmıştır ([URL 6](#)).

5.1.TARIMSAL İZLEME VE BİLGİ SİSTEMİ (TARBİL)

TARBİL, ülke tarımının her alanda kayıt altına alındığı, verilerinin tutulduğu, raporlamalarının yapıldığı ve sonuçlarının gözlemlendiği entegre bir sistem olarak tarif edilmektedir. Sisteme ülkedeki tarımsal faaliyetlere ve süreçle ilişkin gerekli bilgi, belge ve dokümanlar entegre edilmiştir. TARBİL ‘i besleyen kaynaklar Bakanlık veri tabanları, uydu verileri ve gözlem istasyonlarıdır.



Şekil 2.TARBİL Kaynakları

TARBİL, ilk ayağı Bakanlık veri tabanlarını içeren ülkedeki tarımsal aktivitelere ait bilgi, belge ve süreçlerin faaliyet türlerine göre gruplandığı, takibinin sağlandığı ve denetleme süreçlerinin yapılabildiği Tarım Bilgi Sistemidir (TBS) dir. Hali hazırda Bakanlık tarafından kullanılan bilgi sistemleri ile TARBİL projesi kapsamında oluşturulan bilgi sistemleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu sistemler kayıt altına alma, kontrol ve izleme vb. amaçlarla kullanılmaktadır. Bazı veri tabanları sadece kamu yönetimi tarafından kullanılmakta iken, bazıları kooperatif ve birliklere, bazıları da kayıt sistemine giren kullanıcılara açıktır. Sistem ayrıca Çiftçi Kayıt Sistemi ile de entegre edilmiştir.

Tablo 1. Tarım Bakanlığında Kullanılan Veri Tabanları/Bilgi Sistemleri ve Kullanım Amacı

Bilgi Sistemi/Veri Tabanı Adı	İnternet Adresi	Kullanım Amacı
-------------------------------	-----------------	----------------

Hayvancılık Genel Müdürlüğü		
Ulusal Kırmızı Et Kayıt Sistemi	http://ukes.tarim.gov.tr/	Kırmızı et üretimine yönelik işletme, hayvan, destek ve fatura bilgilerini içeren bilgi sistemi
Hayvancılık Bilgi Sistemi	https://hibs.tarim.gov.tr/	Hayvancılıkla ilgili istatistiki verilerin tutulduğu bilgi sistemi
Ulusal Süt Kayıt Sistemi	http://usks.tarim.gov.tr/Entrance.aspx	Süt Üretimini ve desteklemelerini kayıt altına aldığı izlendiği bilgi sistemi
Arıcılık Kayıt Sistemi	http://aks.tarim.gov.tr/	Arı üreticilerinin kayıt altında tutulduğu izlendiği bilgi sistemi
e -İslah Veri Tabanı	http://www.dsymb.org/vize.aspx	Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiriciler Birliği
Koyun Keçi Bilgi Sistemi	https://kkbs.haygem.gov.tr/	Üretici Birliklerinin bilgi ve desteklemelerinin kayıt altına alınıp izlendiği bilgi sistemi
Tarım Reformu Genel Müdürlüğü		
Tarımsal Üretici Örgütleri Kayıt Sistemi	http://awcd.tarim.gov.tr	Tarımsal Üretici Örgütlerini kayıtlı olduğu ve bilgileri yer aldığı bilgi sistemi
Tarım Parselleri Bilgi Sistemi	http://parselverim.tarim.gov.tr/	Tarım yapılan arazilerin kodlanıp bilgileri sunulmaktadır.
Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)	https://cks.tarim.gov.tr/login.aspx	Çiftçiye ait tarımsal üretim bilgilerini verir
Köy Veri Tabanı	http://kvt.tarim.gov.tr/kvt/	Köylerimizle ilgili veriler, bilgileri üretmektir.
Strateji Geliştirme Başkanlığı		
Yönetici Bilgi Sistemi	https://ybs.tarim.gov.tr/	Kurum yöneticilerinin kurumsal bilgelere kolay ulaşımı sağladığı bilgi sistemi
İstatistik Veri Ağı	http://iva.tarim.gov.tr/	Bitkisel üretim, hayvancılık ve fiyat istatistik bilgilerini içerir
Hizmet içi Eğitim Bilgi Sistemi	http://egitim.tarbil.org/	Kurumsal eğitimlerin online olarak verilmesi
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü		
Gıda Güvenliği Bilgi Sistemi	http://ggbs.tarim.gov.tr/	Gıda üretim, satış, tüketim yerlerine ait kayıt ve kontrol bilgilerinin bulunduğu bilgi sistemi
Koyun ve Keçi Kayıt Sistemi	http://oc.turkvet.gov.tr/OC/Account/	Ülkedeki küçükbaş hayvanların bilgi ve hareketlerini izlendiği bilgi sistemi
Bitki Pasaportu	http://bitkipasaportu.gkgm.gov.tr/	Bitkilerini ithalat ve ihracat işlemlerini takip edildiği bilgi sistemi
Bitki Koruma Kayıt Sistemi	http://bkoruma.kkgm.gov.tr/	Çiftçiye ait tarım alanlarında kullanılan ilaç bilgileri
Veteriner Bilgi Sistemi	http://www.turkvet.gov.tr/	İşletme düzeyinde hayvan kayıtlarının tutulduğu takip edildiği sistem
Bitki Koruma Ürünleri Sorgulama	http://bku.tarim.gov.tr/bku	Bitki Koruma Ürünlerinin Bilgi paylaşımı
Ürün Depolama ve Takip Sistemi		Lisanslı Depoculuk Kayıt ve Bilgileri
Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü		
Gemi İzleme Takip Sistemi	http://bagis.tarim.gov.tr/login/	Sur Ürünleri avcılığı yapan gemilerinin kayıt altına alınıp izlendiği bilgi sistemi
Su Ürünleri Bilgi Sistemi	http://subis.tarim.gov.tr/	Amatör balıkçılık belgesi, gemi ruhsatları bütün su ürünleri veri bilgileri
Su Ürünleri Kayıt Sistemi	https://sks.tarim.gov.tr/	Su ürünleri yetiştiricilerinin bilgi ve desteklemelerinin izlendiği bilgi sistemi
ÖTV si İndirilmiş Yakıt Sorgulama	http://subis.tarim.gov.tr/SearchDO.asp	Avcılıkta kullanılan mazot indirimden yararlananların kayıtların tutulduğu bilgi sistemi
Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü		
Bitki Koruma ürünleri İthalat Sorgulama	http://tbs.tarim.gov.tr/ExternalPages/CompanyElectronicRecordSearch.aspx	Bitki Koruma ürünlerini ithalat kontrollerinin ve kayıtlarının izlendiği bilgi sis.
Tarımsal Karar Destek Sistemi	http://tkds.tarim.gov.tr/TKDS/Login	Büyük çiftçiler ve tarımsal işletmeler için, durum takibi, sürü yönetimi, bitkisel üretim bilgi

		servisleri, karlılık ve sürdürülebilirlik sağlamak için kurulmuş bilgi sistemi
Mera Bilgi Sistemi	http://merbis.tarim.gov.tr/BUGEM/	Ülkede Meraların kayıt ve-kontrol-izleme bilgilerini yer aldığı bilgi sistemi
Örtü Altı Kayıt Sistemi	http://ortualti.tarim.gov.tr/	Örtü altı(sera) yetiştiricilik yapan üreticilerin izlendiği bilgi sistemi
Tarımsal Üretim Kayıt Sistemi (TÜKAS)	http://tukas.tarim.gov.tr/	Tarımsal işletmelerin tarımsal arazi, makine ve hayvancılık bilgilerinin izlendiği bilgi sistemi
İyi Tarım Uygulamaları Kontrol ve Sertifikasyon Sistemi (İTU)	http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamaları	İyi tarım uygulamaları yapan üreticileri ve sertifika kayıtlarının tutulduğu bilgi sistemi
Organik Tarım Kontrol ve Sertifikasyon Sistemi	http://organiktarim.tarim.gov.tr/	Organik uygulamaları yapan üreticileri ve sertifika kayıtlarının tutulduğu bilgi sistemi

Kaynak: [\(URL 6\)](#)

Tarımsal Bilgi Sistemi kapsamında 42 veri tabanı TARBİL sisteme entegre edilmiş olup aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2. TARBİL'e Entegre Edilen Bilgi Sistemleri

TARIMSAL İZLEME VE BİLGİ SİSTEMİNE ENTEGRE EDİLEN BİLGİ SİSTEMLERİ		
Tarım Parseli Bilgi Sistemi	Bitki Koruma Ürünleri İthalat Sorgulama	Alo Gıda
Toprak, Bitki Ve Sulama Suyu Analiz Laboratuvarları Kayıt Sistemi (TA)	Organik Tarım Kontrol Ve Sertifikasyon Sistemi (ORG)	Doğal Çiçek Soğanları Bilgi Sistemi
Ülkesel Tarım Envanteri Takip Sistemi	Sulama Tesisleri Bilgi Sistemi	Tohum Veri Yönetim Sistemi
Laboratuvar Bilgi Sisteminde	Sertifikalı Tohum Kayıt Ve Takip Sistemi (St)	Seferberlik Ve Otomasyon
Meteorolojik Veri Yönetim Sistemi	Gübre Takip Sistemi (Gt)	Gemi Takip Sistemi
Ekin Büyüme Evresi Takip Sistemi	Veteriner Tıbbi Ürünleri Kayıt Ve Takip Sistemi (Vet)	Özel Ürünler Uygulamaları (Ou)
Zirai Erken Uyarı Sistemi	Su Ürünleri Kayıt Sistemi	Örtü Altı Kayıt Sistemi (Oks)
Kuraklık İzleme Sistemi	Arıcılık Kayıt Sistemi	Pazarlama Bilgi Sistemi (PBS)
Bitki Su Tüketim Hesaplama Sistemi	Gıda Güvenliği Bilgi Sistemi (Bitkisel) (Ggbs)	İyi Tarım Uygulamaları Kontrol Ve Sertifikasyon Sistemi (İtu)
Verim Hesaplama Ve Yönetim Sistemi	Büyükbaş Hayvan Kayıt Sistemi (Kodlama)	Bitki Pasaportu Sistemi
Hayvan Bilgi Sistemi	Küçükbaş Hayvan Kayıt Sistemi (Kkks)	E-Karantina Sistemi
Veteriner Bilgi Sistemi	Kooperatif Kredileri Takip Sistemi (Kkks)	Bitki Ekolojik Gereksinimleri Veri Tabanı Uygulaması (Begvet)
Tarımsal Üretim Kayıt Sistemi (Tukas)	Su Ürünleri Yönetim Bilgi Sistemi	Bitki Koruma Ürünleri Kayıt Ve Takip Sistemi (Bks)

Kaynak: [\(URL 7\)](#)

TARBİL sisteminin ikinci ve üçüncü ayağını anlık veri sağlayan uydu görüntüleri ve gözlem istasyonu verileri oluşturmaktadır. Yılda iki kez tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde temin edilen uydu görüntüleri ile proje kapsamında SPOT-4, SPOT-5, SPOT-6, SPOT-7 ve RADARSAT uyduları ile sağlanmaktadır. SPOT-6, SPOT-7 uyduları üzerinden tek seferde 3600 km²'lik alanı kapsayan 1,5 m çözünürlükte görüntüler, İTÜ-UHUZAM uydu yer istasyonu aracılığıyla indirilmektedir. Mekânsal çözünürlüklü uydu görüntülerinden yararlanılarak tarım alanlarında bitkilerin fenolojik evreleri, ürünlerin mekânsal dağılımları belirlenmektedir. Her yıl çekilen uydu görüntüleri ile (Yılda 4 defa) tüm tarım alanları (32,5 milyon tarım parseli) sayısallaştırılarak her bir tarım parseline elektronik kimlik numarası verilerek kayıt altına alınmaktadır ([URL 7](#) , [URL 8](#)).

Diğer anlık veri sağlayıcısı zirai-meteorolojik gözlem istasyonlarıdır. Ülke genelinde 12 milyon noktanın her birinde saate iki defa 120'den fazla parametre hesaplanabiliyor. 2015 yılı başı itibariyle toplamda 1200 tane olarak hedeflenen ve 400 tanesi tamamlanan bu istasyonlarında 39 ayrı sensör bulunmaktadır. Bu sensörler ile parselin toprak altı ve toprak üstü verileri (rüzgâr hızı, nem, iklim koşulları, toprak sıcaklığı vb.) anlık olarak merkeze iletilip takip edilmekte, kameralar ile canlı görüntü alınabilmektedir. Zirai gözlem ve ölçüm istasyonlarının tek merkezli ağ üzerinde yıllık 2,2 milyar ölçümle Avrupa'nın en kapsamlı yazılım sistemi olduğu ifade edilmektedir ([URL 6](#)).



Şekil 4: Zirai Ve Meteorolojik Gözlem İstasyonları ([URL 7](#)).





Şekil 5: Zirai Ve Meteorolojik Gözlem İstasyonları Türkiye Dağılımı ([URL 7](#)).

Teknoloji ve bilgiyi harmanlayarak ülkenin tarımını şekillendirmeyi amaçlayan TARBİL sisteminde 2012'den 2017'ye kadar toplam 6 farklı uydudan elde edilen 27,36 terabaytlık 24,252 uydu görüntüsü kullanıma sunulmuştur. Yine bu tarihler arasında başta 6 (buğday, arpa, mısır, pirinç, pamuk, ayçiçeği) ürün üzerinden klimatolojik ölçümler (yağış, nem, sıcaklık, güneşlenme vb.), bitkilerinin fenolojik aşamalarının tarihleri, kuru ve sululu ürünlerin verimini gösteren raporlar da yine kullanıma sunulmuştur. Proje henüz tam olarak aktif hale gelmemiştir.

5.2. Tarım Sektörü Entegre Yönetim Sistemi (TARSEY) İle Hedeflenen Bazı Yenilikler

TARSEY amacı tarımsal verilerin kaynağında üretilmesi, veri tabanları arasında işlenmesi, derlenmesi, hesaplanması, doğrulanması ve verilerin süreç bazlı tutulmasıdır. TARSEY tam olarak aktif hale gelmesi ile kullanım amacına göre gerek kamu gerekse faydalanıcılar (çiftçiler, üreticiler, ihracatçılar, tüketiciler vb.) için önemli bilgilere hızlı ve kolay ulaşımı sağlayacak olup sistemden beklenen faydalar her iki grup için ayrı olarak şöyle özetlenebilir;

Kamu açısından değerlendirildiğinde TARSEY'in temelini oluşturan TARBİL bünyesinde sürekli yenilenen ve güncellenen ihtiyaç duyulan verilerden oluşan alt bilgi sistemleri bulunacaktır. Proje kapsamında oluşturulan Tarım Envanteri Takip Sistemi ile çiftçi ve işletmelere ait arazi bilgileri, makine ekipman varlığı, hayvan varlığı gibi istatistik verilerine güncel olarak ulaşılabilecektir. Tarımsal nitelikteki ve üretim yapılabilen her parselin bilgilerine ulaşarak ürün çeşidi, miktarı, verim rekolte bilgisi yanında, hayvan hareketleri, hastalık takipleri ile hayvan varlığına ait bilgiler takip edilebilecektir. Sistemle ekili alanların dağılımı görülebilecek, bu alanlardaki kuralık, verim, bitki su tüketimi, ekolojik uygunluk gibi teknik verilere il, ilçe, parsel bazında anlık ulaşılabilmektedir. Su Ürünleri Yönetim Bilgi Sistemi ile balıkçılık tekne takibi, av kayıtlarının yerinde otomatik kaydı, avlanmaya izin verilen bölgeler dahil çok sayıda bilgi devreye alınmaktadır. Ayrıca bu sistemde tarımsal desteklemenin doğru parselde doğru ürüne doğru ekim alanına verilerek destekleme kaynaklarının etkin kullanımı sağlanacaktır. Gıda üretim ve işleme aşamaları kayıt altına alınarak sertifikasyon, kontrol, izlenebilirlik sağlanacak. Böylece yönetim kontrol görevinin daha etkin bir şekilde yaparken tüketicilerin ürün etiketlerinde bulunacak kare kod ile üretim sürecine ve menşesine ait bilgilere ulaşabilmesi sağlanacaktır. Bu şeffaflık tüketici güvenini artırırken üreticileri daha iyi ürün üretme yolunda motive edecektir. Kısa orta veya uzun vade oluşturulacak kalkınma planları ve eylemler için kullanılan en önemli data istatistik verilerdir. Bu açıdan verilerin güncelliği ve güvenilirliği oldukça önemlidir. TARSEY ile tarımsal istatistikler konusuna kalıcı bir çözüm getirebilmek için, dönemsel tahmin çalışmaları yerine sürekli ve gerçek zamanlı kaynağında veri toplayan, bu verileri derleyip, işleyip hizmet sunan bir bilgi sisteminin kurulması amaçlanmaktadır. Böylece tarım istatistiklerine anlık ulaşım sağlanabilecek, daha doğru ve kesin verilerle ulusal boyutta tarım politika ve stratejilerinin üretilmesine katkı sağlayacaktır. Tarımsal afetlerin üretim tahminlerini ve istatistikleri ne şekilde etkilediği parsel bazında tespit edilerek veriler TARSİM'e yönlendirilerek, sigorta yönetimi daha verimli bir hale getirilecektir. Ayrıca

sistem Tapu Kadastro Sistemi ile entegre edilerek arazilerin satış ve devir işlemleri aynı anda sistemde görülebilecek. Bu sistem ile daha sağlıklı, güncel, geleceği ön gören tarımsal plan ve politikalar üretilebilecek, etkinliği izlenebilecek ve ölçülebilecektir.

Faydalanıcılar açısından ise sistem şu avantajları sunmaktadır; tarımsal faaliyette bulunmak isteyenler alacağı araziye ait toprak yapısı, sulama durumu, verimliliği ve bölgenin klimatolojik durumu gibi bilgilerine sistemden kolayca ulaşabilecek ve ona göre ürün desenini belirleyebilecektir. Üretim sürecinde mobil olarak anlık olarak kendi parselleri üzerindeki meteorolojik değişimleri, bitki büyüme evresini, zirai erken uyarıları izlemekte, olası tehlikeler için önlem alabilmekte, ürünün rekolte hesabını hesaplayabilmektedir. Çiftçiler ekimden hasata kadar geçen sürede tüm tarım girdilerini (tohum, gübre, ilaç, su vb.) veri tabanında otomatik olarak tüm süreçleri yönetebilmektedir. Doğru yerde doğru ürün ve doğru üretim ile daha rantabil duruma gelecektir. Sistem ile ithalat ve ihracat talepleri ve işlemleri daha hızlı ve kolay yapılabilirken, firmalar ürün taleplerine, pazar analiz verilerine, borsa fiyatlarına ulaşabilecektir. Üreticiler işlemler için Tarım Bakanlığının Müdürlüklerine gitmesine gerek kalmadan sistem üzerinden başvuru yapabilecektir.

Sistem üretimden tüketime kadar olan süreçte her türlü girdi ve çıktı kayıt ve kontrol altına alınacaktır. Sistem tüm kolaylıkları yanında zaman, işgücü ve maliyet tasarrufu sağlayacaktır. Tarladan sofraya güvenilir ve sürdürülebilir gıda tedariki oluşturulacak, doğal kaynakların (toprak, su, çevre vb.) korunması, planlaması ve etkin kullanımı sağlanacaktır. Ekonomik olarak Üretilen ürünlerin miktarı kontrol altında tutulacak ve arz, talep dengesini koruyabilecektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz dünyasında bilginin üretilmesi etkin bir şekilde yönetilmesi ve kullanılması büyük önem arz etmektedir. Gerek kamuda ve gerekse özel sektörde faaliyetlerin daha etkin ve verimli bir şekilde sürdürebilmesi yönetime destek olacak bilgi sistemlerinin kurulması ve yönetimi ile orantılıdır. Özellikle 5018 sayılı Kanunla ile birlikte kamuda uygulanmaya başlayan yönetim bilgi sistemleri ile kamu kaynaklarının etkin bir şekilde yönetimi yanında sunulan hizmetlerin miktar ve kalitesi artmıştır. Bu bağlamda Tarım Bakanlığının başlattığı Tarımsal Entegre Yönetim Bilgi Sistemi (TARSEY) kapsadığı ölçek ve veri bütünlüğü bakımından oldukça büyük bir yönetim bilgi sistemidir. TARSEY'in tam olarak faaliyete geçmesi ile her kademedeki bilgi ihtiyacını karşılanırken, bilgi akışında eşgüdüm ve standart sağlanmış, kamu olarak daha iyi bilgi ve hizmet üretilmiş olacaktır. Ancak gerek mekânsal gerekse sistemsel olarak eksiklerin olduğu ve sistemin tam olarak aktif çalışmadığı görülmektedir. Sistemin hala 6 ürün üzerinde veri sunduğu ve son verilerin 2017 yılı sonuna ait olduğu görülmektedir.

TARSEY doğru planlanmış ve uygulamaya geçildiğinde çok büyük kazanımları sağlayacak bir yönetim bilgi sistemidir. Sistem yeni entegresasyonlarla daha güçlü katılımcı bir sistem haline gelebilir. Örneğin; Ticaret Borsaları sisteme entegre edilerek üreticilerin aynı anda ürün piyasaları hakkında da bilgi sahibi olması sağlanırken, Borsalarında ülkede üretilecek olan ürün rekoltesi hakkında bilgi sahibi olması sağlanarak fiyat spekülasyonlarının önüne geçilebilir. Her bir ürünün ülke genelindeki ekim dikim ve verimi hesaplanabileceğinden ülke ve dünya ölçeklerinde üretimler dikkate alınarak diğer kurumlarla koordine içinde bir ürün ve üretim deseni planlaması yapılabilir.

Sistem Üniversitelere, Araştırma Kurumlarına da açılarak yeni çalışmalara ve planlamalara katkı sağlarken, buralardan gelecek görüş ve katkılar ile kendini geliştirebilir. Ayrıca bu katkılar ile kendini şartlara göre güncelleyen yeni bilgilerinde yer aldığı dijital bir kütüphane sisteme entegre edilebilir.

Sistem üzerine açılacak bir forum sayfası ile uzmanlar, akademisyenler, üreticiler, tüketiciler, sektör de faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar bir araya getirilip yeni tartışmaların, yeni fikirlerin ortaya çıkması, sorunların çözümüne farklı bakış açıları geliştirilmesi sağlanabilir. Sistemin sürekliliği ve sağlıklı bir şekilde çalışması düzenli olarak verilerle beslenmesine bağlıdır. Sistemden hem faydalanan hem de veri üreten kaynaklar biri de üretici ve çiftçilerdir. Çiftçilerin eğitimi ve sistem hakkında bilgilendirilmeleri sistemin sürekliliği açısından oldukça önemlidir.

Tarım Sektörü Entegre Yönetim Bilgi Sistemi etkin ve verimli uygulandığında ülke ekonomisine, ülke tarımına önemli katkılar sağlayacaktır. Diğer kamu kurumlarına da öncülük edecektir. İlerleyen süreçlerde tüm kamu birimlerine ait özellikle stratejik bilgilerin bir yönetim bilgi sisteminde birleştirilip sürekli güncel tutularak karar alıcılar tarafından planlamada ve politika üretmede etkin olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anameriç, H. (2005a), “Bilgi Sistemleri ve Yönetimde Bilgi Sistemlerinin Kullanımı”, Coşkun C. A. ve Vural Y. (Ed.), Bilgi Çağı, Bilgi Yönetimi ve Bilgi Sistemleri İçinde (121-174), Konya.
2. Anameriç, H. (2005b), “Yönetim Bilgi Sistemlerinin Yönetim Fonksiyonları Üzerine Etkisi”, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 45 (2), 25-43.
3. Barutçugil, İ. (2002), “Bilgi Yönetimi”, İstanbul: Kariyer Developer, İstanbul.
4. Bocchino, W. A. (1972), “Management Information Systems: Tools and Techniques”, Toronto: Prentice Hall, London;
5. Cebeci, Z., Bek, Y. (1998), “İnternet’te Tarımsal Veri Tabanı Uygulamaları: Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu Veritabanı Örneği”, 2. Ulusal Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, 28-30 Eylül 1998 Konya.
6. Cebeci Z. (2003), “Tarımsal Veri Tabanları Üzerine bir Değerlendirme”, Akademik Bilişim Konferansı, Tarımsal Bilişim-I Oturumu. 3-5 Şubat 2003, Adana.
7. Çam, S. (2002), “Öğrenen Organizasyon ve Rekabet Üstünlüğü”, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
8. İnce, N. (2002). “Kamu Kurumlarında Bilgi Yönetimi Ekonomi Alanındaki Kurumlar”, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 194s, Ankara
9. Karakaş, S. (1991), “Yönetim Enformasyon Sistemleri”, Kütüphane-Enformasyon-Arşiv Alanında Yeni Teknolojiler ve Türkmarc Sempozyumu Bildirileri İçinde (254-263), İstanbul: Türk Kütüphaneciler Derneği İstanbul Şubesi.
10. Lucey, T. (1987), “Management Information Systems”, Easleigh: DP Publications.
11. Polat, N. (2007), “Yönetim Bilgi Sistemi Ve Sayıştayda Yürütülen Çalışmalar”, Sayıştay Dergisi Sayı: 65 (Özel) Nisan-Haziran.
12. Yılmaz, C. (1988). Bilgi İşlem ve Yönetim Bilgi Sistemi. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
13. URL 1. <http://www.fao.org/> (Erişim tarihi 02/05/2017)
14. URL 2. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim tarihi 07/10/2018)
15. URL 3. http://www.academia.edu/6964066/Yonetim_bilgi_sistemleri (Erişim tarihi 02/05/2016)
16. URL 4. <https://www.kaysis.gov.tr/> (Erişim tarihi 20/01/2019)
17. URL 5. <https://www.mevzuat.gov.tr/> (Erişim tarihi 20/01/2019)
18. URL 6. <http://www.tarim.gov.tr/TRGM/Menu/11/Projeler> (Erişim tarihi 20/04/2017)
19. URL 7. <http://tarbil.org/> (Erişim tarihi 30/04/2017)
20. URL 8. <https://www.cscrs.itu.edu.tr/> (Erişim tarihi 30/04/2017)

**GERİYATRİK HASTALARDA TİNNİTUS SINIFLANDIRMA DAĞILIMININ
İNCELENMESİ**
EVALUATION OF THE RELATION BETWEEN CLASSIFICATION OF DISTRIBUTION
IN PATIENTS WITH GERIATRIC TINNITUS

Uzm Dr, Elif ELİBOL
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

ÖZET

Amaç: Tinnitus herhangi bir uyarana olmaksızın, kulaklarda algılanan ses olarak nitelendirilmektedir. Tinnitus çoğu zaman subjektif olup ancak hasta tarafından değerlendirilebilmektedir. Hasta kendine özgü tek ton ya da birkaç farklı ton tarif edebilir. Tinnitus sadece hasta tarafından hissediliyorsa subjektif, muayenelerle ya da gözlemlerle ikinci bir şahıs tarafından da duyuluyorsa objektif olarak değerlendirilir. Odyolojik testlerde disfonksiyon yaratıp yaratmamasına göre, santral ve periferik oluşuna göre sınıflandırılabilir. Biz bu çalışmada tinnitus tanısı ile takip edilen geriyatrik hasta grubunun etiyolojik grup dağılımını değerlendirmeyi, tinnitus sınıflamasını hastalarda değerlendirmeyi amaçladık.

Metot: Çalışmaya polikliniğimize tinnitus şikayetiyle başvuran 65 yaş üstü 60 hasta eklenmiştir. Hastalar tinnitus etyolojisine göre objektif veya subjektif olarak birinci alt grupta ve ayrıca odyolojik disfonksiyonu olan veya olmayan olarak ikinci alt grupta incelenmiştir. Tinnitus şikayetlerine göre hastalara komple odyolojik test yaptırılmış, test sonuçları her bir frekansta kayıp olup olmamasına göre değerlendirilmiştir. Alt gruplar arasında yüzdelik ve istatistiksel olarak herhangi bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir.

Bulgular: Hastaların yaş ortalaması 72.80 izlendi (SD: 4.12). Bu hastaların 36'sı kadın 24'ü erkek izlenmiştir. Hastaların 58'inde (%96.6) subjektif tinnitus, 2'sinde (%3.3) objektif tinnitus izlenmiştir. Objektif tinnitus olan hastaların birinde radyoterapiye bağlı patent östaki tüpü, diğerinde arteriyovenöz malformasyon olduğu izlenmiştir. Subjektif vertigo görülme durumu objektif vertigoya göre daha fazla izlenmiştir. Hastaların 45'inde (% 75) sensörinöral tipte bir ya da daha fazla frekansı tutan işitme kaybı izlenmiştir. Hastaların 15'inde (%25) herhangi bir odyolojik disfonksiyon izlenmemiştir.

Sonuç: Bizim incelediğimiz geriyatrik grup tinnitus hastalarında subjektif tinnitus tanısı objektif tinnitus tanısına göre daha fazla izlenmiştir. Odyolojik olarak bir ya da birden fazla frekansta sensörinöral işitme kaybı olan hasta grubu da, odyolojik olarak herhangi bir bulgu izlenmeyen hasta grubuna göre daha fazla izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tinnitus, odyolojik tetkik, geriyatrik hasta

ABSTRACT

Objective: Tinnitus is defined as the perceived sound in the ears without any stimulus. Tinnitus is often subjective but can be evaluated by the patient. The patient may describe her own unique tone or several different tones. Tinnitus is considered subjective only if it is felt by the patient, or objectively if it is heard by a second person through examinations or observations. In audiological tests, it can be classified according to whether it creates dysfunction, central or peripheral. In this study, we aimed to evaluate the etiologic group distribution of the geriatric patient group with the diagnosis of tinnitus and to evaluate the tinnitus classification in patients.

Methods: Sixty patients over 65 years of age who presented with tinnitus to our outpatient clinic were included in the study. Patients were examined in the first subgroup, objectively or subjectively according to the etiology of tinnitus, and also in the second subgroup with or

without audiological dysfunction. According to the complaints of tinnitus, complete audiological tests were performed and the test results were evaluated according to whether or not there was a loss in each frequency. There was no statistical difference between the groups.

Results: The mean age of the patients was 72.80 years (SD: 4.12). Of these patients, 36 were female and 24 were male. Subjective tinnitus was observed in 58 patients (96.6%) and objective tinnitus was observed in 2 patients (3.3%). One patient with objective tinnitus had patent eustachian tube due to radiotherapy and the other had arteriovenous malformation. Subjective vertigo was observed more frequently than objective vertigo. In 45 (75%) of the patients, one or more hearing loss of the sensorineural type was observed. No audiological dysfunction was observed in 15 (25%) patients.

Conclusion: The subjective tinnitus diagnosis was more frequent in the geriatric group tinnitus patients than the objective tinnitus diagnosis. The audiological group of patients with sensorineural hearing loss at one or more frequencies was also observed more than the group of patients whose audiological findings were not observed.

Keywords: Tinnitus, audiometry, geriatric patient.

1. GİRİŞ

Tinnitus yaşla beraber insidansı da artan çoğu zaman subjektif olan bir semptomdur (1). Genel popülasyonda %17 olarak görülür ve geriyatrik popülasyonda %33' e kadar çıkabilmektedir. En sık görülen yaş grubu 40- 70 yaş arasındadır (2). Yüksek frekanstaki tinnituslar daha rahatsız edicidir ancak hasta tarafından tinnitus çınlama sesine, homurtuya, radyo amplitüs sesine, vızıltı, zil sesi gibi değişik seslere benzetilmektedir. Tinnitus fizyopatolojisi tam olarak açıklanamamasına rağmen bir çok teori mevcuttur. Koklear nörotransmitter ve iyon dengesinin bozulması, kokleadaki iç veya dış tüylü hücrelerin hasar görmesi, vestibülokoklear sinir liflerinin dejenerasyonu açıklanabilecek birkaç teori arasında yer almaktadır (3). Tinnitus objektif ve subjektif olmak üzere iki alt başlık altında incelenebilir ayrıca odyolojik semptomlara göre de incelenebilir. Biz bu çalışmada tinnitus semptomuyla bize başvuran hastaları inceledik, geriyatrik hasta grubunda tinnitüsü objektif ve subjektif olarak, odyolojik test sonuçlarına göre ayırdık ve sınıflandırmada alt grupların görülme sıklığına baktık.

2. MATERYAL VE METOD:

Çalışma Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Semt polikliniğine 2019 Eylül-2020 Ocak arasında başvurmuş tinnitus semptomu olan 65 yaş ve üzeri ayrıntılı anamnezleri alınmış, muayeneleri ve odyolojik testleri yapılmış olan 60 hastayla yapılmıştır. Hastaların anamnezleri ayrıntılı bir şekilde alınarak ve timpanik membran muayeneleri yapılarak tinnitus semptomları objektif ve subjektif oluşuna göre sınıflandırılmıştır. Gerekli muayeneleri yapılmış ve odyolojik testleri istenmiş olan hastaların kulak muayeneleri eşliğinde odyolojik testleri değerlendirilmiş 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz frekanslardan birinde ya da birkaçında disfonksiyon izlenmesine göre hastalar incelenmiştir. Odyolojik testlerde bozukluk olan hastalar bir grupta , olmaya hastalar diğer grupta incelenmiştir. Araştırmalar ve muayeneler aynı gözlemci tarafından, odyolojik testler odyometristler tarafından yapılmıştır.

Hastaların istatistiksel değerlendirilmesi 'SPSS 16' istatistik veri tabanında değerlendirilmiştir. Grupların sınıflandırılmaları karşılaştırılırken 'kikare test(X²)' kullanılmıştır. Grupların büyüklükleri yeterli olmadığında 'p değeri'ne yakın sonuçların değerlendirilmesine yönelik 'Cohen etki değeri' hesaplanmıştır.

3. BULGULAR:

Yaşları 65 ve üzeri olan 60 hastanın 36'sı (%60) kadın, 24'ü (%40) erkek izlenmiştir. Grubun yaş ortalaması 72.80 izlenmiştir (SD: 4.12).

Hastaların 58'inde (%96.6) subjektif tinnitus, 2'sinde (%3.3) objektif tinnitus izlenmiştir. Subjektif tinnitus izlenen hastaların 43'ünde odyolojik testlerden bir ya da birkaç frekansta bozukluk izlenmiştir. Subjektif tinnitusu olup odyolojik test tutulumu olan 43 hastadan 22'si hayatının bir döneminde yüksek sesli gürültüye maruz kaldığını belirtmiştir. 15'i yaşlandıkça tinnitusunun işitme kaybıyla beraber arttığını belirtmiştir. 7'si duyma ile ilgili herhangi bir problemi olmadığını, duyma kaybının farkında olmadığını sadece çınlamanın çok rahatsız ettiğini belirtmiştir. Objektif tinnitusu olan bir hastada patent östaki tüpü saptanmıştır ve hastanın anamnezi incelendiğinde nazofarenks kanseri tanısı aldığı ve radyoterapi sonrasında bu sesin arttığını belirtmiştir. Objektif tinnitusu olan diğer hasta kalp damar cerrahisine danışılmış, hastada venöz hum tespit edilmiş, yapılan doppler ultrasonunda arteriyovenöz malformasyon saptanmıştır.

Odyolojik test sonuçlarına göre 45 hastada bir ya da birkaç frekansta bozukluk izlenmiştir. Hastaların tümünde yapılan timpanik membran muayenelerinde timpan membran intakt izlenmiştir. 45 hastanın 27'sinde 2000 Hz'den sonra olan yüksek frekansta sensörinöral tipte işitme kaybı izlenmiştir. 5'inde mikst tipte işitme kaybı izlenmiş, 13'ünde genel olarak bütün frekansları bozan sensörinöral tipte işitme kaybı izlenmiştir. 15 adet hastanın yapılan odyolojik test sonucunda herhangi bir frekansta bozukluğa saptanmamıştır.

Subjektif tinnitusu görülen hasta grubu objektif tinnitus görülen hasta grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla izlenmiştir. (P:0014)

Odyolojik test sonuçlarında bir ya da birkaç frekansta sensörinöral tipte bozukluk izlenen hasta grubu normal odyolojik sonuçları olan hasta grubuna göre anlamlı olarak daha fazla izlenmiştir.(p: 0.035)

4. TARTIŞMA:

Tinnitus daha fazla geriyatrik hastalarda olmak üzere genellikle 40-70 yaş arasında her hasta grubunda görülebilecek sık rastlanan bir kulak semptomudur(4). Tinnitus nedeni tam olarak belli olmamakla beraber subjektif tinnitus nedenleri: dış kulak, orta kulak, koklear, retrokoklear gibi kulağa bağlı nedenler, santral, metabolik, farmakolojik, psikolojik ve temporomandibüler eklem rahatsızlıklarına bağlı olabilir. Objektif tinnitus nedenleri AV malformasyonları, venöz bozukluklar, tümörler, anevrizmalar ve nöromusküler anomalilere bağlı oluşabilir(5). Tinnitus hastalarında tam anamnez alınması, kulak muayenesi, odyolojik tetkikler, gerekli görüntüleme yöntemleri çok önemli yer tutmaktadır. Tinnitus sebebi sadece %5 hastada kesin izole edilebilmektedir ve başarılı bir şekilde tedavi edilebilmektedir. Bu oranın düşük olması başarı oranını da düşürmektedir. Tinnituslu hastaların %35'i tedaviye ihtiyaç duymazken, %53'ü tedaviye gereksinim duymakta ve %12'si ise acilen tedavi gereksinimi göstermektedir (6). Tinnitus nedeniyle depresyon, hatta intihar vakaları rapor edilmiştir. Tinnitus medikal tedavilerle, maskeleyen tedavileriyle, Habitüasyon, elektroterapi ve cerrahi yollarla tedavi edilebilmektedir (7).

Bizim çalışmamızda subjektif tinnitus bulguları objektif bulgulara göre daha fazla izlenmiştir. Bu da hastadan ayrıntılı anamnez alınması ve ayrıntılı muayenenin objektif tinnitusu teşhis etmekte önemli olduğunu gösterir. Subjektif yakınmaların daha fazla izlendiği grupta odyolojik test sonuçlarının daha fazla disfonksiyon göstermesi hasta gruplarının muhakakk odyolojik olarak da değerlendirilmesi gerektiğini gösterir. Disfonksiyonu olan odyometrelerde

en fazla yüksek frekansta sensörinöral tpte işitme kaybı izlenmesi koklear ve retrokoklear patolojilerin atlanmaması gerektiğine ışık tutmaktadır. Hastaların ayrıntılı anamnezlerinde daha önce uzun süre gürültüye maruz kalma ve presbiakuzinin de sık görüldüğü hekim tarafından bilinmeli ayırıcı tanı yapılırken dikkate alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- 1- Çelikyurt C. 105 soru ve yanıtlarıyla tinnitus. Nobel tıp Kitabevleri, 2002.
- 2- Lee KJ. Essential otolaryngology Head Neck Surgery. Güneş Kitabevleri, 20. Baskı, 2016.
- 3- Dağlı, M., Karabulut, H., İriz, A., Eryılmaz, A. (2007). Tinnitus hastalarının Tinnitus Derece Endeksi ile değerlendirilmesi. KBB ve BBC Dergisi, 15(1), 12-17.
- 4- Folmer, R.L. (2002). Long-term reductions in tinnitus severity. BMC Ear, Nose and Throat Disorders, 2(1), 1-9.
- 5- Bakır, S. (2018). Kulak çınlaması (Tinnitus). KBB ders notları. jcam.com.tr.
- 6- Derin, S., Halil, H., Acar, E., Şahan, M., Şahan, L. (2015). Tinnitus ve suisit: Olgu sunumu. ADU Tıp Fak Dergisi, 16(1), 30-1.
- 7- Tyler, R.S. (2008). Tinnitus tedavisi. Klinik protokoller. (H. Özkul. Çev.). İstanbul: Nobel Tıp Kitap.

**ELEKTROŞOKLU VE ELEKTROŞOKSUZ KESİM YÖNTEMLERİNİN
HAYVANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**
IMPACT OF ELECTRICAL STUNNING AND NON-STUNNING SLAUGHTERING
METHODS ON ANIMALS

Doç. Dr. Mehmet YARDIMCI
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ÖZET

Bilimsel alanda daha az acıya neden olan ve hayvanlardan kaliteli et üretimi sağlayan en iyi kesim yöntemi, uzun süredir cevabı aranan bir konudur. Araştırmacılar, hayvan refahı ve dini meselelerle uyumlu en uygun yöntemi belirlemek için birçok çalışma yapmaktadırlar. Bu araştırmaların bir özeti olarak, elektroşoklu kesim süreci ağrı, spazm ve felç ile sonuçlanır. Dahası, hayvanlar bazen kalp durması nedeniyle ölürlere ve bu da daha az kan akışına neden olur. Elektroşokun hatalı uygulanması durumunda, hayvan refahı ile çelişen aşırı zararlı etkiler ortaya çıkar. Öte yandan, elektroşoksuz yöntem, hayvanların kesilmesinde uygulanan daha doğal bir işlem ve daha az ağırlı bir yöntemdir. Ani boyun kesimi daha iyi duyarsızlık, daha fazla kan kaybı, derin bir uyku ve bilinç kaybı sağlar. Ancak, bu yöntemleri destekleyen ve karşı çıkan araştırmacılar arasında hala anlaşmazlık bulunmaktadır. İlerleyen zamanlarda yapılacak önyargılardan uzak çalışmaların soruya daha ikna edici cevaplar vermesi umit edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Ağrı, Hayvan Refahı, Helal

ABSTRACT

The best method of slaughtering, which causes less pain and ensures the production of quality meat from animals, has long been a sought in the scientific field. Researchers carry out many experiments to determine the most appropriate method compatible with animal welfare and religious issues. As a summary of these researches, stunning results in pain, spasm and paralysis during the slaughtering process. Moreover, animals sometimes die due to the heart stop which causes less bleeding out. In case of mis-stunning, extreme harmful effects occur which conflicts with animal welfare. On the other hand, non-stunning method is a more natural process and less painful method in slaughtering animals. Sudden neck cut provides better insensitivity, more blood loss, a deep sleep and unconsciousness. However there is still disagreement among researchers who support and oppose these methods. It is hoped that studies that are free from prejudices will give more convincing answers to the question in the future.

Key words: Animal Welfare, Halal, Pain

1. INTRODUCTION

Although there is a consensus on describing good animal slaughter as reduced anxiety, pain, suffering and distress before the slaughter process among the majority of the people, similar compromise is not seen in the method to be used. Some claim that pre-slaughter stunning is harmful for the animal due to the pain perception, some others oppose the traditional slaughter for the same reason.

Muslims who do not accept any change or modification in the non-stunned traditional slaughter believe that stunning process is not compatible with Islamic principles. On the other hand,

supporters of pre-slaughter stunning claim that the process is in accordance with halal criteria (Abdullah et al., 2019).

Regarding the perception of pain in animals, behavioural, physiological and clinical response signs are generally taken into account (Landa, 2012) but these measurable signs are mostly useful in live and conscious animals. Measurement of pain by electroencephalogram (EEG) which reflects the changes in the brain electrical activity (Diesch et al. 2009; Gibson et al. 2009; Johnson et al. 2009), PET (Positron Emission Tomography), Conducted Energy Weapons (CEW), Electrocardiography (ECG) are more valid in the scientific area (Chew and Atassi, 2019; Jauchem, 2015; François et al., 2006) for slaughter animals.

This paper aims to discuss the effects of electrical stunning and non-stunning slaughtering methods on animals in terms of perception of pain.

2. ELECTRICAL STUNNING AND NON-STUNNING SLAUGHTERING METHODS

Animal slaughtering method becomes the subject of controversy when it complies with the Islamic and Judaic rules. Research on the subject under the term “halal” has therefore attracted attention for many years. Attention has also increased in recent years due to increased sensibility to animal welfare.

In religious slaughter, main principle is that the animal must be alive and healthy at the time of slaughtering and humanely treated before and during slaughtering. Additionally, the slaughter act must be done once by a knife of suitable length and sharpness. There must also be enough time for bleeding after the slaughtering (Benzertiha et al., 2018).

According to the traditional method, the animal must be conscious at the time of slaughtering. The sudden neck cut without pre-stunning causes cerebral ischemia with depriving the brain from oxygen and glucose. On the one hand, blood empties rapidly from the brain, on the other hand the blood path from the heart to the brain is cut. As a result, it acts as a painkiller that disables the sensory center and causes the animal to become completely insensitive to pain (Yardimci, 2019). Therefore, the animal feels the least pain during the process. Since death has not occurred, the heart works faster against blood failure and helps to flush (Alişarlı, 2011). In cutting the animal’s throat with a knife, without any form of stunning, the blood in the body is drained in the greatest amount, flows out as soon as possible and the quick removal of blood causes least pain (Alat, 2011; Rosen, 2004).

On the other hand, electrical stunning involves application of an electric current of adequate magnitude to the brain to induce generalized epilepsy (Berg and Mohan, 2015). In electrical stunning, due to the electrical energy in the body, several problems such as muscle cramp, paralysis in respiratory muscles and vocal cords occur, which induces pain and stress for the animal (Yardimci, 2019). Despite that fact, stunning of animal before slaughter is an obligatory procedure in the USA, UK, EU, Australia, New Zealand, South Africa, Brazil and East Asia countries (Aghwan and Regenstein, 2019). Considering the progress of the stunning procedures, it is clearly seen that electrical stunning is mainly done to reduce movement and immobilize the animal to make exsanguination easier and safer (Bergeaud-Blackler, 2007; Sabow et al., 2018). Anyone can easily see the purpose of stunning process in the literature as “stunning methods are used to kill an animal instantly”. There is generally an additional phrase addressing the traditional slaughter as “unless you’re carrying out religious slaughter”. In this respect, stunning in halal slaughter is a modified process aiming to create manipulation on religious slaughter.

Recommended parameters for head-only electrical stunning are a voltage between 70 V and 250 V and a minimum current of 1.0 A from 2 to 4 s with 50 Hz to achieve satisfactory stunning. In cattle, sheep and goats, the gripper part of the device is placed on temples and 110 volts 0.5-1 sec. Animals in the first stage loses themselves completely and falls to the ground, breathing stops in a few seconds and reflexes disappear when electroshock is applied. In the second stage, walking movements are seen and at the third stage, the muscles are stretched and breathing begins again. The cut is done at this stage. If the animal is not slaughtered, the animal will recover within 10 minutes (Alişarlı, 2011; Sabow et al., 2018). In an animal stunned by electroshock, signal transmission mechanisms will slow down which will affect the performance of the heart negatively (Alat, 2011). Insufficient electrical currents may physically immobilize the animal, but may not avert the stress, discomfort or pain experienced by the animal (Anil, 2012). Moreover, there are several risk factors, which affects the success of the stunning process such as variation in voltage, duration, resistance of the individual animals and the human factor (Khan, 1982).

As another stunning method, head to body electrical stunning induces epilepsy in the brain followed by ventricular fibrillation (cardiac arrest) to ensure that the animal does not regain consciousness (Fusseini et al., 2017). Apart from ventricular fibrillation, head to back stunning results in cardiac inhibition, cardiac dysfunction, cardiac arrest and death (Gregory and Wotton, 1984).

Transcranial magnetic stimulation and the use of microwave energy are some of the new methods examined by the scientists in relation to religious slaughter (Berg and Mohan, 2015).

3. PERCEPTION OF PAIN DURING SLAUGHTER

The critical discussion point between different slaughter methods is the perception of pain by animals under different slaughter methods.

The perception of pain during slaughter is based on an interaction of receptors, nerves, the spinal cord and the brain including the thalamus and the cortex (Brooks and Tracey, 2005; Treede et al., 2000).

Pain is perceived by the sensory receptors, called nociceptors, due to the injury, and depends on the interaction between nociceptors and higher processing centers in the brain to generate the negative emotional component associated with the potential harm. The generation of pain from nociceptive signals occurs in the central nervous system. Certain regions of the forebrain are responsible for the experience of both the sensory aspects of pain and the unpleasant, affective aspects associated with it (Anonymous, 2009). Pain can only be perceived when nociceptive afference reaches the cortex (Marchand, 2008). Affective component of pain can be completely blocked by frontal lobectomy in cancer patients. Although they are exposed to severe pain, they will not bother (Hansen and Streltzer, 2005).

Researches have revealed that the organ is indisputably the brain that perceives pain. The route followed in perception of pain starts with a nociceptive signal; the signal passes to the dorsal horn and neuron cross in the spinal cord and then to higher centers. Finally, afferents connect to the nuclei of the thalamus, which subsequently make synaptic contact with tertiary neurons (Marchand, 2008). More clearly, Mordeniz (2016) indicated that the experience of pain requiring a stimulus, a feeling or emotion, and an effect or result, consists of an intermingling of chemical, biological, psychological, physiologic, emotional and cognitive factors. Moreover, interconnectivity between the periaqueductal matter and orbitofrontal cortex is the key to

cognitive-emotional responses associated with pain. In this respect, originating as a signal of damage transmitted to the thalamus, a warning message becomes perceived pain when the thalamus sends it to, and it is integrated by, the cerebral and cingulated cortices (Tiengo, 2003). Massive sensory stimulation is probable and this might be extremely painful (Hillman 1993), although the paralysis of the motor system would mask important signs of distress during stunning (Rosen, 2004). Therefore, any electrical stimulation will rapidly be perceived, sorted, processed and interpreted by the brain as a painful process.

As an opposing approach to the traditional slaughter without pre-stunning, it is stated that animals may suffer before becoming insensible since they are conscious at the time of the cut (Mellor, 2010). However the density of pain sensors on a blade-thin line on the throat of the animal is negligible therefore cutting itself does not cause pain. One can confirm this fact with his/her own experiences by remembering the first seconds of any cut wound. Pain is often not felt at first. It can be perceived after some seconds when wound starts bleeding. In case the vessels are large enough for a sudden and much bleeding, one will quickly become unconscious and won't have time to feel pain.

Therefore, in traditionally performed slaughter, it can be confidently said that an animal will not feel pain while gradually being progressed to death (Khan, 1982).

4. CREATION OF UNCONSCIOUSNESS

Loss of consciousness is created in two ways during slaughter. One way is applying a high voltage electric shock; another is cutting the throat with a sharp knife. In both methods, the target organ is the brain in terms of creating unconsciousness. Although electric shock applied method (~ 3 sec) causes loss of consciousness in a slightly shorter time, the damage caused is greater because stunning removes any signs of visible and interpretable movement in terms of suffering. Particularly in low voltage electrical stimulus applied reversible stunning method, paralysis of the muscles does not let the animal move or shout. Therefore, it can be claimed that electric stunning induces paralysis, not unconsciousness.

Regarding the traditional slaughter, the state of unconsciousness is detected in 4-6 seconds in sheep and around 5-10 seconds in calves during the slaughter without pre-stunning. Brain death is observed (EEG) after 13-32 seconds for the sheep and 23-25 seconds for the calves during religious slaughter by direct bleeding (Rezgui and Di Spigno, 2010; Pouillaude-Bardon, 1992). That is, rapid and important falls in blood pressure were associated with loss of irreversible consciousness within a few seconds and insensibility to pain is achieved, providing the most effective stun (Rosen, 2004; Rosen, 2011).

5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

It is obvious that more animals can easily be slaughtered in a given time using stunning methods if keeping the animals alive before slaughter does not matter. Therefore stunning can be considered as a practical way to kill animals before slaughter.

In terms of animal welfare, creation of unconsciousness and perception of pain, traditional slaughter method without pre-stunning seems to be more humane.

Nevertheless, anatomical, physiological, neurological, biochemical and histopathological features between slaughter animals and man should be clearly demonstrated using the newest technologies. Additionally, further researches have to be conducted to determine the best

slaughter method together by proponent and opponent groups to convince the people who are interested in the subject about the obtained and interpreted results.

REFERENCES

- Abdullah, F.A.A., Borilova, G., Steinhäuserova, I. (2019) Halal criteria versus conventional slaughter technology. *Animals*, 9, 530.
- Aghwan, Z.A., Regenstein, J.M. (2019) Slaughter practices of different faiths in different countries. *Journal of Animal Science and Technology*, 61(3),111-121.
- Alat, İ. (2011) The importance of stroke in animal slaughter and electrochock, anesthesia or medical facts that make methods haram. Current religious affairs consultation meeting. Religious Foundation of Turkey Publishing Printing and Trade Business November, 26-28, Afyonkarahisar.
- Alişarlı, M. (2011) Slaughtering methods. Current religious affairs consultation meeting. Religious Foundation of Turkey Publishing Printing and Trade Business November, 26-28, Afyonkarahisar.
- Anıl, M.H. (2012) Effects of slaughter method on carcass and meat characteristics in the meat of cattle and sheep. EBLEX and AHDB – a Division of the Agriculture and Horticulture Development Board, UK.
- Anonymous (2009) Recognition and Alleviation of Pain in Laboratory Animals. The National Academies Press, Washington D.C. ISBN: 0-309-12835-8.
- Benzertiha, A., Kierończyk, B., Rawski, M., Józefiak, A., Mazurkiewicz, J., Józefiak, D., Salah Messikh, M.S., Świątkiewicz, S. (2018) Cultural and practical aspects of halal slaughtering in food production. *Med. Weter.*, 74 (6), 371-376.
- Berg, C., Mohan, R. (2015) A Review of Different Stunning Methods for Poultry—Animal Welfare Aspects (Stunning Methods for Poultry). *Animals*, 5, 1207-1219.
- Bergeaud-Blackler, F. (2007) New challenges for Islamic ritual slaughter: A European perspective. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 33(6), 965-980.
- Brooks, J. Tracey, I. (2005) From nociception to pain perception: imaging the spinal and supraspinal pathways. *J. Anat.* 207, 19-33.
- Chew, S., Atassi, N. (2019) Positron emission tomography molecular imaging biomarkers for amyotrophic lateral sclerosis. *Front. Neurol.*, 10,135.
- Diesch, T.J., Mellor, D.J., Johnson, C.B., Lentle, R.G. (2009) Electroencephalographic responses to tail clamping in anaesthetized rat pups. *Laboratory Animals*, 43, 224-231.
- Francis, W.K., Smith, Jr., Tilley, L.P., Miller, M.S. (2006) Electrocardiography. *Saunders Manual of Small Animal Practice (Third Edition)*, 1441-1453.
- Fuseini, A., Wotton, S.B., Hadley, P.J., Knowles, T.G. (2017) The compatibility of modern slaughter techniques with halal slaughter: a review of the aspects of ‘modern’ slaughter methods that divide scholarly opinion within the Muslim community. *Animal Welfare*, 26 (3), 301-310.
- Gibson, T.J., Johnson, C.B., Murrell, J.C., Mitchinson S.L., Stafford, K.J., Mellor, D.J. (2009) Amelioration of electroencephalographic responses to slaughter by nonpenetrative captive-bolt stunning after ventral-neck incision in halothane-anaesthetised calves. *New Zealand Veterinary Journal*, 57, 96-101.
- Gregory, N.G., Wotton, S.B. (1984) Sheep slaughtering procedures. III. Head-to-back electrical stunning. *British Veterinary Journal*, 140 (6), 570-575.
- Hansen, G.R., Streltzer, J. (2005) The Psychology of Pain. *Emerg. Med. Clin. N. Am.* 23, 339-348.
- Hillman, H. (1993) The possible pain experienced during different forms of execution. *Perception*, 22, 745-753.
- Jauchem, J.R. (2015) Exposures to Conducted Electrical Weapons : How Many and for How Long are Acceptable? 60 (1), 116-129.

- Johnson, C.B., Sylvester, S.P., Stafford, K.J., Mitchinson, S.L., Ward, R.N., Mellor, D.J. (2009) Effects of age on the electroencephalographic response to castration in lambs anaesthetized with halothane in oxygen from birth to 6 weeks old. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 36, 273-279.
- Khan, G.M. (1982) *Al- Dhabh: Slaughtering animals for food the Islamic way*. Islamic Medical Association London and Ta Ha Publishers Ltd., London.
- Landa, L. (2012) Pain in domestic animals and how to assess it: a review. *Veterinari Medicina*, 57 (4), 185-192.
- Marchand, S. (2008) *The Physiology of Pain Mechanisms: From the Periphery to the Brain*. *Rheum. Dis. Clin. N. Am.*, 34, 285-309.
- Mellor, D. (2010) Pain and Slaughter. Animal Welfare Science Centre, Scientific Seminar, 14 April.
- Mordeniz, C. (2016) Pain Perception Within Consciousness. *NeuroQuantology*, 2, 439-446.
- Pouillaude-Bardon, T. (1992) *L'abattage rituel en France (In French)*, thèse de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- Rezgui, H., Di Spigno, B. (2010) Benefits of religious slaughter without stunning for animals and humans. Bibliographical report on religious slaughter and the welfare of animals. ASIDCOM Association, the 17th of Rabia, 1429 A.H. English Version: Updated and Edited March, 2010.
- Rosen, S. (2011) Viewpoints: Is there a right way to kill an animal? *BBC News, Magazine*. <https://www.bbc.com/news/magazine-14895534>
- Rosen, S. (2004) Physiological insights into Shechita. *Veterinary Record*, 154, 759-765.
- Sabow, A.B., Goh, Y.M., Zulkifli, I., Ab Kadir, M.Z., Kaka, U., Adeyemi, D., Abubakar, A.A., Imlan, J.C., Ebrahimi, M., Sazili, A.Q. (2018) Electroencephalographic and blood parameters changes in anaesthetised goats subjected to slaughter without stunning and slaughter following different electrical stunning methods. *Animal Production Science*, 59, 849-860.
- Tiengo, M. (2003) Pain perception, brain and consciousness. *Neurol. Sci.*, 24, 76-79.
- Treede, R.W., Apkarian, A.V., Bromm, B., Greenspan, J.D., Lenz, F.A. (2000) Cortical representation of pain: functional characterization of nociceptive areas near the lateral sulcus. *Pain*, 87, 113-119.
- Yardimci, M. (2019) Comparison of the Stunning and Non-Stunning Slaughtering Methods in the Light of the Current Knowledge. *J. Vet. Ani. Res.*, 2, 302.

DEMİRYOLUNUN ESKİŞEHİR KENT GELİŞİMİNE KATTIĞI DEĞER
CONTRIBUTION OF THE RAILWAY TO THE URBAN DEVELOPMENT OF
ESKİŞEHİR

Hilal AKCANCA
Prof. Dr. Zeynep ULUDAĞ
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Kentler, ekonomisi ağırlıklı olarak sanayi ve hizmet faaliyetleri ile oluşmuş, belli bir yoğunluğun üzerinde nüfusa sahip olan yerleşkelerdir. Kentleşme, artan sanayi faaliyetleriyle birlikte mekânsal olarak büyüyen yerleşimlerde bireylerin belirli alanlarda uzmanlaşarak üretim ve tüketim faaliyetlerini birlikte yaşayarak kent mekanını dönüştürdükleri süreçtir.

Kentlerin toplumlarca tercih edilmesinin sebebi sahip olduğu konum, yüzey şekilleri, bitki örtüsü ve su kaynakları gibi özellikleridir. Bu coğrafi özelliklerinden dolayı düz ve verimli bir ovada yer alan Eskişehir birçok topluma yerleşim yeri olmuştur. Ev sahipliği yaptığı her kültürün Eskişehir'e kattığı değerin kent biçimlenişinde etkisi oldukça fazladır.

Eskişehir kurulduğu andan itibaren sürekli gelişim gösteren çok yönlü bir kenttir. Eskişehir için 1892 yılı bir dönüm noktasıdır. Geçimini tarımdan sağlayan küçük bir Anadolu kasabası iken demiryolu ile kentin geleceği tamamen değişmiştir. İlerleyen yıllarda Eskişehir, demiryolu ve sanayi denilince ilk akla gelen kentlerden biri haline gelmiştir.

Demiryolu, beraberinde getirdiği sosyal, ekonomik ve mekânsal gelişmelerin yanı sıra kentleşme ve sanayileşmeyi de başlatmıştır. Eskişehir'de demiryolu inşa edildikten sonra 1894'te kent sanayisinin ilk adımı olan Cer Atölyesi kurulmuştur. Cumhuriyet öncesi önemli sanayi kuruluşlarından olan Cer Atölyesi kentin modernleşme ve sanayileşme projesinin en somut faktörü olmuştur.

Demiryolu; Cer Atölyesi, gar binası, atölye çalışanları için inşa edilen lojmanlar, yolcular için inşa edilen oteller ve restoranlar gibi yapılarla Eskişehir'in mekânsal kurgusunu değişime uğratmaya başlamıştır. Aynı zamanda kent oluşan işçi- memur sınıfının ve sanayileşme nedeniyle kente gelen göçmenlerin sosyo-kültürel olarak etkisi altında kalmıştır.

1955 yılında hizmete açılan Eskişehir Garı, ilki 1892 yılında inşa edilen eski istasyon binası yıkılarak yerine yapılmıştır. Gar binası, tanımladığı akslarla önemli bir düğüm noktası olmuş, kente kazandırdığı yeni günlük pratikler ile simgesel bir yapı haline gelmiştir.

Bildirinin amacı; 1892'den günümüze dek demiryolunun Eskişehir'in mekânsal gelişimi üzerindeki etkilerinin araştırılması ve kente giriş kapısı olan mevcut gar binasının incelenmesidir. Gar binasının kent için öneminin anlaşılması ve yapının kentlinin hayatına dokunduğu noktaların tespit edilerek kent adına sahip çıkılması gereken değerlerin ortaya konulmasıdır. Elde edilen değerlerin kent gelişiminde üstlendiği rolün gelecekteki projelerde sürdürülebilirliği üzerine eleştirel bir değerlendirme çalışmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Demiryolu, Eskişehir, Gar Binası, Kent, Kentleşme

ABSTRACT

Cities are settlements, where economy is mainly formed by industry and service activities and has a population above a certain density. Urbanization is a development process in which individuals produce and consume together and change urban space with their social and spatial practices.

Cities are significant territories chosen by societies because of their geographic characteristics such as location, topography, plantation and naturel resources. Eskişehir, as a city located on a flat and fertile plain due to these geographical characteristics has become a significant settlement all through history, has been a settlement for many societies. Every culture that Eskişehir has hosted had been effective on shaping the city form.

Eskisehir is a sophisticated city which has shown a permanent development since it was established. 1892 was a milestone for Eskisehir. The construction of the railway has completely changed the future of the city while it had been a small Anatolian town where the main support was agriculture. In the following years, Eskisehir has become one of the leading cities in terms of railway and industry.

Railway has triggered urbanization and industrialization besides social, economic and spatial developments. After the railway had been constructed in Eskisehir, as the first step of the city industry, Cer Workshop was established in 1894. Cer Workshop had been one of the important industrial institutions before the Republican period and it played a critical role in industrialization project and the modernization of the city.

Railway changed the Eskisehir's spatial organisation with several buildings such as Cer Workshop, train station, dwellings for workers, hotels and restaurants built for passengers. On the other hand, the city was affected by the worker-civil servant class and the immigrants who came to the city due to industrialization in socio-cultural aspects.

The Eskisehir Train Station, which was opened in 1955, was built in the place of the old station building that had been built in 1892. The station building has become an important node with the axes it defined and a symbolic building with the new daily practices it has brought to the city.

The purpose of the paper is; investigating the effects of the railway on the spatial development of Eskisehir since 1892 and examination of the present station building which is located at the entrance area of the city. Understanding the importance of the station building for the city and revealing the values of the city that needs to be protected by identifying the points where the building touches to the lives of the citizens. It is a critical assessment study on sustainability of the role of the obtained values in urban development in future projects.

Keywords: Railway, Eskisehir, Station Building, City, Urbanization

1.GİRİŞ

Kentler, insanların yaşaması için gerekli olan barınma, çalışma, eğlenme-dinlenme ve ulaşım eylemlerinin gerçekleştirildiği yerleşme birimleridir. Kentler, tarih boyunca kültür ve uygarlıkların doğduğu ekonomik, toplumsal ve siyasal alanda yaşanan değişimlere bağlı olarak sürekli dönüşüm geçirmiş yerleşim mekânları olarak büyük önem taşımışlardır. Kentleşme tarım harici farklı uğraşlar sayesinde gelişen kentlerin göç olarak nüfuslarının artması sonucu yaşadıkları değişim ve dönüşüm sürecidir.

Eskişehir kenti, ulaşılabilir konumu ve sahip olduğu elverişli coğrafi yapısı gereği önemli güzergahlar üzerinde yer almaktadır. Tarihten günümüze birçok kültüre ev sahipliği yapmış olan kentin çehresi 1892 yılında demiryolunun hizmete açılması ile tamamen değişime uğramıştır. Kent, Cumhuriyet öncesi dönemde sanayinin öncüsü ve Cumhuriyet sonrası dönemde modernleşme projesinin nüvesi olmuştur. Demiryolu ile beraber inşa edilen Cer Atölyesi, Gar Binası, işçi lojmanları gibi mekanlar kentin mekânsal, sosyal ve ekonomik gelişimini etkilemiştir.

Çalışmada demiryolunun Eskişehir üzerindeki etkileri araştırılmış ve kentin giriş kapısı olan Gar Binası incelenmiştir. Gar binasını kente katkıları, kentlilere sunduğu deneyimler ve yapının kent için taşıdığı önem araştırılmıştır.

2.KENT VE KENTLEŞME KAVRAMLARI

Kent kavramı incelendiğinde farklı kapsamlarda birçok tanımlama yapıldığı görülmektedir. En yalın hali ile kent; sahip olduğu nüfusun barınma, çalışma, eğitim, sağlık ve sosyo - kültürel açıdan ihtiyaçlarının karşılandığı yerleşim birimleridir. Tarımsal faaliyetlerden ziyade sanayi ve ticari faaliyetlerin gelişme gösterdiği bu yerleşim yerlerinde nüfus oranı kırsal alanlardan daha yoğundur (Keleş, 1998:75).

Kentler, bireylerin konut ve çalışma ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla organize edilen birimlerdir. Gerekli düzenlemeler yapılırken hizmet sektöründen faydalanılmış, gelişen hizmet sektörü beraberinde sanayiye de geliştirerek kentleri tarım dışında da uğraşların verildiği bir çekim merkezi haline getirmiştir. Kentler elde ettiği çekim gücü neticesinde nüfus açısından yoğunlaşmış ve bireylerin yaşamlarını düzenleyen yerleşimler olma rolünü üstlenmişlerdir (Karakaş, 2006: 945).

Bireyler bir arada yaşayabilmek için birtakım düzenlemelere ihtiyaç duyarlar. Kentler, birlikte yaşamın getirdiği problemlerin toplumsal olarak çözüme ulaştırıldığı, kendine has karmaşık bir yapısı olan sistemlerdir. Kentlerin karakterleri, bünyesinde barındırdığı bireylerin farklı sosyo-ekonomik faaliyetleri ve toplumsal etkileşimleri ile oluşmaktadır (Huot vd., 2000: 33). Kentler birçok katmandan oluşmaktadır. Yaşam mekânları, yollar, kentsel boşluklar gibi öğelerin oluşturduğu fiziksel katman ve bireyler arası ilişkiler ile toplumsal düzenlemelerin oluşturduğu sosyal katman bu katmanlara örnek olarak verilebilir. Kentler sahip olduğu bu katmanlar sayesinde kırsal alanlardan farklılaşmaktadır. Kırsal yaşamın sadeliğinin aksine kent yaşamı oldukça karmaşıktır. Bu sebeple kentlerde görülen ilişkiler her zaman daha hareketlidir (Yörük, 2006: 49-55).

Sosyal yönden kentlere bakıldığında; nüfusun belirli düzeyde olduğu, sanayi ve hizmet sektörünün daha ön plana geçtiği, bireyselliğin ve çekirdek aile yapısının tercih edildiği, sosyal imkânların ve refah seviyesinin daha yüksek olduğu yerler olduğu görülmektedir (Erkan, 2004: 22). İnsan topluluğu ile toplum olabilmeyi farklı kılan özellikler; bireylerin birlikte ve uyumlu yaşayabilme becerisi ile bu uyumu sağlayabilmek için toplum içi görev dağılımları oluşturmasıdır. Tarihsel tüm süreçlerde bireyler bu anlamda uğraş vermiştir.

Sanayi devrimi sonrasında kurulan sanayi alanları kentte bir çekim merkezi haline gelmiş ve nüfus artışını tetikleyen bir faktör olmuştur. Konut bölgeleri, nüfus artışı sebebiyle oldukça yoğun tasarlandığından hem fiziksel hem de sosyo-kültürel açıdan oldukça kompleks bölgeler haline gelmiştir. Görüldüğü üzere yaşanan tüm gelişmelerin sonucunda kentler fiziksel değişimin yanında sosyo-kültürel değişimler de yaşamıştır (Yazar, 2019: 4-5).

Kentleşme kavramı en temel anlamıyla kentlerin ve kentlilerin sayılarının artmasıdır. Kentlerde gelişen sanayi ve artan iş imkânları neticesinde kırsal alanlardan göçler yaşamaya başlamıştır. Aldığı göçler sonucunda kalabalıklaşan bu yerleşimlerde bireyler arası ilişkilerde karmaşa ve kaos yaşamaya başlamıştır. Yaşanan karmaşayı çözüme ulaştırabilmek ve bireylerin uyumlu bir şekilde yaşamasını sağlayabilmek için bazı toplumsal düzenlemelere ihtiyaç duyulmuştur. Tüm bu bilgiler ışığında kentleşme tanımı detaylandırıldığında gelişen ve büyüyen kentler, yoğunlaşan nüfus, artan sanayi faaliyetleri ve kendi kendine organize olmuş toplum gibi faktörler karşımıza çıkmaktadır (Keleş, 2014: 20; 2008: 25-26; 1998: 80).

Kentleşme kavramına tarihsel açıdan bakıldığında kentlerin geliştiği süreçte çevresi ile yaşadığı iletişim dikkate alınmalıdır. Kentlerin hem fiziksel hem de ekonomik gelişimleri sanayi devrimi ile ivme kazanmıştır. Fiziksel olarak sınırlarına ulaşan kent çevresinde bulunan yerleşimleri de bünyesine katmıştır. Yani tarihsel süreçte kırsal alanların ana yerleşime dahil olmaya başladığı zaman kentleşme kendini göstermiş ve değişim başlamış denilebilir (Bulut, 2005: 33).

Fiziksel olarak kentte yaşanan her değişim diğer kentleri de etkileyerek ülke çapında dönüşüme sebep olmaktadır. Sosyal olarak yaşanan değişimler ise toplumun her kademesini etkileyerek büyük toplumsal değişikliklere yol açmaktadır. Bu bağlamda kentleşme, etkileri oldukça büyük olan bir değişim ve dönüşüm süreci olarak tanımlanabilir (Görmez, 1997: 11).

3.ESKİŞEHİRİN KENTSEL GELİŞİMİ SÜRECİ

Eskişehir, ilk kurulduğu günden bugüne sürekli gelişim gösteren çok katmanlı bir yerleşimdir. Kent, kendine özgü coğrafi özellikleri, sahip olduğu kültürel değerleri ve kısmen korunmuş tarihi yapısı ile bir cazibe merkezi olmuştur. Kent nüfusu incelendiğinde toplumun her kesiminden kentli profili karşımıza çıkar. Bu durum Eskişehir'in sahip olduğu yer altı su kaynakları, tarım için uygun toprakları, ulaşılabilir eğitim-sosyal olanakları ve gelişmiş sanayisi

ile mümkün olmuş ve Eskişehir'in hızlı gelişme göstermesine olanak sağlamıştır.

Eskişehir tarihsel süreçte birçok kültüre yerleşim sunmuştur. Yüz yüze geldiği her kültür Eskişehir'in kültürel mozağının şekillenmesine katkı sunmuş ve kentin biçimlenmesini etkilemiştir. Eskişehir de ilk olarak MÖ 3000'lerde küçük beyliklerin yaşadığı görülmektedir. Sonrasında kent Frigler, Kimmerler, Lidya, Pers, Bizans İmparatorluklarının hâkimiyeti altında da bulunmuştur. Kentte değişim ve mimari eserler ilk olarak 12. yüzyılda Selçuklular hâkimiyetinde iken görülmeye başlanmıştır. Daha sonra Karamanoğulları Beyliği hâkimiyeti altında bulunan kent I. Murat zamanında Osmanlı topraklarına dâhil olmuştur. 18. yüzyılda aldığı göçler ile kentte çehre değişmeye başlamış, imar faaliyetleri ve ticaret artmıştır (Baykal, 2010: 26-27).

Berlin-Bağdat demiryolu kente geldiğinde kentin gelişimini tetiklemiş, kurulan fabrika ile sanayileşme adına ilk adımın atılmasını sağlamıştır. Anadolu-Osmanlı Kumpanyası, bugünkü adıyla TÛLOMSAŞ, 1894 tarihinde vagon ve buharlı lokomotif tamirâtı için kurulmuştur. İlk kurulduğunda küçük bir atölye iken zamanla gelişerek Eskişehir'e hem sosyo-kültürel hem de ekonomik açıdan katkıda bulunmuştur. Cer Atölyesindeki işçi gereksinimi karşılayabilmek için çıraklık okulları açılmıştır. Kentte tüm bu gelişmeler yaşanırken yönetsel açıdan gelişmeler de olmuş, kent Ankara eyaletine bağlanmıştır. Kente gelen göçmenler ve işçiler yeni yerleşim mekânları oluşturmuşlardır. Kent, demiryolu çevresinde genişlemeye başlamıştır. 1925 yılında il olan kent Cumhuriyetin ilanı ile birlikte hızlı gelişimini devam ettirmiştir. Odunpazarı ve Porsuk Çayı çevresinde görülen konut dokusuna ek yeni yerleşimler oluşmaya başlamıştır. 1950 yılına kadar sanayi faaliyetlerinin geliştirilmesi hedeflenmiş devlet tarafından desteklenen yatırımlar olmuştur. Böylece kentte yer alan konut dokusuna ek kamusal yapılar ve sanayi yapıları inşa edilerek kentte fonksiyon çeşitliliği elde edilmiştir. Eskişehir uygulama imar planı ilk kez 1956 yılında yapılmış ve 1984 yılına kadar aynı plan yürürlükte kalmıştır. 1980 yılına kadar düzenli bir şekilde gelişen kent yavaş yavaş bugünkü görünümünü kazanmıştır. Karayolu yapımına önem verilmiş, yeni eğitim kurumları açılmış ve sanayi alanları kent dışına taşınmaya başlamıştır. 1990- 2000 yılları arası kent gelişimi açısından durağan geçmiştir. 2000 yılından sonra kent dışında yeni yerleşim alanları oluşmuş, kent merkezinde kalan eski sanayi alanları değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu bağlamda alışveriş merkezi, rekreasyon alanları gibi çalışmalar gerçekleştirilmiştir (İlgar, 2008: 26-38).

4. ESKİŞEHİR KENTİ İÇİN DEMİRYOLUNUN ÖNEMİ

Eskişehir kenti düz bir ovada konumlandığından önemli ulaşım yolları üzerinde yer almıştır. Bu önemli güzergâhlardan biri olan Bağdat-Berlin Demiryolu 1892 yılında Eskişehir'e gelmiştir. Demiryolu ile birlikte İstasyon Binası inşa edilmiş ve vagonların tamir-bakımı için Anadolu-Osmanlı Kumpanyası (Cer Atölyesi) adında bir atölye kurulmuştur.

Ekonomisi tarıma dayalı olan Anadolu kasabası demiryolunun gelişi ile ilk kez gelişmiş sanayi ve endüstri ile karşılaşmıştır. Endüstrisi gelişmiş bir ülke tarafından kurulan Atölye Eskişehir'de fiziksel ve sosyal değişimin ilk adımı olmuştur. Kentteki iş imkânları artmış, kente göçler başlamış ve işçi-memur sınıfı oluşmuştur.

Eskişehir İstasyon Binası yapıldığı dönemde kente giriş kapısı olmuştur. İstasyon çevresinde gelen yolcuların ihtiyaçlarını giderebilmeleri için sosyal birimler inşa edilmeye başlanmıştır. Fabrikaya gelen işçiler barınma mekânlarını çalışma alanları yakınında tercih etmişlerdir. Ayrıca savaştan sonra kente gelen göçmenlerin de barınma ve eğitim ihtiyaçları devlet politikası gereği istasyon çevresinde çözümlenmiştir. İstasyonun kent merkezinde yer alması kırsal alanlarda üretim yapan çiftçinin elde ettiği ürünü demiryolu ile kolayca tüketiciye ulaştırabilmesine ve ticari merkezlerin inşa edilmesine imkan sağlamıştır. Böylece yeni bir yerleşim merkezi oluşmuş ve kentin yerleşimi demiryolu çevresine kaymıştır. Ayrıca, istasyon ile tanımladığı meydan, kentsel buluşma alanı ve yeni oluşan yerleşim yerlerini bağlayan düğüm noktası gibi görevleri üstlenmiştir (Yatağan, 2013: 92).

Demiryolunun kente gelmesi ile trenle işe gidip gelme, bekleme salonunda tren saatini bekleme gibi daha önce kentli hayatında olmayan pratikler gündelik yaşama dâhil olmuştur. Eskişehir İstasyon Binasının kent için bu denli önemli olmasının sebeplerinden biri kent gelişimine katkı sunarken kentlilerin deneyimlerini de etkilemesidir. Kentlilerin istasyonda kurdukları sosyal ilişkiler ve işçilerin fabrikada cinsiyet, din, ırk farkı gözetmeksizin bir arada bulunması Eskişehir açısından çok önemli bir sosyal gelişmedir (Yatağan, 2013: 110).

İlerleyen yıllarda artan talep karşısında 1892 yılında inşa edilen İstasyon Binası yetersiz kalmaya başlamış ve daha kapsamlı bir programa sahip olan bir gar binası için proje yarışması düzenlenmiştir. 1953 yılında temeli atılan Eskişehir Garı 1955 yılında hizmete açılmıştır. Gar Binası eski İstasyon Binası'nın kente kattığı sosyal ve mekânsal bütün görevleri sunmaya devam etmiştir. Cumhuriyet sonrası, Eskişehir Garı projesi için bir yarışma düzenlenmesi devletin kentin gelişimine verdiği önemi göstermiştir. Kent merkezi oluşumunda önemli bir düğüm noktası olan Eskişehir Garı işlevsel olarak kent belleğinde önemli bir yere sahiptir (Koca, Karasözen: 2010).

Demiryolu ile birlikte hammadde ve ürün ulaşımı kolaylaştığından fabrikalar demiryolu çevresinde yoğunlaşmış ve bölgeye Fabrikalar Bölgesi ismi verilmiştir. Kentin gelişmesiyle birlikte merkezde kalan fabrikalar kent dışına taşınmış ve Fabrikalar Bölgesi atıl durumda kalmıştır. Söz konusu bölge için değerlendirme çalışmaları gündeme gelmiş ve yeniden işlevlendirme çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.

Demiryolu, Eskişehir bugünkü formuna ulaştığında merkezde kenti bölen bir eleman haline gelmiş, kent içi ulaşımında sıkıntılar oluşturmaya başlamıştır. 2014 yılında demiryolu geçişi yer altına alınmış ve hat boyu caddesi yayalaştırılmıştır. Günümüzde yüksek hızlı tren çalışmaları kapsamında gar binaları yenileme çalışmaları yapılmaktadır. Bu bağlamda 2008 yılında tescillenen Eskişehir Garı'nın kuzeyine yeni bir gar binası yapılması kararı verilmiş fakat bu bağlamda henüz herhangi bir inşai faaliyet gerçekleşmemiştir.

5.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Eskişehir için 1892 yılı bir dönüm noktası olmuştur. Demiryolunun kente gelmesi ve 1894 yılında Cer Atölyesi'nin kurulması ile kentin çehresi tamamen değişmeye başlamıştır. Cumhuriyet öncesi sanayileşme adımlarının ilki olan Atölye ile kentin geçim kaynağı olan tarım, yerini sanayiye bırakmış ve kent hızlı bir kentleşme sürecine girmiştir. Demiryolu beraberinde gelen Cer Atölyesi, Gar Binası, atölye çalışanları için inşa edilen lojmanlar, yolcular için inşa edilen oteller ve restoranlar gibi yapılarla kent gelişimini mekânsal olarak dönüştürmeye başlamıştır. Aynı zamanda kente gelen göçler sayesinde kentte sosyal bir değişim de yaşanmaktadır.

Kente giriş kapısı olan İstasyon Binası kent merkezinde yer almaktadır. Bu durum demiryolunu günlük hayatta sık kullanılan bir ulaşım aracı haline getirmiş ve kentlinin gündelik hayatının bir parçası olmuştur. Eskişehir Garı yıkılan İstasyon Binasının kente sunduğu tüm yenilikleri sunmaya devam etmiştir. Ayrıca yapı bu dönemde çevresinde açılan yeni yollar ve tanımladığı akslarla önemli bir düğüm noktası olmuştur. Gar Binası önünde tanımlanan meydan ile kentsel toplanma mekânı olarak günümüze kadar önemini korumuştur. Tarihsel süreçte kentlinin hayatına dokunan bu simgesel yapı kent adına sahip çıkılması gereken değerlerin başında gelmektedir.

Yaşanan kentleşme sürecinin kentin dokusunu ve değerini bozmadan devam edebilmesi için kente ait sahip çıkılması gereken değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışma ile demiryolunun Eskişehir kent gelişimindeki rolü incelenmiş ve demiryolu ile beraberinde gelen yapıların kenti her ölçekte etkilediği görülmüştür. Sağlıklı bir şekilde gelişen kentlerde geçmişten taşınan izler ile geleceğe sunulan fikirler uyum içerisinde olmalıdır. Bu bağlamda Gar Binasının kent gelişiminde üstlendiği rolün gelecekteki projelerde sürdürülebilmesi için sahip olduğu tarihi ve kültürel değer önemsenmeli ve günümüz projelerinde de bu misyon hatırlanmalı ve gelecek nesillere iletilmelidir.

KAYNAKÇA

- Baykal B. (2010). *Eskişehir Kentinin Sanayileşme Sürecinde Fabrikalar Bölgesinin Değişim ve Dönüşüm Evreleri*, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 26-27.
- Bulut, Y. (2005). *GAP Bölgesinde Kentleşme: Sorunlar ve Çözümlere İlişkin Yaklaşımlar*. İstanbul: Nobel Kitabevi, 33.
- Erkan, R. (2004). *Kentleşme ve Sosyal Değişme*. Ankara: Bilim Adamı Yayınları, 22.
- Görmez, K. (1997). *Kent ve Siyaset*. Ankara: Gazi Kitabevi, 11.
- Huot, Jean L., Thalmann, Paul ve Valbelle, D. (2000). *Kentlerin Doğuşu*. (Çev.: Ali Bektaş Girgin). Ankara: İmge Kitabevi, 33.
- İlgar, E. (2008), *Kent Kimliği Ve Kentsel Değişimin Kent Kimliği Boyutu: Eskişehir Örneği*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 26-38
- Karakaş, Mehmet (2006). "Küreselleşme, Postmodernizm ve Kent". *Sosyoloji ve Coğrafya*. (Ed.: Ertan Eğribel ve Ufuk Özcan). İstanbul: Kızılelma Yayıncılık, 945.
- Keleş, R. (1998). *Kentbilim Terimleri Sözlüğü*. Ankara: İmge Kitabevi, 80.
- Keleş, R. (2008). *Kentleşme Politikası*. Ankara: İmge Kitabevi, 25-26.
- Keleş, R. (2014). *100 Soruda Türkiye 'de Kentleşme, Konut ve Gecekondu*. İstanbul: Cem Yayınevi, 20.
- Keleş, Ruşen (1998). *Kentbilim Terimleri Sözlüğü*. Ankara: İmge Kitabevi, 75.
- Koca, G., Karasözen, R. (2010). 1945–1960 Dönemi Eskişehir Modern Kent Merkezinin Oluşumunda Öne Çıkan Yapılar. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (3), 191-211.
- Tayşi Ş. E., (2006) *İstanbul Tarihi Yarımada Meydanlarının Oluşumunu Etkileyen Çevresel Faktörler ve Meydanların Mimari Kurgusu*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Yatağan, N. (2013). *Cumhuriyet Dönemi Endüstri Yapıları Ve Modernleşme İlişkileri Üzerine Bir İnceleme: Eskişehir TULOMSAŞ Yerleşkesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 92, 110
- Yazar, E. (2019). *Kent Deneyimi Bağlamında Farklılaşma Ve Ayrışma*, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-5.
- Yörük, Ayda (2006). *Şehir Sosyolojisinin ve İnsan Ekolojisinin Teorik Temelleri*. (Derleyen: Turhan Yörük). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 49-55.

METALLİK MAYELƏRİN DİNAMİK ÖZLÜLÜYÜ
DYNAMICAL VISCOSITY OF THE METALLİK LIQUIDS

Prof. Dr. Öğr. Üyesi Edil EYVAZOV
 Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Öğr. Üyesi Aygün İBRAHİMLİ
 Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Öğr. Üyesi Güney MİRZƏYEVA
 Azərbaycan Dövlət və Neft Sənaye Universiteti

Ümumi yanaşma

Tomas-Fermi nəzəriyyəsinə görə metalda bütün həcm üzrə potensial enerji və elektronların sıxlığı bircins paylanmışdır, yəni elektronun sıxlığı və impulsu koordinatdan asılıdır [8]:

$$n(r) = \frac{8\pi}{3h^3} [P_F(r)]^3 \quad (1)$$

Burada r -elektronun radius-vektoru, h -Plank sabitidir. Göründüyü kimi, vahid həcmdəki sərbəst elektronun sıxlığı məsafədən asılı olub, impulsun müvafiq dəyişməsi ilə təyin olunur.

Elektron sıxlığının dəyişməsi potensialın fəza qeyri-bircinsliyi nəticəsində yaranır. Müsbət ion özlülərinin (“kötüklərinin”) varlığı elektron qazında yük paylaşması dəyişikliyinə səbəb ola bilər. Belə ki, elektronlar müsbət ionlar tərəfindən cəzb olunaraq onların ətrafında lokal elektron buludu yaradırlar. Potensiallar nəzəriyyəsinə görə, müsbət ionun əhatəsindəki sahə modifikasiya olunmuş kulon sahəsinə bənzərdir və məsafənin artması ilə eksponensial qanun üzrə azalır. Fiziki baxımdan son deyilən sərbəst elektronların müsbət ionlararası qarşılıqlı təsiri ekranlaşdırması deməkdir.

Tomas-Fermi nəzəriyyəsində göstərilir ki, müsbət ion ətrafında sərbəst elektronların sıxlığının fəza paylaşması aşağıdakı ifadə ilə verilir:

$$n(r) = n_0 \left(1 + \frac{3eq}{2E_F r} \cdot e^{\frac{r}{\lambda}} \right) \quad (2)$$

(2)-də $E_F \sim 0$ K –də Fermi enerjisi; q –ion kötüyünün elektrik yükü; n_0 –metalın ionlarla həyəcanlanmamış hissəsində elektronların vahid həcmdəki sayı; e –elektronun yüküdür:

(2)-dən göründüyü kimi, $r \gg \lambda$ məsafələrdə ion kötüyünün elektron sıxlığına təsir çox-cox kiçikdir. Təbii ki, son deyilən ionların təsirinin ekranlaşması ilə eynigüclüdür. Ona görə də λ sərbəst elektronlarla ionların təsirinin ekranlaşma effektivini xarakterizə edir, Tomas-Fermi, yaxud ekranlaşma radiusu adlanır. (λ_{T-F}) Tomas-Fermi nəzəriyyəsində

$$\lambda_{T-F} = \sqrt{\frac{\pi \hbar^2}{4m^* e^2 K_F}} = \sqrt{\frac{E_F}{6\pi \cdot e^2 n_0}} = \sqrt{\frac{\hbar^2}{4m^* e^2 n_0^{1/3}}} \quad (3)$$

kimi təyin olunur.

Burada m^* –elektronun effektiv kütləsi; K_F –Fermi dalğa vektorudur. Əksər metallar üçün λ_{T-F} bir neçə anqstrom tərtibindədir.

Metallarda E_F və n_0 praktiki olaraq temperaturdan asılı olmadığından, ekranlaşma radiusu da temperaturdan asılı olmayacaq. Bu səbəbdən gözləmək olar ki, elektron-elektron və ion-ion qarşılıqlı təsirləri hesabına Tomas-Fermi ekranlaşmasının özlülüyə verdiyi əlavə temperaturdan asılı olmayacaq və (3)-ə uyğun olaraq, sərbəst elektronların konsentrasiyası artdıqca özlülüynün ekranlaşma ilə bağlı hissəsi kiçilməlidir. Digər tərəfdən, sərbəst elektronların konsentrasiyası artdıqca ekranlaşma uzunluğu $\lambda_{T-F} \sim n^{-2/3}$ qanunu üzrə azaldığından ekranlaşma uzunluğunun artması ilə ionlararası itələmə xarakterli qarşılıqlı təsir zəifləyəcək və sərbəst elektronların iştirakı ilə yaranan ionlararası effektiv cəzbətmə güclənəcək. Bu isə özlülüynün artmasına ekvivalentdir.

(3)-dən istifadə etməklə λ_{T-F} qiymətləndirmək olar. Bu qayda λ_{T-F} -in hesablanmasında nəzərə almaq lazımdır ki, elektron qazında Kulon qarşılıqlı təsiri elektronun qələvi metallarda effektiv kütləsini $\sim 25\%$ –ə qədər dəyişdirir [8]. Ekranlaşma uzunluğunun müxtəlif qələvi metallar üçün tərəfimizdən hesablanmış qiymətləri və bir sıra xarakterik parametrlər cədvəl (1)-də verilmişdir.

Cədvəl 1. Tədqiq olunan metallar üçün bəzi xarakterik kəmiyyətlər.

Metal	Qəfəs periodu $10^{-9}m$ [9]	$\frac{\Delta V}{V} \cdot 10^3$ [9]	$T_{\text{ər}}, K$ [9]	Koord. ədədi (maye), [11]	$\left(\frac{m_e^*}{m_0}\right)$ [8]	$E_{rab} \cdot 10^{19} C$ [8]	$n \cdot 10^{-22} sm^{-3}$ [8]	$\lambda_{T-F} \cdot 10^{11} m$ [10]
Li	0,3502	16,5	453,7	9,5-9,8	1,19	2,26	4,7	6,07
Na	0,4250	25,0	371	7-8	1,03	1,81	2,65	6,68
K	0,5247	25,5	336,4	9-10	0,99	1,52	1,40	7,43

Qələvi metallar sırasında Li-dan K-a keçiddə rəbitə enerjisi azaldığından (bax cədvəl 1) gözləmək olar ki, mayelərin özlülüyü ion-elektron qarşılıqlı təsiri nəticəsində yarandığından bu keçiddə azalmalıdır, yəni $\eta_{Li} > \eta_{Na} > \eta_K$ olmalıdır. (Fərz edilir ki, ərimə prosesində rəbitənin xarakteri və nisbi intensivliyi ciddi dəyişmir, yəni bərk fazada olduğuna bənzər qalır).

Aşağıda göstərəcəyik ki, müxtəlif qələvi metal mayelərin özlülükləri öz aralarında göstərdiyimiz bərabərsizliklərə uyğun nisbətdədir.

İndi isə mayelərin özlülüyünün molekullararası cəzətmə hesabına yarandığını fərz edərək Nyuton mayeləri üçün ümumi xarakter daşıyan bir fenomenoloji yaxınlaşmanı nəzərdən keçirək. Bu məqsədlə özlülüyün (η) Nyuton qanunu ilə verildiyini qəbul edək. Onda stasionar sürət gradienti ($\frac{\partial \vartheta}{\partial r} = const$) sahəsində bilavasitə qonşu maye laylarının dS kəsiyinə təsir edən daxili sürtünmə qüvvəsi

$$F_s = \eta \cdot \left(\frac{\partial \vartheta}{\partial r}\right) dS \quad (4)$$

olar. Burada η –dinamik özlülük əmsalındır. (4)-dən ümumi halda özlülük

$$\eta = F_s \left[\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial r}\right) \cdot dS \right]^{-1} \quad (5)$$

kimi təyin olunur.

Göründüyü kimi, dinamik özlülük vahid sürət gradienti sahəsində ($\frac{\partial \vartheta}{\partial r} = 1$) gradientinə perpendikulyar götürülmüş vahid səthə ($dS=1$) təsir edən sürtünmə qüvvəsidir. Təbii ki, bu qüvvə xəyalən götürülmüş dS səthinə bilavasitə yaxın (səthin əks üznlərində yerləşən) iki maye layları arasında təsir göstərən ilişmə qüvvəsidir. Laminar axın zamanı $\frac{\partial \vartheta}{\partial r} = const$ olduğundan $\left[\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial r}\right) \cdot dS \right]^{-1} = const = B$ olar. Son deyiləni nəzərə almaqla (5)-dən

$$\eta = F_s \cdot B \quad (6)$$

alırıq. Deməli, qərarlaşmış-laminar axınada mayenin dinamik özlülüyü laylararası ilişmə, digər sözlə, molekulyar cəzətmə qüvvəsi ilə düz mütənasıbdır. Göründüyü kimi, molekullararası cəzətmə qüvvəsinin analitik ifadəsi məlum olduqda, prinsipcə özlülük əmsalını hesablamaq olar. Son deyilən hazırki işdə irəli sürülən fenomenoloji yaxınlaşmanın əsasını təşkil edir. Bu yaxınlaşmada özlülük molekullararası qarşılıqlı təsir qüvvəsi ilə təyin olunduğundan o, aktivasion proses deyil və laylar arasında impuls daşınması maye hissəciklərinin rəqsi hərəkəti vasitəsi ilə həyata keçirilir.

Aydındır ki, fenomenoloji (6) ifadəsi prinsipcə bütün mayələrə şamil edilə bilər. Lakin F_s -in ifadəsi əksər mayələr üçün aşkar formada məlum deyil. Nisbətən sadə bir xüsusi hal- maye

metallar üçün laylararası qarşılıqlı təsir qüvvəsinin ifadəsini, və nəticə etibarilə özlülüyü müəyyən edək.

Məlumdur ki, metallik kristallarda müsbət yüklü ionların yaratdıqları elektrostatik xarakterli potensial sahədə sərbəst elektronların hərəkəti aşağıdakı psevdopotensialla xarakterizə olunur [4]:

$$\varphi = \frac{A_1}{r} \cdot e^{B_1 r} \quad (7)$$

Burada A_1 - ionun təbiətindən (əsasən elektrik yükündən) asılı sabit; $B_1 = \lambda^{-1}$ -dir. Yuxarıda göstərdik ki, metalda sərbəst elektronların Tomas-Fermi nəzəriyyəsində ekranlaşma radiusu λ_{T-F} praktiki olaraq temperaturdan asılı deyil və sərbəst elektronların konsentrasiyası və metalın $0^0 K$ -nə uyğun Fermi enerjisi ilə təyin olunur. (7)-də $B_1 r < 1$ olduqda $e^{B_1 r} \approx 1 - B_1 r + \frac{(B_1 r)^2}{2}$ olduğunu nəzərə alsaq

$$\varphi(r) \approx \frac{A_1}{r} - A_1 B_1 + \frac{A_1 B_1^2}{2} r \quad (8)$$

alırıq. Digər tərəfdən $F = -grad\varphi$ olduğundan laylararası təsir qüvvəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$F = \frac{d\varphi(r)}{dr} = \frac{A_1}{r^2} - \frac{A_1 B_1^2}{2} = \frac{A_1}{r^2} - D_1 \quad (9)$$

Burada $D_1 = \frac{A_1 B_1^2}{2}$ temperaturdan asılı olmayan sabitdir. (4)-ü (6)-da nəzərə aldıqda

$$\eta = B \cdot F = \frac{B A_1}{r^2} - B D_1 = \frac{A_2}{r^2} - D_2 \quad (10)$$

(10)-da $A_2 = B A_1$ və $D_2 = B D_1$ -dir. Göründüyü kimi, maye metalların özlülüyü iki həddin cəmi kimi götürülə bilər:

$$\eta = \frac{A_2}{r^2} - D_2 = \eta_I + \eta_{II} \quad (11)$$

Ehtimal etmək olar ki, müsbət yüklü iondan olan məsafənin kvadratı ilə tərs mütənəşib olan birinci $\eta_I = \frac{A_2}{r^2}$ hədd cəzəbetmə qüvvəsi hesabına yaranan özlülükdür. İkinci həddin isə $\eta_{II} = -D_2 = -B D_1$, mənfi olması və ionlararası məsafədən asılı olmaması onun sərbəst elektron qazı ilə bağlı olmasını fərz etməyə əsas verir.

Mayələrin istidən genişlənmə əmsalı tərtib etibarilə uyğun bərk fazanın genişlənmə əmsalı ilə eyni olduğundan fərz etmək olar ki, mayələrdə atomlararası məsafənin temperatur asılılığı da xətti qanunla verilir, yəni $r \sim T$ -dir. Xatırlayaq ki, ərimə prosesində metalın həcmi $\sim 2 \div 5\%$ artır. Onda maye metalın özlülüyünün temperatur asılılığı (10)-dan

$$\eta(T) \approx \frac{A}{T^2} - D \quad (12)$$

kimi təyin olunur. (12) fenomenoloji baxımdan maye metalların özlülüyünün temperatur asılılığının ümumi ifadəsidir. Göründüyü kimi, baxılan halda özlülük ion-elektron altsistemlərinin qarşılıqlı təsiri ilə bağlı olub temperaturun artması ilə kvadratik qanunauyğunluqla azalan həddən və elektron altsistemi ilə əlaqəli, temperaturdan asılı olmayan həddən ibarətdir. Qeyd edək ki, (12) qanunauyğunluğu maye metalın növündən asılı olmadığından o, universal xarakter daşmalıdır.

Yuxarıda deyilənlərə əsaslanaraq Li, Na və K mayeləri misalında özlülüyün temperatur asılılığının təcrübədə yoxlanıla biləcək ifadəsini müəyyən edək. Qeyd edək ki, (12) ifadəsi universal xarakter daşdığından şərh edəcəyimiz qayda digər maye metallara da tətbiq edilə bilər.

(12) ifadəsində A və D kəmiyyətləri məlum olarsa, özlülüyün istənilən temperaturda qiyməti hesablanıla bilər. Bu məqsədlə yarımfenomenoloji metoddan istifadə edək. Tutaq ki, iki ixtiyari T_i və T_j temperaturlarında özlülük η_i və η_j -dir. (Fərz olunur ki, $T_j > T_i$ -dir.) Onda (12)-də sadə hesabatdan sonra

$$A = \frac{T_i^2 \cdot T_j^2}{T_j^2 - T_i^2} (\eta_i - \eta_j) = \frac{T_i^2 \cdot T_j^2}{T_j^2 - T_i^2} \Delta\eta_{ij}$$

$$D = \frac{T_i^2}{T_j^2 - T_i^2} (\eta_i - \eta_j) - \eta_i = \frac{T_j^2}{T_j^2 - T_i^2} \cdot \Delta\eta_{ij} - \eta_i \quad (13)$$

alarıq.

(13)-də $\Delta\eta_{ij} = (\eta_i - \eta_j)$ -müvafiq indeksə uyğun temperaturlarda mayenin özlülükləri fərqiçdir. (13)-ü (12)-də nəzərə aldıqda maye metalın özlülüynün temperatur asılılığı aşağıdakı ifadə ilə verilir:

$$\eta(T) = \left[\frac{T_i^2 \cdot T_j^2}{T_j^2 - T_i^2} \Delta\eta_{ij} \right] \cdot \frac{1}{T^2} - \left[\frac{T_j^2}{T_j^2 - T_i^2} \cdot \Delta\eta_{ij} - \eta_i \right] \quad (14)$$

(14)-dən göründüyü kimi, iki ixtiyari T_i və T_j temperaturunda maye metalın özlülüynü məlum olduqda mayenin mövcud olduğu geniş temperatur oblastında özlülüynü hesablamaq və bununlada maye metal üçün $\eta = \eta(T)$ asılılığının aşkar formasını müəyyən etmək olar.

Özlülüynün [9]-dan götürülmüş iki ixtiyari qiymətinə görə (13) vasitəsi ilə A və D kəmiyyətlərinin Li, Na və K mayeləri üçün hesablanmış qiymətləri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2. (12) ifadəsindəki A və D kəmiyyətlərinin hesablanmış qiymətləri

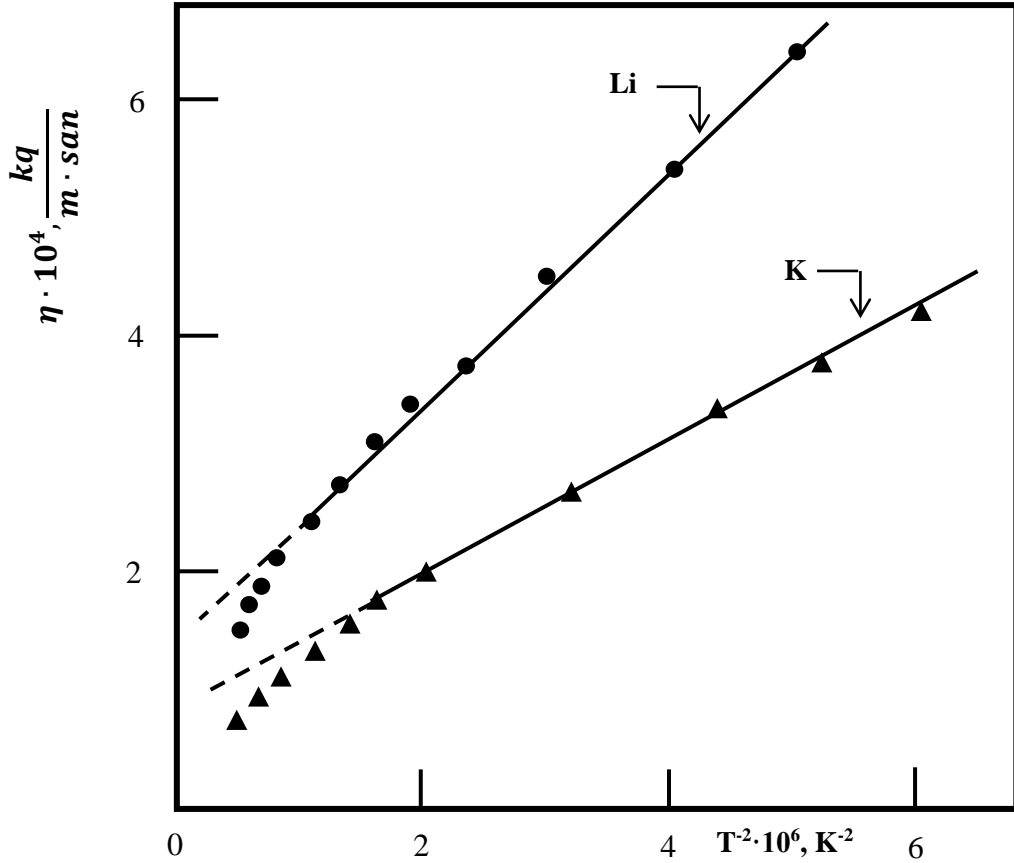
Maye metal	A, $\frac{K^2 \cdot kq}{m \cdot san}$	D · 10 ⁶ , $\frac{kq}{m \cdot san}$	Temp. intervalı $\Delta T, K$
Li	95,84	-146,8	500 ≤ T ≤ 1500
Na	81,69	-97,1	400 ≤ T ≤ 1500
K	52,7	-83	400 ≤ T ≤ 1500

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, Li, Na və K mayeləri üzrə keçiddə hər iki parametrlə modulca kiçilir. Bu isə deyilən keçiddə özlülüynün azalması deməkdir. Son deyilən, yuxarıda qələvi metal mayelərin özlülüynü üçün keyfiyyət baxımından müəyyən etdiyimiz $\eta(Li) > \eta(Na) > \eta(K)$ bərabərsizliyinə tam uyğundur.

Hər üç maye metal üçün özlülüynün (14)-lə hesablanmış qiymətləri $T \leq 1200K$ temperaturlarda müvafiq təcrübi qiymətlərlə kifayət qədər dəqiqliklə uzlaşırlar. (bax şəkl. və cədvəl 3)

Cədvəl 3. Maye Li özlülüynünün Tomas-Fermi potensialı ilə hesablanmış (η_{T-F}) və cədvəl (η_c) qiymətləri

T, K	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
$\eta_c \cdot 10^6,$ $\frac{kq}{(m \cdot san)}$	531	426	358	310	275	247	225	207	192	180	163
$\eta_h \cdot 10^6,$ $\frac{kq}{(m \cdot san)}$	530,2	413	342,4	296,6	261,1	242,6	226	213,3	203,5	195,7	189,4
η_h/η_c	0,998	0,976	0,956	0,958	0,964	0,984	1,004	1,030	1,059	1,088	1,118



Şəkil Özlülüyün temperatur asılılığı (fiqurlar-cədvəl, bütöv xətt-hesablamaya uyğundur)

Şəkil və cədvəldən görüldüyü kimi, qaynama temperaturundan yüksək temperaturlarda özlülüyün (14)-dən hesablanmış və təcrübi qiymətləri bir-birindən bir neçə faiz fərqlənirlər. Çox ehtimal ki, son deyilən yüksək temperaturlarda ionlararası məsafənin temperaturla qeyri-xətti dəyişməsi və potensialın psevdopotensialdan fərqliliyi ilə bağlıdır. Hazırkı tədqiqat göstərir ki, psevdopotensiallı maye metalların özlülüyü ion-elektron və elektron-elektron qarşılıqlı təsirlərinin birgə təsiri nəticəsində yaranır: birinci qarşılıqlı təsirlə bağlı hədd $\eta \sim T^{-2}$, ikinci (elektron-elektron) hədd isə $\eta = \eta(T) = const$ qanunauyğunluğuna gətirir. Beləliklə, hazırkı işdə maye metalların özlülüyünün ixtiyari iki temperaturdakı təcrübi qiymətinə görə özlülüyünün geniş temperatur intervalında hesablanmasına imkan verən yarım empirik analitik ifadə müəyyən edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Şvidkovskiy E.Q. Nekotorie voprosı vyzakosti rasplavlennix metallov. M.1995
2. Fizika prostix jidkostey. Pod.red. Q.Temperli, Dj. Roulinsona, Di.Raşbçika. M.,Mir. 1976
3. De Bur. Teoriya jidkoqo sostoyaniya. De Bur. UFN.51, 1986
4. Fişer İ.Z. Statistiçeskaya teoriya jidkostey. M. 1989
5. Eyvazov E.Ə. və b. Molekulyar fizika və termodinamikaya giriş. B. 2010
6. Belaşenko D.L. Struktura Jidkix i amorfni metallov. M.1989
7. Ubbelade A. Plavlenie i kristalliçeskaya struktura. M.1986
8. Dj. Zayman. Fizika metallov. M. 1989
9. Tablısı fiziçeskix veliçin. Spravoçnik pod. Red. Akad. İ.K.Kikoina, M. 1976

10. Хейне В., Коен М., Уейр Д. Теория псевдопотенциала. М. 1976
11. Dritis M.O., Zusman L.L. Splavı şeloçnıx i şeloçnozemelnıx metallov. М. 1998

Ədəbiyyat

1. Швидковский Э.Г. Некоторые вопросы вязкости расплавленных металлов. М. 1995
2. Физика простых жидкостей. Под.ред. Темперли Г., Дж. Роулинсона, Ди.Рашбчика М., Мир. 1976
3. Де Бур. Теория жидкого состояния. De Bur. UFN.51, 1986
4. Фишер И.З. Статистическая теория жидкостей. М. 1989
5. Еввазов Е.Ə. və б. Molekulyar fizika və termodinamikaya giriş. В. 2010
6. Белашенко Д.Л. Структура жидких и аморфных металлов. М.1989
7. Уббеладе А. Плавление и кристаллическая структура. М.1986
8. Дж. Займан Физика металлов. М. 1989
9. Таблицы физических величин. Справочник под.Ред.Акад И.К.Кикоин, М. 1976
10. Хейне В., Коен М., Уейр Д. Теория псевдопотенциала. М. 1976
11. Dritis M.O., Zusman L.L. Сплавы щелочных и щелочноземельных металлов. М. 1998

ELEKTROMANYETİK DALGALARIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ
EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC WAVES ON HEALTH

Arş. Gör. Dr. Dilek TUNÇ UĞUR
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Enes GÖKLER
Dr. Öğr. Üyesi Egemen ÜNAL
Prof. Dr. Salih MOLLAHALİOĞLU
AYBÜ Tıp Fakültesi

ÖZET:

Teknolojik yeniliklerden kaynaklanan elektromanyetik alanların kullanımı giderek artmakta ve böylece insanlar doğada bulunanlardan çok daha yüksek seviyelerde elektromanyetik dalgalara maruz kalmaktadır. Teknolojik ürünlerin günlük yaşamda yaygın kullanımı ile birlikte, elektromanyetik dalgaların biyolojik etkileri daha da merak edilen ve tartışılan bir konu haline gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı, alanda yapılmış çalışmalar rehberliğinde Elektromanyetik alan(EMF) maruziyetinin halk sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

Bu derleme çalışması için Ocak 2020 tarihine kadar PUBMED-Science Direkt gibi veri tabanları başta olmak üzere önemli arama motorlarına “EMF sonuçları”, “EMF etkisi”, “radyasyon”, “elektromanyetik aşırı duyarlılık” terimleri girilerek literatür taranmış 3423 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Hayvanlar üzerinde ve invitro çalışmalar olması nedeniyle 980 adet makale çalışmadan çıkarılmıştır. Geriye kalan çalışmalar arasından da çalışmamızla ilgili sistematik review ve meta-analizler tespit edilip 58 sayıda makale araştırmaya dâhil edilerek gözden geçirilmiştir.

Çalışmalar, ampirik gözlemler ve hasta raporları, elektromanyetik alan (EMF) maruziyeti ile sağlık sorunları arasındaki etkileşimi açıkça göstermektedir. EMF maruziyeti sonrası lösemi, beyin tümörleri, Alzheimer ve amiyotrofik lateral skleroz (ALS) sıklığında artış saptanmıştır. Ayrıca hem erkek hem de kadınlarda meme kanseri riskinde artış, genotoksik etkiler (DNA hasarı ve mikronükleasyon), kan-beyin bariyerinin patolojik sızıntısı, artan alerjik ve enflamatuar tepkiler, bazı kardiyovasküler riskler de dâhil olmak üzere değişmiş bağışıklık fonksiyonu hakkında raporlar yayınlanmıştır. EMF'lere bağlı elektromanyetik aşırı duyarlılığı (electromagnetic hypersensitivity-EHS) olguları da görülmeye başlanmıştır. Yaygın EHS semptomları arasında, Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, esas olarak yüz bölgesinde kızarıklık, karıncalanma, yanma hissi gibi tutarlı bir patern olmadan spesifik olmayan fiziksel semptomların (NSPS) bildirilmiş: yorgunluk, konsantrasyon eksikliği, baş dönmesi, mide bulantısı, kalp çarpıntısı ve sindirim bozuklukları, baş ağrısı, uyku problemleri, depresyon, grip benzeri semptomlar bulunmuştur. EHS'ye genellikle mesleki, sosyal ve zihinsel bozulmanın eşlik ettiği saptanmıştır.

Sonuç olarak insanların kronik olarak elektromanyetik dalgalara ve alanlara maruz kaldığını ve bu maruziyet ile birlikte insanlarda sosyal, zihinsel ve fiziksel patolojilerin ortaya çıktığı saptanmıştır. Bu konuyla ilgili detaylı araştırma yapıp müdahale çalışmaları yapıp insanların bu konuda farkındalığının artırılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: EMF, halk sağlığı, radyasyon

ABSTRACT:

The use of electromagnetic fields from technological innovations is increasing, and hence, people are exposed to higher levels of electromagnetic waves than those found in nature. With the widespread use of technological products in daily life, the biological effects of electromagnetic waves have become a topic that is more curious and discussed.

The aim of this study is to evaluate the effects of EMF exposure on public health under the guidance of studies conducted in the field.

For this review study, until January 2020, the literature was scanned by entering the terms "EMF results", "EMF effect", "radiation", "" electromagnetic hypersensitivity "into important search

engines such as PUBMED-Science Direct. study has been reached. The number of 980 studies was excluded from the study due to the in vitro studies and animals. Among the remaining studies, systematic reviews and meta-analyzes related to our study were identified and 58 studies were included in the research and reviewed.

Studies, empirical observations, and patient reports clearly demonstrate the interaction between electromagnetic field (EMF) exposure and health problems. There was an increase in the frequency of leukemia, brain tumors, Alzheimer's and amyotrophic lateral sclerosis (ALS) after EMF exposure. In addition, reports have been published on both men and women, including increased risk of breast cancer, genotoxic effects (DNA damage and micronucleation), pathological leakage of the blood-brain barrier, increased allergic and inflammatory responses, and some cardiovascular risks. Electromagnetic hypersensitivity (EHS) cases related to EMFs have also started to appear. Among the common EHS symptoms, nonspecific physical symptoms (NSPS) have been reported, mainly without a consistent pattern such as redness, tingling, burning sensation in the facial area: fatigue, lack of concentration, dizziness, nausea, heart palpitations, and digestive disorders, headache, sleep problems, depression, flu-like symptoms were found. It was found that EHS is often accompanied by professional, social and mental disruption.

As a result, it has been determined that people are chronically exposed to electromagnetic waves and fields and with this exposure, social, mental and physical pathologies occur in humans. It is necessary to increase the awareness of people on this subject by conducting detailed research and intervention studies on this subject.

Keywords: EMF, public health, radiation

GİRİŞ

Teknolojik yeniliklerden kaynaklanan elektromanyetik alanların kullanımı giderek artmakta ve böylece insanlar doğada bulunanlardan çok daha yüksek seviyelerde elektromanyetik dalgalara maruz kalmaktadır. Teknolojik ürünlerin günlük yaşamda yaygın kullanımı ile birlikte, elektromanyetik dalgaların biyolojik etkileri daha da merak edilen ve tartışılan bir konu haline gelmiştir.

Elektromanyetik alanların sağlık üzerine etkileri tarihsel olarak değerlendirildiğinde elektromanyetik alanın insan sağlığı üzerine bazı olumsuz etkileri olabileceği ilk olarak 1972 yılında Rusya'da görülen bazı sağlık şikâyetleri ile dile getirilmiştir. Daha sonrasında Wertheimer ve Lieper tarafından yapılan bazı çalışmalarda (1979 ve 1982) yüksek elektromanyetik alanın çocuk ve yetişkinlerde sağlık sorunlarına sebep olabileceği ortaya konulmuştur (1). Daha sonraki yıllarda bu konudaki çalışmalar giderek artmıştır.

Günümüzde toplumun bir yapıtaşı olan normal bir ailenin evinde televizyon, bulaşık ve çamaşır makinesi, buzdolabı, bilgisayar, mikrodalga fırın gibi ev tipi elektrikli cihazlar bulunmaktadır. Ayrıca hastaneye gittiğinde veya çalıştığı iş yerinde işi gereği birçok elektronik cihazlar kullanması söz konusudur. ELF bandında elektromanyetik ışıma maruz kalması bu nedenle olasıdır. Yine normal bir insanın cep telefonu kullanması, yakın veya uzak baz istasyonları ile radyo – TV vericilerine maruz kalması veya mikrodalga kullanması artık rutin olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla hayatımızda her anlamda elektromanyetik alan bizi kuşatmış haldedir.

Elektromanyetik dalga bir radyo frekans kaynağından üretilen ses, data, resim gibi bilgileri taşıyan ve boşlukta yayılan bir alandır. Günlük yaşantımızda ne kadar sık ve uzun süreli kullandığımızın farkına bile varmadığımız elektronik cihazlar elektromanyetik alan (EMA) yaratmaktadır.

Elektromanyetik alan iyonize olma durumuna göre iyonize olan ve iyonize olmayan dalgalar olmak üzere iki kategoride değerlendirilebilir. İyonize olmayan elektromanyetik dalgalar insan vücudundaki atom veya moleküllerden elektron kopartacak bir enerji yoğunluğuna sahip olmayan ultraviyole, görünür bölge, kızılötesi, mikrodalga, radyo frekansı gibi ışınlar yapmaktadır. X ışınları ve gama ışınları ise iyonize olan ışınlar olup doğrudan insan vücuduna

maruz kalması önemli sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir (2). Bununla birlikte normal şartlarda bir insanın iyonize olabilen ışımaya doğrudan maruz kalması çok olası değildir.

Ev aletleri başta olmak üzere yoğun bir şekilde kullandığımız ELF bandındaki elektrikli cihazlar çoğunlukla manyetik alan oluşturmaktadır. Elektromanyetik alanı oluşturan unsurlardan biri olan manyetik alan, insan vücuduna karşı yüksek bir penetrasyona sahiptir ve vücuttan geçerken önemli bir enerji kaybı oluşmaz. Bu nedenle sürekli maruz kaldığımız bu enerji türünün etkileri üzerinde daha dikkatli durulması gerekmektedir. Bu dalgaların sağlık üzerine en önemli etkileri baş ağrısı, halsizlik, işitme zorluğu, kanser/tümör oluşumu, Alzhemier, Parkinson gibi rahatsızlıklar olabilmektedir (3).

Elektromanyetik alanın dokulardaki iyonlar ile sürekli ve şiddetli etkileşimi sonrasında ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Böylece, elektromanyetik alanın dokular üzerinde önemli etkilerinden birisi de EMF şiddetine bağlı olarak sıcaklık artışına sebep olmasıdır. İnsan vücudundaki sıcaklık artışının $0,5^{\circ}\text{C}$ 'yi geçmesi tolere edilemez kabul edilmiştir. Bu değer esas alınarak vücut ağırlığına bağlı ortalama özgül soğurma değeri olarak kabul edilen 4W/kg limitinin ihtiyat ilkesine göre onda biri olan $0,4\text{W/kg}$ değeri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi (ICNIRP) ve Elektrik-Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) gibi uluslararası örgütlerce termal etkilerin bağladığı sınır değer olarak kabul edilmiştir. Bu değerler saptanırken kişinin 24 saat bu elektromanyetik alana maruz kaldığı kabul edilmiştir (3,4).

Bu çalışmanın amacı alanda yapılmış çalışmalar rehberliğinde Elektromanyetik alan(EMF) maruziyetinin halk sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

YÖNTEM

Bu derleme çalışması için Ocak 2020 tarihine kadar PUBMED-Science Direct gibi veri tabanları başta olmak üzere önemli arama motorlarına “EMF sonuçları”, “EMF etkisi”, ‘radyasyon’, ‘elektromanyetik aşırı duyarlılık’ terimleri girilerek literatür taranmış 3423 sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Hayvanlar üzerinde ve in vitro çalışmalar olması nedeniyle 980 adet makale çalışmadan çıkarılmış. Geriye kalan çalışmalar arasından da çalışmamızla ilgili sistematik derleme ve meta-analizler tespit edilip 58 sayıda çalışma araştırmaya dahil edilerek gözden geçirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmalar, ampirik gözlemler ve hasta raporları, elektromanyetik alan (EMF) maruziyeti ile sağlık sorunları arasındaki etkileşimi açıkça göstermektedir. Tüm çalışmalar 10 yıl sonra artmış EMF maruziyeti sonrası lösemi, beyin tümörleri, Alzheimer ve amiyotrofik lateral skleroz (ALS) sıklığında artış riskini göstermektedir. Ayrıca hem erkek hem de kadınlarda meme kanseri riskinde artış, genotoksik etkiler (DNA hasarı ve mikronükleasyon), kan-beyin bariyerinin patolojik sızıntısı, artan alerjik ve enflamatuar tepkiler, bazı kardiyovasküler riskler de dâhil olmak üzere değişmiş bağışıklık fonksiyonu hakkında raporlar yayınlanmıştır. EMF' lere bağlı elektromanyetik aşırı duyarlılığı (electromagnetic hypersensitivity-EHS) olguları da görülmeye başlanmıştır. Yaygın EHS semptomları arasında, Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, esas olarak yüz bölgesinde kızarıklık, karıncalanma, yanma hissi gibi tutarlı bir patern olmadan spesifik olmayan fiziksel semptomların bildirilmiş: yorgunluk, konsantrasyon eksikliği, baş dönmesi, mide bulantısı, kalp çarpıntısı ve sindirim bozuklukları, baş ağrısı, uyku problemleri, depresyon, grip benzeri semptomlar bulunmuştur. EHS' ye genellikle mesleki, sosyal ve zihinsel bozulmanın eşlik ettiği saptanmıştır.

Yapılan çalışmalarda; EMF'nin hayvan beyinleri üzerindeki etkileri, 1-2 aylık periyot maruziyetinde hasarlar büyük ölçüde geri dönüşümlü olabileceği ancak maruz kalma arttıkça beyin ve nöron yapısı üzerinde çok daha ciddi etkiler meydana gelebileceği ve kalıcı etkiler bırakabileceği öngörülmüştür (5). Wi-Fi'ye maruz kalma hayvanlarda üremeyi geri dönüşümsüz etkileyebilir ki bu durumun nedeni için testis yapısı ve sperm üretimi üzerindeki Wi-Fi etkilerinin olduğu iddia edilmektedir (6). Hayvanlarda beyin hasarı, insanlarda nöropsikiyatrik etkiler, farelerde üreme disfonksiyonu ve mutasyon etkileri gibi etkilerin her birinin kümülatif olduğunu bildirilmiştir (7).

Ayrıca, Elektromanyetik alanların yetişkinlere göre çocuklarda daha küçük ve daha yumuşak beyin dokusuna sahip olmaları nedeniyle daha derine nüfuz etmesi olasıdır. Bunun nedeni daha küçük beyin boyutunun yanı sıra daha ince cilt ve daha ince kafatası kemiğinin çocuğun beynine daha derin nüfuz etmesini sağlar (8).

EMF'lerin, embriyonik kök hücreler üzerinde özellikle etkili olduğu gösterilmiştir (9). Bu tür kök hücreler çocuklarda çok daha yüksek oranda bulunduğu ve yaş arttıkça azaldığı için (10), küçük çocuklar üzerindeki etkilerin daha yüksek olması olasıdır.

Düşük DNA onarımı ve EMF'ye maruz kalmanın ardından artan DNA hasarı, bu gibi maruziyetlerin ardından küçük çocukların kansere karşı daha duyarlı olabileceğini göstermektedir (11).

Kök hücreler üzerindeki EMF etkisi, küçük çocukların özellikle beyin gelişimini engelleyerek, beyin gelişimine de duyarlı olmalarına neden olabilir ve otizme neden olabilir.

İnsanların doğrudan iyonize olabilen dalgalara maruz kalması durumunda insan sağlığına olumsuz etkileri olabileceği açıktır. İyonize olmayan dalgaların ise kısa süreli olması durumunda genellikle insan sağlığı açısından önemli bir sağlık sorununa sebep olmayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte iyonize olmayan dalgalar, insan da dahil olmak üzere etkili olduğu alandaki elektrik yükleri ve iyonlarla etkileşime geçmektedir. Bu da insan vücudundaki hücre ve dokuların indüklenerek biyolojik olarak etkilenmesi, ısınma ve kimyasal değişimler gibi bir dizi değişikliklerle sonuçlanabilmektedir. İyonlaştırmayan dalgaların süreklilik ve yoğunluk içermesi durumunda ise insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin ortaya çıkabileceğine dair çok sayıda araştırma bulunmasına karşın, kısa süreli etkisinin insan sağlığı açısından doğrudan bir sağlık sorunu oluşturmayacağı düşünülmektedir. Tabii burada en önemli faktör canlıların ne kadarlık bir elektromanyetik şiddete maruz kaldığı hususu olmaktadır (3).

Sonuç itibarıyla elektromanyetik alanın, insan fizyolojisi ve davranışlarına etkili olduğu, fakat bunun tolere edilebilir seviyede olup olmadığı hususu tartışılmaktadır. Çünkü yapılan çalışmalarda elektromanyetik alanın kan basıncı, kalp ritmi, EKG değerleri, kan biyokimyası ve vücut ısısı üzerine az da olsa etki gösterdiği belirlenmiştir. Elektromanyetik dalgaların insanın vücudundan geçebilecek özellikte olması ve insan vücudundaki kimyasal reaksiyonların elektriksel reaksiyonlar olması bunun en önemli sebebidir. Bu nedenle bedende elektrik alan oluşmakta ve bu elektrik alanı alternatif akımlı cihazlar ve yüksek gerilim hatlarından etkilenmektedir. Öyle ki bedendeki elektrik aktiviteleri EKG, EEG ve EMG gibi yöntemlerle ölçümlenebilmektedir. Bu nedenle insan vücudundaki küçük elektrik akımları elektromanyetik alana yakınsa değişime zorlayabilmekte ve oluşabilecek bu değişimlerin de insan sağlığı açısından olumsuz olabileceği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte; hücredeki metabolik olaylar sonucunda da önemli bir elektromanyetik alan oluşması, insan vücudundaki düzenli yapı ve savunma sistemleri gibi nedenlerden ötürü DNA üzerinde mutasyon olmasının o kadar kolay olmayacağı da unutulmamalıdır (3).

Yüksek EMA'ya maruz kalan çalışanlarda baş ağrısı, halsizlik, yorgunluk ve çeşitli göz hastalıkları kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır. Ayrıca yanlış davranış olarak cihaza çok yakın çalışan personelde sağlık şikâyetlerinin daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (3). Yapılan bir çalışmada yüksek gerilime yakın konutlarda yaşayanlarda dolaşım sistemi, düşük ve doğurganlık problemlerinin; yüksek gerilime maruz kalan çalışanlarda baş ağrısı, iştahsızlık, bulantı, halsizlik, yorgunluk, asabiyet, kısırlık vb. sağlık problemlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (13). Antalya il merkezinde yaşayan primer santral sinir sistemi tümörü, lösemi ve lenfoma tanısı konan 18 yaş ve altı 72 çocuğun ikamet ettiği konutlarda anlık EMA düzeyi ile primer santral sinir sistemi tümörü ile ELF bandı kaynaklı EMA arasında istatistiki açıdan önemli olan bir ilişki ortaya konmuştur (14) Tahran'da yaşayan hamile kadınlarda elektromanyetik alana maruz kalma ve çocuk düşürme olgusu arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada elektromanyetik alana maruz kalan bayanlarda düşük yapma oranı ile EMA'ya maruz kalma oranları arasında istatistiki açıdan önemli bir ilişki bulunmuştur (14). İran'da yapılan başka bir çalışmada yüksek voltajlı güç hattına 600 metre

mesafe içinde yaşayan bayanlarda erken doğum ve doğum kusuru, daha uzak bölgelerde yaşayan kadınlardan daha yüksek seviyede çıkmıştır (14).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç itibariyle elektromanyetik alanın, insan fizyolojisi ve davranışlarına etkili olduğu, fakat bunun tolere edilebilir seviyede olup olmadığı hususu tartışılmaktadır. Çünkü yapılan çalışmalarda elektromanyetik alanın kan basıncı, kalp ritmi, EKG değerleri, kan biyokimyası ve vücut ısısı üzerine az da olsa etki gösterdiği belirlenmiştir ve insanların kronik olarak elektromanyetik dalgalara ve alanlara maruz kaldığını ve bu maruziyet ile birlikte insanlarda sosyal, zihinsel ve fiziksel patolojilerin ortaya çıktığı saptanmıştır.

Bu konuyla ilgili detaylı araştırma yapıp müdahale çalışmaları yapıp insanların bu konuda farkındalığının artırılması gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Wertheimer, N., & Leeper, E. D. (1982). Adult cancer related to electrical wires near the home. *International Journal of Epidemiology*, 11(4), 345-355.
2. Aksan, Ö. (2019). *Bir devlet hastanesindeki elektromanyetik alan (EMA) tespiti ve sağlık çalışanlarına olası etkileri* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
3. Türkkan, A., Çerezci, O., & Pala, K. (2012). Elektromanyetik Alan Ve Sağlık Etkileri.
4. Guideline, I. C. N. I. R. P. (1998). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health phys*, 74(4), 494-522.
5. Pall, M. L. (2016). Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 75, 43-51.
6. Özorak, A., Nazıroğlu, M., Çelik, Ö., Yüksel, M., Özçelik, D., Özkaya, M. O., ... & Kose, S. A. (2013). Wi-Fi (2.45 GHz)-and mobile phone (900 and 1800 MHz)-induced risks on oxidative stress and elements in kidney and testis of rats during pregnancy and the development of offspring. *Biological trace element research*, 156(1-3), 221-229.
7. Pall, M. L. (2018). Wi-Fi is an important threat to human health. *Environmental research*, 164, 405-416.
8. Wiart, J., Hadjem, A., Wong, M. F., & Bloch, I. (2008). Analysis of RF exposure in the head tissues of children and adults. *Physics in Medicine & Biology*, 53(13), 3681.
9. Zhang, H., Chu, X., Guo, W., & Wang, S. (2015). Coexistence of Wi-Fi and heterogeneous small cell networks sharing unlicensed spectrum. *IEEE Communications Magazine*, 53(3), 158-164.
10. Kurachi, M., Belyaev, A. S., Chivukula, R. S., Christensen, N. D., Simmon, E. H., He, H. J., & Tanabashie, M. (2009). *Beyond the three-site Higgsless model* (No. LA-UR-09-01080; LA-UR-09-1080). Los Alamos National Lab.(LANL), Los Alamos, NM (United States).
11. Fragopoulou, A., Grigoriev, Y., Johansson, O., Margaritis, L. H., Morgan, L., Richter, E., & Sage, C. (2010). Scientific panel on electromagnetic field health risks: consensus points, recommendations, and rationales. *Reviews on environmental health*, 25, 1-11.
12. MN, İ. (2008). Bir tıp fakültesi hastanesinde elektromanyetik alan haritası çıkarılması ve sağlık çalışanlarında sağlık etkilerinin belirlenmesi. *Ankara: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*.
13. Düzgün, S. (2009). Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
14. Aksan, Ö. (2019). *Bir devlet hastanesindeki elektromanyetik alan (EMA) tespiti ve sağlık çalışanlarına olası etkileri* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

**DÜŞÜK YOĞUNLUKLU LİF LEVHA (LDF) ATIKLARININ BURGU REAKTÖRDE
PİROLİZİ**
PYROLYSIS OF LOW DENSITY FİBERBOARD (LDF) WASTES İN A SCREW
REACTOR

Esra KARAKAYA
Prof.Dr. Yıldıray TOPCU
19 Mayıs Üniversitesi

ÖZET

Ülke politikalarında gelişmişliğin temel göstergelerinden biri olan enerji, uluslararası ilişkilerin ve diplomasinin yönünü belirleyen ve geçmişten günümüze sürekli iyileştirme çalışmaları yapılan bir alandır. Hayatımızda önemli bir yere sahip olan enerjinin artan nüfusa paralel olarak tüketimi de artmaktadır. Eskiden fosil yakıtlar kullanılarak karşılanan enerji ihtiyacı artan nüfus ile birlikte azalmaya başlamıştır. Tüketimle birlikte CO₂ miktarındaki artış küresel ısınmaya bağlı ciddi problemlere de yol açmaktadır. Ayrıca fosil yakıtlar kullanmanın en öne çıkan sakıncalarından biri de rezervlerin azalmasıyla fiyatların artmasıdır. Bu sebeplerden dolayı alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu noktada karşımıza fosil yakıtlara bağımlılığı azaltan ve daha temiz bir çevre olanağı sunan yenilenebilir enerji kaynakları çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları güneşten gelen ışınların doğrudan ya da dolaylı olarak kullanımı sonucu elde edilir. Yenilenebilir enerji kaynakları rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi, deniz kökenli enerji kaynakları ve bu çalışmanın da temel konusu olan biyokütle enerjisi olarak sıralanabilir. Biyokütlenin bol miktarda ve yaygın olarak bulunması diğer alternatif enerji türlerine göre (güneş, rüzgar, jeotermal vb.) önemli bir avantajdır. Biyokütle kaynakları arasında odun atıkları, enerji bitkileri, su bitkileri (sucul bitkiler ve yosunlar), evsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal ürünler ve hayvan atıkları sayılabilmektedir. Biyokütle kaynakları farklı dönüşüm işlemleri ile enerji kaynağı olarak değerlendirilme imkanı bulmaktadır. Yaygın kullanılan dönüşüm süreçlerinden bir tanesi de pirolizdir. Piroliz yöntemi maddelerin oksijensiz ortamda termal yolla bozundurulması işlemidir. Özellikle biyokütleden piroliz teknolojisi ile karbonca zengin katı (bio-kok veya bio-char) ,bio-oil ve bio-gaz elde edilmektedir. Çeşitli teknikler kullanılarak piroliz işlemi gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda popüler olan tekniklerden biri de burgu yataklı reaktörde piroliz işlemidir. Burgu reaktör sürekli çalışabilen bir reaktör sistemi olup katı-sıvı ve gaz ürünün kolay ayrılabilirdiği bir işleyişi vardır. Yapılan bu çalışmada Türk ekonomisinin önemli bir kolu olan mobilya endüstrisinin atığı olan LDF (Düşük Yoğunluklu Lif Levha) biyokütlesi ele alınmıştır. Bu sanayi kolu artan nüfusa paralel olarak ihtiyacında artmasıyla, her geçen büyüme ve üretim sonucu oluşan atıklar çevre açısından ciddi sorunlar oluşturmaktadır. En önemli sorunlardan biri olan ve içerisinde fenol-formaldehit barındıran LDF atıkların piroliz işlemi sonucu bertarafı bu çalışmanın konusu olarak seçilmiştir. Bu amaçla burgu yataklı reaktör kullanılarak inert azot ortamında farklı sıcaklıklarda piroliz işlemi gerçekleştirilerek elde edilen bio-kok ürünlerinin karakterizasyonu bu bildiriye sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Piroliz, Enerji, Burgu Yataklı Reaktör, LDF, Mobilya Endüstrisi

ABSTRACT

Energy, which is one of the main indicators of development in the country's policies, is an area that determines the direction of international relations and diplomacy and where

continuous improvement studies are carried out from past to present. The consumption of energy, which has an important place in our lives, increases in parallel with the increasing population. The energy need that used to be met by using fossil fuels started to decrease with the increasing population. Increasing CO₂ amount with consumption also causes serious problems related to global warming. In addition, one of the most prominent disadvantages of using fossil fuels is the increase in prices with decreasing reserves. For these reasons, the need for alternative energy sources is increasing day by day. At this point, we come across renewable energy sources that reduce dependence on fossil fuels and offer a cleaner environment. Renewable energy sources are obtained through direct or indirect use of rays from the sun. Renewable energy sources, solar energy, hydroelectric energy, geothermal energy, hydrogen energy, marine energy sources and this study management. Biomass has many advantages over other alternative energy types (solar, wind, geothermal, etc.). Being abundant and widely available, renewable and clean are the advantages of biomass over other alternative energy types. Biomass resources include wood waste, energy plants, aquatic plants (aquatic plants and algae), domestic and industrial wastes, agricultural products and animal waste. Biomass resources have the opportunity to be valued as energy sources through different conversion processes. One of the common conversion processes is pyrolysis. Pyrolysis method is the process of thermal degradation of substances in an oxygen-free environment. Especially with pyrolysis technology from biomass, carbon-rich solid (bio-coke or bio-char), bio-oil and bio-gas are obtained. Pyrolysis is carried out using various techniques. One of the techniques popular in recent years is the pyrolysis process in auger bed reactor. The auger reactor is a reactor system that can work continuously and has a functioning where the solid-liquid and gas product can be separated easily.. In this study, the LDF (Low Density Fiberboard) biomass, which is the waste of the furniture industry, an important branch of the Turkish economy, was discussed. With this industry branch increasing in need in parallel with the increasing population, the wastes that are growing and produced as a result of the production pose serious problems for the environment. The elimination of LDF wastes, which are phenol-formaldehyde, which is one of the most important problems, as a result of pyrolysis process, was chosen as the subject of this study. For this purpose, the characterization of the bio-coke products obtained by performing pyrolysis process at different temperatures in inert nitrogen environment using auger bed reactor will be presented in this paper.

Keywords: Pyrolysis, Energy, Auger Bed Reactor, LDF, Furniture Industry

1. GİRİŞ

Ülke politikalarında gelişmişliğin iki temel göstergesi vardır bunlardan biri enerji diğeri ise teknolojidir. Enerjinin tanımına baktığımızda kısaca iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bir diğeri gelişmişlik göstergesi ise teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknolojisi gelişmiş ülkeler ve enerji kaynakları açısından zengin ülkeler üstün yaşam biçimine sahip ülkeler olarak nitelendirilebilir. Uluslararası ilişkilerin ve diplomasının yönünü belirleyen bu iki önemli alanda geçmişten günümüze sürekli iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Enerji ülkelerin ekonomik gelişmelerinde de kritik bir role sahiptir. Enerji olmadan endüstri, endüstri olmadan refah ve mutlu toplum veya bağımsızlığını koruyabilme yeteneği olmayacağı için enerjisiz bir ülke düşünülemez (Ünalın, 2002). Enerji hayatımızda bu kadar önemli bir yere sahipken her geçen gün artan nüfusa paralel olarak tüketimi de artmaktadır. Eskiden fosil yakıtlar kullanılarak karşılanan enerji ihtiyacı artan nüfus ile birlikte azalmaya başlamıştır. Tüketimle birlikte CO₂ miktarındaki artış küresel ısınmaya bağlı ciddi problemlere de yol açmaktadır. Ayrıca fosil yakıtlar kullanmanın en öne çıkan sakıncalarından biri de rezervlerin azalmasıyla fiyatların artmasıdır. Bu sebeplerden dolayı alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç

her geçen gün artmaktadır. Bu noktada karşımıza fosil yakıtlara bağımlılığı azaltan ve daha temiz bir çevre olanağı sunan yenilenebilir enerji kaynakları çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları güneşten gelen ışınların doğrudan ya da dolaylı olarak kullanımı sonucu elde edilir. Böylece alternatif enerjiler çevreyi korumanın yanında, yerel demokrasinin en önemli özelliği olan, yerel kararların yerel halk tarafından alınıp, uygulamasının da bir aracı olacaktır (Mutlu, 2002). Alternatif enerji kaynakları doğal enerji kaynaklarından meydana geldiği için, ithal enerjilere ödeme yapılmasını engellemekte ve dış borçları azaltmaktadır. Bunlardan yararlanmak için gerekli olan enerjilerin işletilmesi kolaydır ve uzman kişilere gerek yoktur (Mutlu, 2002). Yenilenebilir enerji kaynakları rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi, deniz kökenli enerji kaynakları ve bu çalışmanın da temel konusu olan biyokütle enerjisi olarak sıralanabilir. Biyokütle türleri çeşitli dönüşüm süreçleri uygulanarak (yakma, gazlaştırma, piroliz vb.) yakıt kalitesi artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyo-yakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilmektedir (Vu Ly vd, 2015). Yaygın kullanılan dönüşüm süreçlerinden bir tanesi de pirolizdir. Piroliz yöntemi maddelerin oksijensiz ortamda termal yolla bozundurulması işlemidir. Özellikle biyokütleden piroliz teknolojisi ile sıvı (biyoyakıt veya bio-oil), karbonca zengin katı (bio-kok veya bio-char) ve hidrokarbonca zengin gaz (bio-gaz) ürünler elde edilmektedir (Tripathi vd, 2016; Groscurth vd, 2000). Aynı zamanda piroliz, biyokütleden değerli katı, sıvı ve gaz ürünler elde edilmesinde umut vaat eden bir yöntemdir (Brassard vd, 2017; Veses vd, 2014). Biyokütlenin pirolizi üzerine geçmişten günümüze sayısız çalışma bulunmaktadır. Farklı teknikler ve farklı biyokütleler kullanılarak yapılan bu çalışmaların ortak amacı alkan ve aromatik grubu içeriği yüksek bio-oiller ve karbon içeriği yüksek bio-koklar elde etmektir. Son yıllarda popüler olan tekniklerden biri de burgu yataklı reaktörde piroliz işlemidir. Burgu reaktör sürekli sistem çalışabilen bir reaktör sistemi olup katı-sıvı ve gaz ürünün kolay ayrılabilirdiği bir işleyişi vardır. (Brassard vd, 2017; Ferreira vd, 2017; Veses vd, 2014; Morgano vd, 2017). Yapılan bu çalışmada termokimyasal dönüşüm proseslerinden biri olan piroliz ile biyokütleden, yüksek enerji içerikli ürünler elde etmektir. Bu amaçla, biyokütle kaynağı olarak seçilen orman endüstrisi atıklarından biri olan '*Düşük Yoğunluklu Lif Levha (LDF)*' nin farklı sıcaklıklar kullanılarak burgu yataklı reaktörde pirolizi sonucu elde edilen bio-kok ürünlerinin karakterizasyonu bu çalışmada sunulacaktır.

2.BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların ya da yakın zamanda yaşamış canlılardan elde edilen fosilleşmemiş tüm biyolojik malzemenin genel adıdır. Biyokütle enerjisi ise bu biyolojik malzemelerin farklı yollarla enerji elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Son yıllarda enerji talebindeki hızlı artış ve ihtiyaçları karşılama arzındaki eksiklik, dünyanın sosyo-ekonomisi açısından önemli bir endişe kaynağıdır ve toplumun mevcut taleplerini karşılamak için alternatiflerin bulunmasına uğraşmaktadır. Son on yılda şehirleşmenin hızlı büyümesi, çevre kirliliğinin artması halk sağlığı için tehdit haline gelmiştir. Biyokütle kullanımı, bu iki kritik çevresel ve sosyal nedeni birleştiren, sürdürülebilir, enerji açısından güvenli ve küresel ısınmayı azaltacak geleneksel fosil yakıtlar için alternatif bir kaynaktır (Gollakota vd, 2018).

2.1. Biyokütle Kaynakları

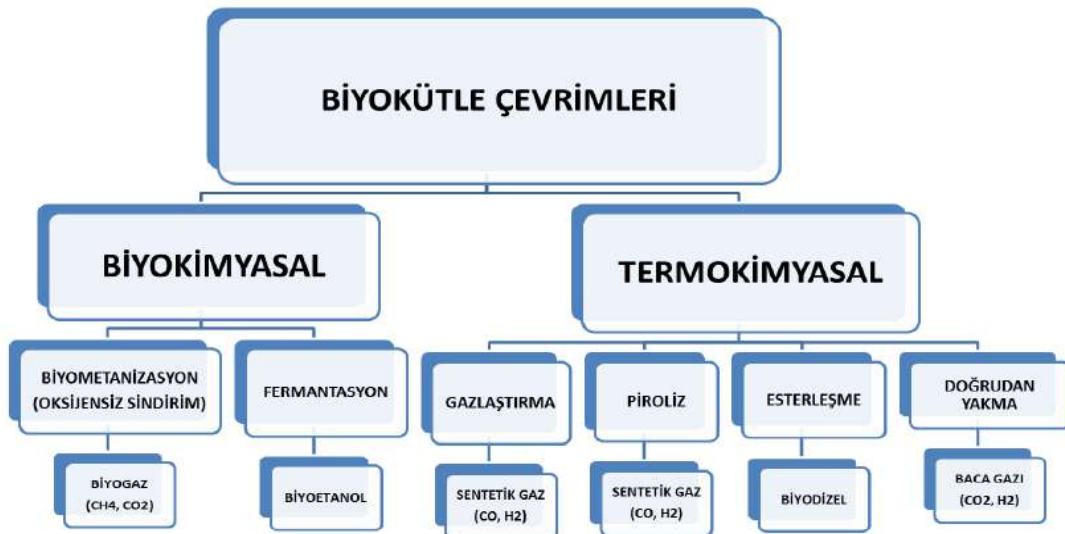
Biyoeenerji üretmek için kullanılan biyokütle kaynakları genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir.



Şekil 1. Biyokütle Kaynakları

2.2. Biyokütle Çevrim Teknolojileri

Biyokütle gibi yenilenebilir bir kaynaktan gelen enerji, kaynağın niteliğine bağlı olarak biyokimyasal ve termokimyasal süreçleri içerir. Bu yöntemler sayesinde biyokütle daha değerli yakıt gruplarına dönüştürülür.



Şekil 2. Biyokütle Çevrim Teknolojileri

2.3. Termokimyasal Dönüşüm Yöntemleri

Termokimyasal dönüşüm prosesleri ısı etkiyle biyokütlenin yakıt ve değerli kimyasallar gibi ürün gruplarına dönüştürülmesi esasına dayanır. Bu dönüşüm yöntemleri eski çağlardan bu yana kullanılan ısınma ve pişirme, kok kömürü üretmek gibi farklı amaçlar ile ortaya çıkmış en eski işlemlerdir.

2.4. Piroliz

En yaygın termokimyasal yöntemlerden biri olan piroliz, biyokütlenin değerli yakıtlara ve ürünlere dönüşümünde kullanılan bir yöntemdir. Bir biyokütle pirolizinde organik madde inert bir gaz ortamında yoğunlaşmayan gazlara, yoğunlaşabilen gazlara (yoğunlaşma sonucu oluşan sıvı biyoyakıt) ve katı ürüne dönüşmektedir. Böylece, biyokütle yapısında bulunan organik bileşenlerin oksijensiz ortamda yüksek verim elde edilebilen kullanışlı katı, sıvı ve gaz ürünlere dönüştürülmesi sağlanır. Sıvı şekilde elde edilen ürünler biyo-yağ, biooil, biyoyakıt gibi çeşitli şekillerde isimlendirilmektedir. Elde edilen bu sıvı ürün, genel olarak koyu kahverengi, yüksek polaritede ve kuru ağırlıkça %35-40 oranında oksijen içeren bir organik sıvıdır. Elde edilen bu sıvı ürün kolay depolanabilir ve taşınabilir. Piroliz sonucu elde edilen katı ürün biyokok, bio-char olarak isimlendirilir. Elde edilen bu katı ürün yüksek karbon içeriğinden dolayı yakıt olarak kullanılabilir. Ayrıca zirai alanda toprak katkı maddesi olarak da kullanımı mevcuttur. Biokok üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün şekillenmektedir. Son yıllarda piroliz sonucu sıcaklığın ve uçucu maddelerin etkisiyle yapısında meydana gelen gözenekler nedeniyle yüksek yüzey alanına sahip olması aktif kömür olarak adsorpsiyon proseslerinde kullanımını da arttırmıştır (Zhang vd, 2019; Jung vd, 2017). Piroliz sonucu elde edilen bir diğer ürün ise gaz üründür. Yoğunlaşamayan gazlar (H_2 , CO , CO_2 , CH_2 ...) yanma değerine sahip olup ısıtma gibi farklı alanlarda kullanımı mevcuttur.



Şekil 3. Piroliz İşlemi Ürünleri

2.5. Orman Ürünlerinin Genel Özellikleri

Önemli biyokütle kaynaklarından biri olan ve bu çalışmanın da konusu olan orman kökenli kaynaklar küresel enerji talebini karşılayabilecek önemli kaynaklar arasında gösterilmektedir.

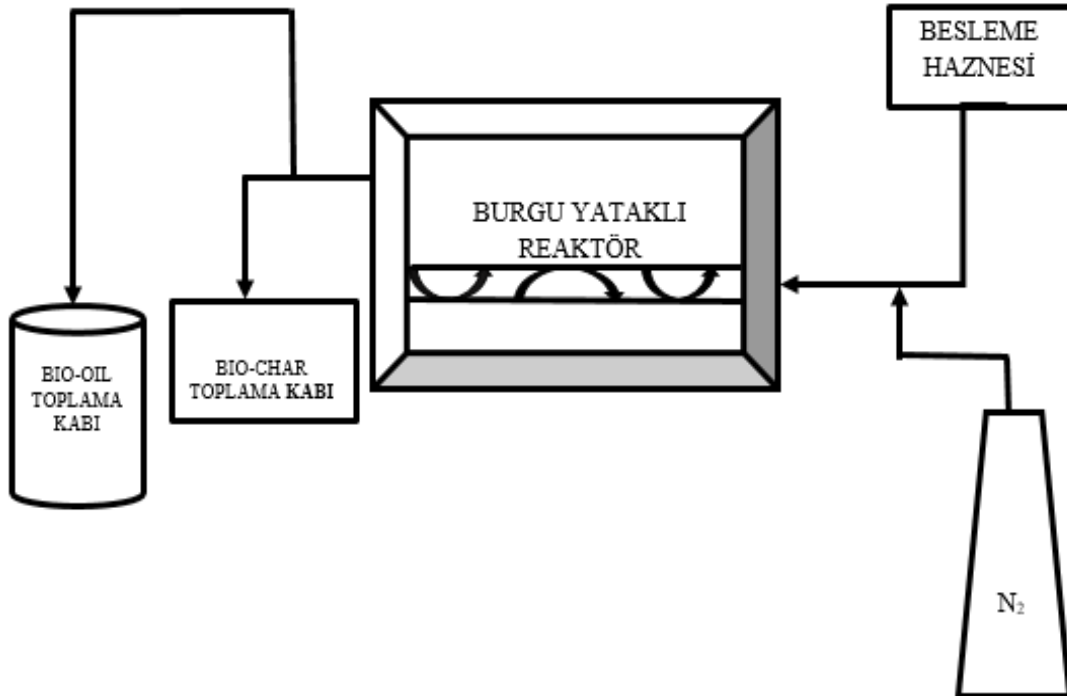
Ormancılık ve ağaç sanayi atıklarından faydalanılarak biyoenerji üretimine yönelim artmış ve ormansal ürünler biyoenerji üretiminde en sık kullanılan hammaddeler olarak yerini almıştır.

Orman kökenli biyoenerji kaynakları şu şekilde sıralanabilir (Parikka, 2003):

- Ağaçların kesilmesinden sonra geride kalan, uç dallar, yapraklar, yan dallar ve ağaç köklerinden oluşan atıklar.
- Ağaçların işlenmesinden sonra geride kalan, kabuk, kıymık talaş ve bıçkı tozları gibi atıklar.
- Kabuk, çekirdek, çekirdek içi ve tohum gibi meyve atıklarından oluşan yan ürünler.

2.6.Burgu Yataklı Reaktörler(AUGER REAKTOR)

Biyokütlenin pirolizinde kabarcıklı akışkan yatak, sirkülasyon akışkan yatak, sabit yatak gibi reaktör tipleri kullanılmaktadır. Piroliz reaktörleri içinde özel bir tasarım sahip olarak vidalı(burgu) reaktör tipi de bulunmaktadır. Orta ve küçük işletmelerde kullanılan oldukça ilgi gören bir reaktör türüdür. Tek veya çift vidalı olmak üzere ikiye ayrılırlar ancak daha çok kullanım basitliği nedeniyle tek vidalı reaktörler tercih edilmektedir. Burgu reaktör tipinde biyokütle sürekli olarak tek veya çift üniteden beslenir. Reaktör içerisindeki yatay eksene paralel olarak konumlandırılmış sarmal, dönerken ürünü ısıtma bölgesi sonuna kadar eksen boyunca hareket ettirir. Bozunan biyokütle reaksiyon sonucu gaz, organik uçucu maddeler ve biyokömür olarak toplama kaplarında birikir. .Bu reaktörlerin kullanım tipi basittir. Ayrıca sıcaklık kontrolü sağlanabilir, vidanın dönme hızı ayarlanabilir, sürükleyici gazın akış hızı ayarlanabilir.



Şekil 4. Burgu Yataklı Reaktör Şematik Gösterimi

3.MATERYAL YÖNTEM VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Materyal

Tez çalışması kapsamında biyokütle olarak orman endüstrisi atıklarından biri olan ‘*Düşük Yoğunluklu Lif Levha (LDF)*’ kullanılmıştır. Bu amaçla Samsun ilinde yer alan bir sanayi kuruluşundan temin edilen LDF numunesinin deneyler öncesi ön işlemlerden geçirilmiş hali Şekil 5 de gösterilmiştir.



Şekil 5. LDF Numunesinin Eleme Ve Kurutma İşlemi Sonrası Görünümü

3.2. Yöntem

3.2.1.LDF biyokütlesinin piroliz işlemine tabi tutulması

Bu tez çalışmasında, seçilen LDF biyokütlesinin piroliz işlemi için, belirtilen literatür çalışmalarından faydalanılarak benzer çalışmalarda (Ferreira vd, 2015; Kelkar vd, 2015; Ceylan vd, 2018; Brassard vd, 2017) en yaygın kullanılan yöntem ve parametreler seçilerek uygulandı. Piroliz işlemi, bu amaç için özel yapılmış burgu yataklı rektörde gerçekleştirildi.

Biyokütle olarak seçilen *Düşük Yoğunluklu Lif Levha (LDF)* numunesi literatüre uygun olarak 105°C’ de yaklaşık 24 saat süre ile kurutuldu. Eleme işlemi ile ortalama 125 µm tanecik boyutuna getirildi ve oda koşullarında muhafaza edildi. LDF numunesi her deney öncesi 100 gram tartılarak 1 saat etüvde kurutularak piroliz işlemine hazır hale getirilmiştir.

Hazırlanan numunelerin piroliz işlemi 500, 600 ve 700°C sıcaklık şartlarında, 6 saniye alıkonma süresi ve 12 saniye sürüklenme hızı ile gerçekleştirilmiştir. Her deney öncesi 100 gram LDF numunesi reaktöre beslenmiş ve piroliz süresi 1.5 saat olarak belirlenmiştir. Bu işlemde labaratuvar tipi burgu yataklı reaktör kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında kullanılmış olan burgu reaktöre ait deney düzeneği Şekil 6.’da gösterilmiştir. Reaktöre sağ tarafındaki besleme haznesinden pirolizi yapılacak olan biyokütle beslenmiştir. Burgu sayesinde reaktör içinde ilerleyen besleme karışımı sıcaklığın etkisiyle bozularak gaz ürünler oluşmuştur. Sarmalın sürüklenmesi neticesinde reaktörün çıkışında bulunan toplama haznesinde katı (biyokok) ürünler toplanmıştır.



Şekil 6. Deneyde Kullanılan Burgu Yataklı Reaktör

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında Samsun ilinde yer alan bir sanayi kuruluşundan Bölüm 4.1’de belirtildiği şekilde temin edilen *Düşük Yoğunluklu Lif Levha* (LDF) biyokütlesine burgu yataklı reaktörde piroliz işlemi uygulanmıştır. Temin edilen numunenin ham haline ve piroliz sonucu elde edilen bio-kok (katı ürün) ürünlerinin çeşitli parametrelerde sonuçlarıyla birlikte; elementel analizi, TGA, SEM-EDS, , BET, ısıl analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler ve analiz sonuçları, çizelge ve şekillerde gösterilmiştir.

4.1. LDF Biyokütlesinin Yapı Analizi ve Karakterizasyonu

4.1.1.LDF biyokütlesinin yaklaşık ve tam analizi

LDF biyokütlesinin yaklaşık ve tam analizi Çizelge 5.1’de verilmiştir.

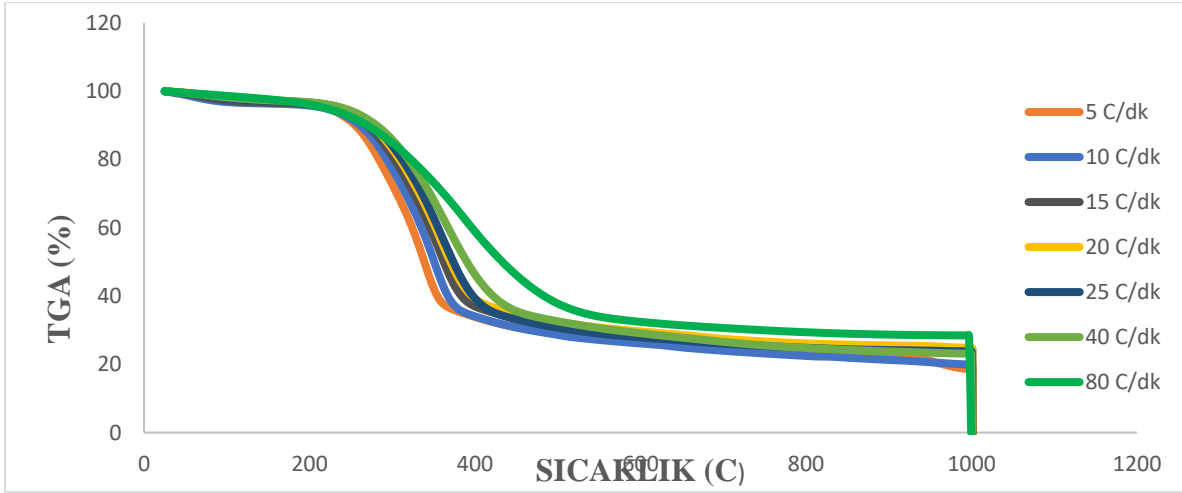
Çizelge 1. LDF biyokütlesinin yaklaşık ve tam analizi

LDF Biyokütlesi		
	Yaklaşık analiz (%)	
Uçucu madde		82,81
Sabit karbon		6,80
Kül		2,87
Nem		7,52
	Tam analiz (%)	
Karbon, C		46,69
Hidrojen, H		6,47
Azot, N		0,20
Sülfür, S		-0,10
Oksijen, O		46,54

LDF türlerinin kimyasal bileşimleri genetik, ekolojik özelliklere ve büyüme koşullarına göre farklılık gösterebilir. LDF düşük kül içeriği ve yüksek uçucu madde özelliğiyle piroliz için uygun bir maddedir. Düşük kükürt konsantrasyonu sayesinde kükürt bileşiklerinin salınımını azaltır.

4.1.2.LDF biyokütlesinin TGA analizi

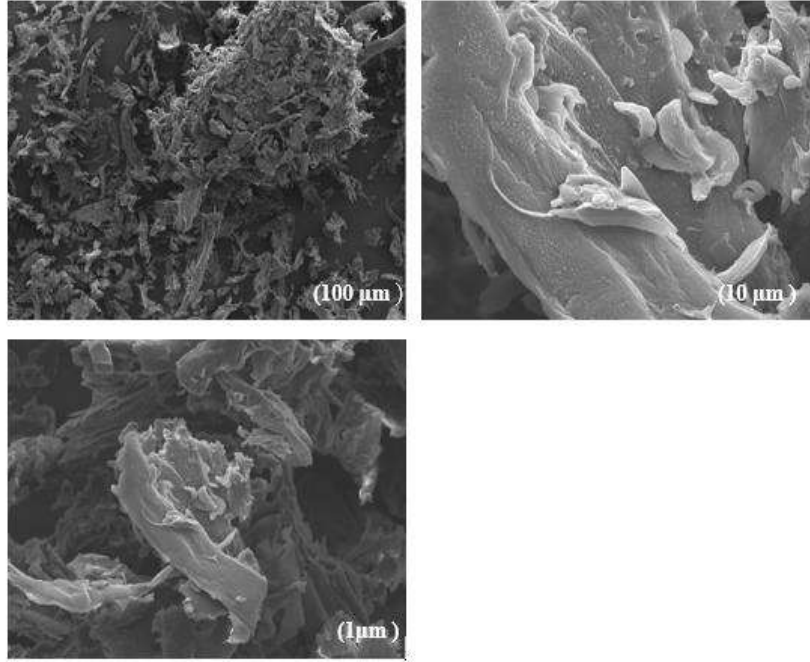
Ön işlemlerden geçirilmiş LDF biyokütlesinin termogravimetrik analizleri (TGA) farklı ısıtma hızlarında (10, 15, 20, 25, 40, 80 °C/dk), inert azot atmosferinde oda sıcaklığından 1000 °C'ye kadar gerçekleştirilmiştir. Böylece ısıtma hızının termal bozunmaya etkisi incelenmiştir. Ayrıca örneklerin ilk aşamada 100 °C' de 20 dk bekletilerek, nemi uzaklaştırılmıştır. Son sıcaklık olan 1000 °C' de ise 20 dk bekletilen örneklerin tamamen bozunması sağlanmıştır. Ham LDF biyokütlesine ait TG eğrileri Şekil 7 de sunulmuştur.



Şekil 7.LDF Biyokütlesinin TGA Eğrileri

TGA verilerinden yola çıkarak piroliz sıcaklıkları 500, 600, 700 °C seçilmiştir. Sıcaklık değerlerinin termal bozunma sıcaklığından daha yüksek seçilmesinin sebebi LDF' nin odunsu bir biyokütle olması ve yapısındaki ligninin yüksek sıcaklıkla bozunmasından dolayı seçilen sıcaklık değerleri daha yüksek tercih edilmiştir.

4.1.3.LDF biyokütlesinin SEM-EDS analizi

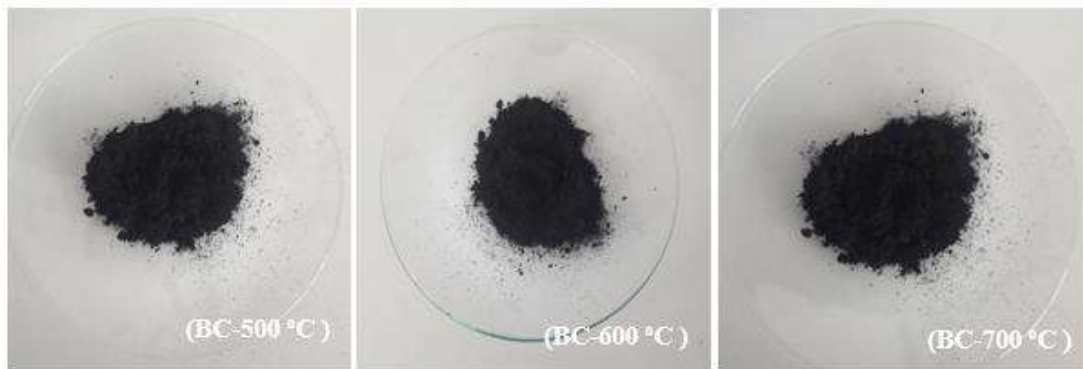


Şekil 8. LDF biyokütlesinin SEM görüntüleri

LDF biyokütlesinin SEM görüntüleri incelendiğinde düzensiz lifli bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Literatür ile kıyaslandığında benzer görüntüler mevcuttur. Gözenekli bir yapıya sahip olmaması absorplama kapasitesinin olmadığını göstermektedir. LDF biyokütlesine SEM analiziyle birlikte EDS analizi de uygulanmış ve yapıda karbon, oksijen gruplarının yanında kalsiyum gibi minerallerin varlığı da gözlenmiştir. Karbon içeriğinin yüksek olması biyokütle olarak kullanılabilirliğinin uygun olduğunu göstermektedir.

4.2.Piroliz Katı Ürünlerinin Karakterizasyonu

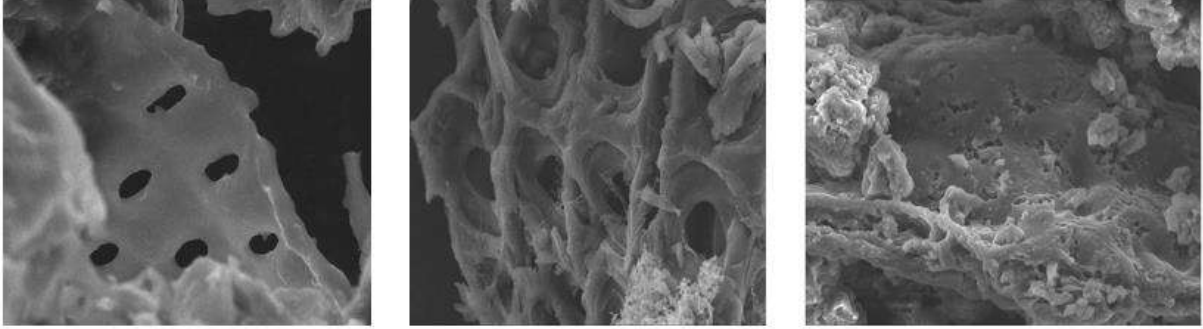
LDF numunesinin 500-600-700 °C sıcaklıklarında burğu yataklı reaktörde pirolizi sonucu oluşan bio-char (BC) ürünleri sırasıyla BC-500, BC-600,BC-700 olarak adlandırılmaktadır. Bu ürünlerin görünümü Şekil 9 da gösterilmektedir. Elde edilen bu bio-char ürünlerinin karakterizasyonu elementel analiz (%C, H, N, ve S), BET, SEM-EDS, ısıl analiz teknikleri kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 9. Piroliz Sonucu Oluşan Bio-Kok Ürünleri

4.2.2.Katı ürünlerin SEM-EDS analiz sonuçları

SEM görüntüleri, numunelerin genel mikro yapıları ve boyut şekilleri hakkında bilgi vermektedir. EDS analizi ise herhangi bir numune veya numune üzerinde metal kompozisyonu tanımlamak için kullanılan bir yöntemdir. Bu tez çalışmasında burgu yatak reaktörde 500,600 ve 700 °C’ de piroliz sonrası oluşan biyokok ürünlerinin SEM analizi yapılmış ve taramalı elektron mikroskobu ile farklı büyütme oranlarında görüntüleri alınmıştır. EDS analizi ile biyokok ürünlerinin içerdiği metallerin bileşim yüzdeleri belirlenmiştir. Biyokok ürünlerinin SEM görüntüleri Şekil 10 da sunulmuştur.



Şekil 10. BC-500, BC-600, BC-700 SEM Görüntüleri (sırasıyla)

LDF numunesinin pirolizi sonucu elde edilen biyokok ürünlerini sırayla incelediğimizde, BC-500 numunesinin SEM görüntüsünün gözenekli bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. BC-600 numunesine bakıldığında sıcaklık artışıyla birlikte gözenekliğin arttığı görülmektedir. BC-700 numunesi incelendiğinde ise gözenekliğin yok denilecek kadar azaldığı görülmektedir. BC-500, BC-600, BC-700 numunelerinin EDS sonuçları incelendiğinde ortak olarak yapılarında karbon, oksijen, kalsiyum, magnezyum olduğu görülmektedir. Karbon ve oksijen bakımından zengin olduğu görülmektedir.

4.2.3.Katı ürünlerin elementel analiz sonuçları

Çizelge 2. BC-500 elementel analiz sonuçları

Numune	C	N	H	S
BC-500	82.71	24.74	1.64	0.00

Çizelge 3. BC-600 elementel analiz sonuçları

Numune	C	N	H	S
BC-600	73.80	18.98	1.53	0.10

Çizelge 4. BC-700 elementel analiz sonuçları

Numune	C	N	H	S
BC-700	60.27	19.13	2.91	0.02

Katı ürünlerin elementel analiz sonuçları incelendiğinde yapılarında ortak olarak karbon, hidrojen, azot ve kükürt olduğu görülmektedir. LDF numunesinin ham hali ile kıyas yapıldığında yapıdaki C miktarının arttığı görülmektedir.

Yakıt kalitesinin bir ölçüsü olan C miktarı sıcaklık arttıkça azalmaktadır.

Elde edilen sonuçlardan BC-500 numunesinin daha kaliteli bir yakıt özelliğine sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen kok ürünlerin ısı değerlerine bakıldığında;

Ham Hali (HHV):4950 cal/kg

BC-500 (HHV): 7000 cal/kg

BC-600 (HHV) : 6495 cal/kg

BC-700 (HHV) : 6000 cal/kg

Isıl değer sonuçları da elementel analiz sonuçları ile paralel sonuçlar göstermektedir.

Bu görüntülere istinaden elde edilen kokların BET yüzey alanı incelenmiştir.

- BC-500 (14.749 m²/g)
- BC-600 (34.941 m²/g)
- BC-700 (yok denecek kadar azdır)

5.BULGULAR VE TARTIŞMA

Gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte artan talep doğrultusunda ülkemizde mobilya sektörü her geçen gün artmaktadır. Ticaret bakanlığı verilerine göre bu alanda ülkemizde faaliyet gösteren işletme sayısı 34 binin üzerindedir. İşletmelerin yapmış oldukları üretimler sonucu tonlarca atık meydana gelmektedir. Bu atıklar yapılan üretim tipine göre şekillenmektedir. Depolama ve çevre açısından sorun oluşturmaktadır. Bu atık türleri arasında yer alan LDF(Low Density Fiberboard) yapısında içerdiği serbest formaldehit sebebiyle çevre açısından ciddi sorun oluşturmaktadır. Bu atıkların uygun yollarla bertarafı sektörün önemli bir sorununun önüne geçecektir. Bu çalışmada amaç mobilya endüstrisinin ciddi bir sorunu olan ancak biyokütle potansiyeli taşıyan LDF atıklarının, uygun yollarla bertarafını sağlarken seçilen teknikler ile elde edilen ve yakıt değeri olan ürünlerinin karakterizasyon çalışmalarını sunmaktır. Burgu yataklı reaktörde piroliz tekniği ile farklı sıcaklıklar kullanılarak yapılan bu çalışmada sıcaklık değişiminin etkisi de incelenmiştir. Seçilen sıcaklıklarda yapılan piroliz işlemi sonucu elde edilen katı ürünlerin (biyo-kok) yakıt özellikleri incelenmiş aynı zamanda son yıllarda biyokokların farklı kullanım alanlarının açılmasıyla ticari olarak kullanılabilirliği de incelenmiştir. Farklı sıcaklıklar kullanılarak elde edilen kok numunelerine yapılan analizler sonucu BC-500 numunesinin C miktarının yüksek olması ve bununla doğru orantılı olarak ısı değerinde yüksek olması en uygun sonuçların bu sıcaklık değerinde yapılan piroliz işleminde olduğunu göstermektedir. Bunun yanında elde edilen kok numunelerinin ticari olarak kullanılabilirliği incelendiğinde BC-600 numunesinin en uygun gözenekli yapıya ve yüzey alanına sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen koklara yapılabilecek kimyasal aktivasyon işlemi sonrası adsorban olarak kullanımı bu çalışmanın ilerleyen aşamalarında yapılabilir.

Elde edilen sonuçlar LDF numunesinin biyokütle kullanılabilirliğini desteklemektedir.

6.KAYNAKLAR

- Gollakota, A.R.K., Kishore, N., Gu, S. 2018. A review on hydrothermal liquefaction of biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(1):1378-1392.
- Parikka, Matti (2003). Global Biomass Fuel Resources. Article in *Biomass and Bioenergy*.27.(6):.613-620. <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/global-biomass-fuel-resources>.
- Mutlu A.2002, “Nükleer Demodelik mi, Sürdürülebilir Enerji mi”, Standart, Temmuz,66.
- Vu Ly, H., Kim, S. S., Woo, H. C., Choi, J. H., Suh, D. J. and Kim, J. 2015. Fast pyrolysis of macroalga *Saccharina japonica* in a bubbling fluidizedbed reactor for bio-oil production. *Energy*, 93, 1436-1446.
- Zhang, Z., Zhu, Z., Shen, B. and Liu, L. 2019. Insights into biochar and hydrochar production and applications: A review. *Energy*,171, 581-598.
- Tripathi, M., Sahu, J. N. and Ganesan, P. 2016. Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 467–481.
- Kelkar, S., Saffron, C. M., Chai, L., Bovee, J., Stuecken, T. R., Garedew, M., Li, Z. and Kriegel, R. M. 2015. Pyrolysis of spent coffee grounds using a screw-conveyor reactor. *Fuel Processing Technology*, 137; 170-178
- Jung, J. M. Lee, S. R. Lee, J. Lee, T. Tsang, D. C. W. and Kwon, E. E. 2017. Biodiesel synthesis using chicken manure biochar and waste cooking oil. *Bioresource Technology*, 244, 810–815.
- Brassard, P., Godbout, S. and Raghavan, V. 2017. Pyrolysis in auger reactors for biochar and bio-oil production: A review. *Biosystems Engineering*, 161, 80-92.
- Veses, A., Aznar, M., Martínez, I., Martínez, J. D., López, J. M., Navarro, M. V., Callén, M. S., Murillo, R. and García, T. 2014. Catalytic pyrolysis of wood biomass in an auger reactor using calcium-based catalysts. *Bioresource Technology*, 162, 250-258.

FINE KINNEY METODU İLE ŞANTİYELERDE İŞ GÜVENLİĞİ RISK DEĞERLEDİRMESİ: DÜZCE İLİ KAPSAMINDA BİR UYGULAMA
WORK SAFETY RISK ASSESSMENT ON CONSTRUCTION SITE WITH FINE KINNEY METHOD: AN APPLICATION IN THE SCOPE OF DUZCE PROVINCE

Dr. Latif Onur UĞUR
MSc. Nebih ALBAYRAK
 Düzce Üniversitesi

ÖZET

İş güvenliği ve işçi sağlığı şartlarını yerine getirmek hukuki ve vicdani bir gerekliliktir. İşçi sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, ortaya çıkacak maddi zararlardan daha önemlidir. Olayın en önemli boyutu da insani boyuttur. Maddi kayıpların telafisi olabilir ancak iş kazası sonucunda oluşan insani kayıpların telafisi yoktur. Risk değerlendirmesi, iş kazalarının önüne geçilmesinde önemlidir. Risk değerlendirmesinde tecrübeli kişilerce doğru yöntemler kullanılarak tehlikeler ve oluşabilecek riskler belirlenmelidir. Böylelikle iş kazalarından kaynaklı ölümler engellenecek ve maliyetler düşürülecektir. Türkiye’de inşaat sektörü ölümlü iş kazalarının en çok yaşandığı sektördür. Şantiyelerdeki iş güvenliğine ait bilincin tam oturmamış olması bunun en büyük etkenidir. Bu nedenle çalışanların karşı karşıya kalacağı riskler önceden değerlendirilmelidir. W.T. Fine tarafından geliştirilen “Tehlikelerin kontrolü için matematiksel değerlendirme” adı altındaki risk değerlendirme metodu, 1971 yılında Kaliforniya Donanma Silah Merkezi için geliştirilmiştir. Bu çalışmada, risk değerlendirme yöntemleri arasında Fine-Kinney yöntemi seçilmiş, şantiye öncesi risk değerlendirmesi yapılarak iş kazalarının azaltılması önerilmiştir. Bu yöntem; kazaların gerçekleşme olasılığı, riske maruz kalma durumunu yinleme ve dış etkenlere oluşturacağı tahmini hasar parametrelerini dikkate aldığı için tercih edilmiştir. Uygulama alanı olarak Düzce ili kapsamındaki 15 farklı şantiye seçilmiştir. Şantiyelerde iş güvenliği açısından önemli sayılabilecek faaliyetler ve bu faaliyetlerden oluşabilecek tehlikeler ve riskler belirlenerek 15 farklı şantiyedeki şantiye şefleriyle görüşülüp Fine-Kinney metodunda yer alan skalaların puanlandırılması yaptırılmıştır. İhtimal, sıklık ve hasar şiddeti skalalarının çarpımından her faaliyete ait risk skorları belirlenmiştir. 15 farklı şantiyenin risk skorlarının ortalamaları alınarak öncelikli faaliyetler ve iş kazasının önüne geçilmesi için gerekli önlemler ifade edilmiştir. Bulgulara göre ilk sırada yer alan tehlikeli faaliyet; “Kalıp-kolon kalıbı dikmede, kolon demirinin montajında, dış kanat montajında emniyet kemeri takılmaması” olmuştur. Bu tehlikeli faaliyet için alınacak önlem “Emniyet kemersiz çalışılmaması, daha etkin saha kontrolünün yapılması, yüksekte çalışma eğitiminin tekrarı ve cezai yaptırımların uygulanması” olarak ifade edilmiştir. Önlem alınmadan önceki risk puanı 720 iken, önlem alındıktan sonraki risk puanı 4 ve iyileşme oranı % 99,44 olmuştur. Çalışma sonucunda yöntemin verimli bir şekilde uygulanabilir olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Risk değerlendirilmesi, İş kazası, Fine-Kinney metodu, İş güvenliği

ABSTRACT

It is a legal and conscientious requirement to fulfill the occupational health and safety requirements. Ensuring worker health and safety is more important than material damages. The most important dimension of the incident is the human dimension. There may be compensation for material losses but there is no compensation for human losses caused by occupational accidents. Risk assessment is important in preventing occupational accidents. In risk assessment, hazards and possible risks should be identified by the skilled persons using the right methods. Thus, deaths from work accidents will be prevented and costs will be reduced. The construction sector in Turkey is the sector that most experienced of fatal occupational accidents. The biggest factor is the lack of awareness of occupational safety at the construction sites. Therefore, the risks to be faced by employees should be evaluated in advance. The risk

assessment method called Mathematical Evaluation for Hazard Control, developed by W. T. Fine in 1971 for the California Naval Weapon Center. The construction sector in Turkey is the sector which most experienced of fatal occupational accidents. The biggest factor is the lack of awareness of occupational safety at the construction sites. Therefore, the risks to be faced by employees should be evaluated in advance. In this study, Fine-Kinney method was selected among the risk assessment methods and it was suggested to reduce occupational accidents by making risk assessment before the construction site. This method; The probability of occurrence of accidents is preferred because it takes into account the recurrence of risk exposure and estimated damage parameters to be caused by external factors. 15 different construction sites within the scope of Düzce province were selected as the application area. The activities that can be considered important in terms of occupational safety at the construction sites and the hazards and risks that may arise from these activities were determined and interviews were conducted with the site supervisors at 15 different construction sites and the scales included in the Fine-Kinney method were scored. Risk scores for each activity are determined by multiplying the probability, frequency and severity of damage scales. The risk scores of the 15 different construction sites are averaged and the necessary measures for the prevention of occupational accidents are stated. According to the findings; no seat belt in "Column-column formwork post, Column iron assembly, Outer wing assembly". Measures to be taken for this dangerous activity are stated as 'Failure to work without a seat belt, More effective field control, Repetition of working at height training and implementation of penal sanction". While the risk score before the precaution was 720, the risk score after the precaution was 4 and the recovery rate was 99.44%. As a result of the study, it was found that the method can be applied efficiently.

Keywords: Risk assessment, Occupational accident, Fine-Kinney method, Occupational safety

1- GİRİŞ

İş güvenliği ve işçi şartlarını yerine getirmek hukuki ve vicdani bir gerekliliktir. İşçi sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ortaya çıkacak maddiyattan daha önemlidir. Olayın en önemli boyutu da insani boyuttur. Maddi kayıpların telafisi olabilir ancak iş kazası sonucunda oluşan insani kayıpların telafisi yoktur. İş sağlığı ve işçi güvenliği, çalışanların daha iyi bir ortamda çalışmasını amaçlamıştır. Yapılan araştırmalarda iş kazaları sonucu ortaya çıkan maddi zararın işçi sağlığı ve güvenliğine yönelik yapılan harcamalardan fazla olduğu ifade edilmiştir. [1]

İş sağlığı ve güvenliği yönetiminin etkili bir şekilde uygulanması, iş kazaların azaltılmasında önemli bir etkidir. [2]

Risk değerlendirmesi, iş kazaların önüne geçilmesinde önemlidir. Risk değerlendirmesinde tecrübeli kişilerce doğru yöntemler kullanılarak tehlikeler ve oluşabilecek riskler belirlenmelidir. Böylelikle iş kazalarından kaynaklı ölümler engellenecek ve maliyetler düşürülecektir. [3]

Literatürde yöntem ve risk değerlendirmesi üzerine yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır;

Uzun (2012) çalışmasında yapı makinalarından oluşabilecek riskleri belirleyerek bunların önlenmesine yönelik çeşitli tavsiyelerde bulunmuştur [4]. Erzurumluoğlu ve diğ. (2015) çalışmalarında Fine-Kinney yöntemini, kule vinç faaliyetlerindeki risklerin analizinde uygulamışlardır. Yöntemin inşaat sektöründe uygulanabileceğini ifade etmişlerdir [5]. Güranlı ve Müngen (2011) çalışmalarında bulanık kural tabanlı sistemin kurulması ve risk düzeyi matrisinin hazırlanması, her iki yöntemin de inşaat şantiyelerinde uygulanabilirliği test edilmiş olup, özellikle şantiyelerin inşaat iş kazaları risklerine göre puanlandırılması açısından yeni bir yaklaşım olduğu düşünülmüştür [6]. Toktaş ve Can (2018) çalışmalarında inşaat sektöründe yer alan firmalara ait şantiyelerin risk değerlendirmesine yönelik yeni bir yaklaşım olan KEMIRA-M yöntemini önermişlerdir [7]. Oturakçı ve diğ. (2015) çalışmalarında Fine-Kinney yöntemine yeni bir yaklaşım geliştirmişler. Geliştirilen yaklaşımın klasik Fine-Kinney

yöntemine göre daha hassas sonuçlar verdiğini gözlemlemişler [8]. Özçelik (2013) çalışmasında mermer işletmesinde Fine-Kinney metodu kullanılarak risk analizi tespiti yapmış ve işletmedeki risk koşullarını iyileştirmeye çalışmıştır [9]. Ersoy ve diğ. (2017) çalışmalarında Fine-Kinney risk analiz yöntemine ilave dilen çok kriterli karar verme yöntemlerinde GİA yönteminin iş sağlığı ve güvenliği probleminin çözümde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir [10]. Damat ve Utlu (2018) çalışmalarında İstanbul metro istasyonlarında iş güvenlik uygulamaları risk değerlendirme yöntemlerinden Fine-Kinney ve 5x5 matris yöntemleri ile ele alınmış ve Fine-Kinney metodunun 5x5 matris yöntemine göre daha hassas sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir [11]. Okumuş ve Barlas (2016) çalışmalarında gemi inşaat sektöründe 5x5 analiz matrisi ve Fine-Kinney yöntemiyle risk değerlendirmesi ve karşılaştırması yapmışlardır. Fine-Kinney yönteminin risklerin hesaplanmasında daha hassas sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir [12]. Aydos (2015) çalışmasında ön tehlike analizi (PHA) ile inşaat işlerinde risk değerlendirmesi çalışmaları ve erken aşamalarda geliştirilecek güvenlik önlemleri açısından özellikle üst yapı inşaatları olmak üzere sektöre katkı verilmesini amaçlamıştır [13].

Risk değerlendirmesinde uygulanan yöntemler iki kısma ayrılmaktadır.

- 1) Kalitatif Yöntemler (Nitel) ; Sözel çerçevede risk değerlendirmesi yapılır.
- 2) Kantitatif Yöntemler (Nicel) ; Sayısal çerçevede risk değerlendirmesi yapılır.

Bu çalışmada uygulanan metot, niceleyici yöntem olan Fine-Kinney metodudur.

2- FINE-KINNEY YÖNTEMİ

W.T. Fine tarafından geliştirilen “Tehlikelerin kontrolü için matematiksel değerlendirme” adı altındaki risk değerlendirme metodu 1971 yılında Kaliforniya Donanma Silah Merkezi için geliştirilmiştir [14]. G.F. Kinney ve A.D.Wiruth tarafından 1976’da revize edilerek “Practical Risk Analysis for Safety Management” adı altında çıkarılan raporda yöntemi açıklamışlardır ve günümüzde Fine-Kinney metodu olarak ifade edilmektedir [15].

Kinney yöntemi, 3 değişken dikkate alınarak yapılır;

- 1)Kazanın gerçekleşme olasılığı (İ)
- 2)Riske maruz kalma durumunu yineleme (S)
- 3)Dış etkenlere oluşturacağı tahmini hasar (Ş)

3 değerlerin birbiri ile çarpılmasıyla risk derecesi bulunur.

$$R= İ \times S \times Ş$$

Tablo 1: İhtimal tablosu (Kazanın meydana gelme ihtimali)

Kazanın gerçekleşme ihtimaline göre aşağıdaki tabloda, altı kategoriden biri seçilerek puanlama yapılır.

İhtimal değeri	Açıklama
10	beklenir, kesin
6	yüksek / oldukça mümkün
3	olası
1	mümkün fakat düşük
0,5	beklenmez fakat mümkün
0,2	beklenmez

Tablo 2: Sıklık tablosu (Riskin tekrarlama sıklığı)

Kazanın tekrarlama sıklığına göre aşağıdaki tabloda, altı kategoriden biri seçilerek puanlama yapılır.

Sıklık değeri	Açıklama
10	hemen hemen sürekli (bir saatte birkaç defa)
6	sık (günde bir veya birkaç defa)
3	ara sıra (haftada bir veya birkaç defa)
2	sık değil (ayda bir veya birkaç defa)
1	seyrek (yılda birkaç defa)
0,5	çok seyrek (yılda bir veya daha seyrek)

Tablo 3: Şiddet tablosu (Çevreye oluşturabileceği olası şiddet)

Kazanın gerçekleştirebileceği şiddete göre aşağıdaki tabloda, altı kategoriden biri seçilerek puanlama yapılır.

Şiddet değeri	Açıklama
100	birden fazla ölümlü kaza / çevresel felaket
40	öldürücü kaza / ciddi çevresel zarar
15	kalıcı hasar/yaralanma, iş kaybı / çevresel engel oluşturma, yakın çevreden şikayet
7	önemli hasar/yaralanma, dış ilk yardım ihtiyacı / arazi sınırları dışında çevresel zarar
3	küçük hasar/yaralanma, dahili ilk yardım / arazi içinde sınırlı çevresel zarar
1	ucuz atlatma / çevresel zarar yok

Tablo 4: Risk değerlendirme tablosu

Risk derecesi= İhtimal x Sıklık x Şiddet sonucuna göre hesaplanır. Aşağıdaki tabloda 3 skalanın çarpımından oluşan risk derecesi değeri belirlenerek faaliyetlerin öncelik sıralaması yapılır.

Risk derecesi	Risk değerlendirme sonucu
$R > 400$	Tolerans gösterilemez risk.(Acilen gerekli tedbirler alınmalı)
$200 < R < 400$	Esaslı risk (Kısa sürede iyileştirilmelidir)
$70 < R < 200$	Önemli risk (Uzun zaman içerisinde önlemler alınmalıdır)
$20 < R < 70$	Olası risk (Gözetim altında uygulanmalıdır)
$R < 20$	Önemsiz risk (Önlem öncelikli değildir)

3- RİSK DEĞERLENDİRME UYGULAMASI

Uygulama öncesi şantiyelerdeki belli başlı iş faaliyetleri belirlenerek, bu faaliyetlerden kaynaklı tehlike kısımları ve oluşabilecek riskler değerlendirme formunda belirtilmiştir.

Çalışmanın amacı, risk değerlendirme metotlarından Fine-Kinney yöntemi ile Düzce ilindeki şantiyelerde iş güvenliği risk değerlendirmesi yapılarak faaliyetlerin öncelik sıralaması ve alınacak önlemler belirlenerek iş kazaların azaltılması amaçlanmıştır.

Fine-Kinney yöntemi kullanılarak yapılan şantiyelerdeki iş güvenliği risk değerlendirmesi 43 faaliyet üzerinden Düzce İli kapsamında 15 farklı şantiyede uygulanmıştır. 15 farklı şantiyenin şantiye şefleriyle yüz yüze görüşülerek risk değerlendirme formu (Tablo 5'te) üzerinden önlem öncesi ve önlem sonrası puanlandırma yaptırılmıştır. 3 farklı skalanın (ihtimal, sıklık, şiddet) çarpılmasıyla risk skorları belirlenmiştir.

15 farklı şantiyeye ait risk skorlarının ortalamaları alınarak faaliyetlerinin risk skorları sıralanmıştır.

En yüksek risk değerine sahip faaliyetler sıralanarak önlem önceliği belirtilmiştir.

Tablo 5: Risk değerlendirme formu

RİSK DEĞERLENDİRME FORMU															
FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	KİMLER ETKİLENEBİLİR	SONUÇ	RİSK DRC.				ALINACAK ÖNLEMLER	SORUMLU	ÖNLEM SONRASI RİSK DRC.				İYİLEŞME %
					İ	S	Ş	RD			İ	S	Ş	RD	

Tablo 6: Risk değerlendirmesinde ele alınan faaliyetler, tehlike ve riskler

ANKARA II. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK
1) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	Bağlantılar	Pimlerin doğru takılmaması	21) Vinçle malzeme nakliyesi	Malzemenin dengesiz bağlanarak taşınması	Malzeme devrilmesi
2) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	Bağlantılar	Kırık bozuk iskele parçaları kullanılması	22) Vinçle malzeme nakliyesi	Sireninin Olmaması	Taşman Malzemelerin İşçilere Çarpması
3) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	Bağlantılar	Cepheye bağlantı yapılması	23) Vinçle malzeme nakliyesi	Olumsuz hava şartları	Malzemenin çalışanlara çarpması
4) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	Çalışırken metal kalas kullanılmaması	Yüksekte Düşme	24) İş makinesi ile kazı yapılması	Kazı alanına uygun şev verilmemesi	Kazı alanında toprak kayması/çökmesi
5) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	Platformda yeteri kadar ve açık aralıklı metal kalas kullanılmaması	Aşağıya malzeme düşmesi	25) İş makinesi ile kazı yapılması	İşçilerin, iş makinesi yanında çalışmaları/bulunmaları	İş makinesinin işçilere çarpması
6) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	İskele ayakları	Tam oturmayan ayakların altına kırılabilir malzeme konulması	26) İş makinesi ile kazı yapılması	Elektrik doğalgaz su/pis su hatlarının hatlarının belirlenememesi	Hatlara iş makinesi veya insanların çarpması sonucu iş kazaları
7) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	İskele ayaklarının yere tam oturmaması	İskelenin devrilmesi, çalışanların yaralanması	27) İş makinesi ile kazı yapılması	Kazı Alanının Çevresinin Çevrilmemiş Olması	Çevreden Geçen İnsanların Zarar Görmesi
8) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	Tüm bağlantı elemanlarının emniyet pimlerinin hepsinin sökülmesi	İskelenin çökmesi	28) Kırıcı-Delici aletlerle çalışılması	Bozuk veya kırılmış olması	Parça sıçramaları
9) İskele imalatı, çalışılması ve sökümü	İskele Çaprazlarının Tam Olarak Monte Edilmemesi	İskele Üzerindeki İşçinin Düşmesi	29) Kırıcı-Delici aletlerle çalışılması	Koruyucusunun/muhafazasının olmaması	Kesim sırasında parçalanmış kesici/aşındırıcı diskin, kesim yapan personeli yaralaması
10) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Malzeme istiflenmesi	İnsanlar üzerine devrilme	30) Kırıcı-Delici aletlerle çalışılması	Gürültü	İşitme ayıpları
11) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Çivili malzemeler	Çivi batması	31) Kırıcı-Delici aletlerle çalışılması	Kırıcı-Delici aletlerin yanlış kullanılması	El ve vücut yaralanmaları
12) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Yüksekte kalıp malzemesi düşmesi	Çalışana kalıp çarpması	32) Kırıcı-Delici aletlerle çalışılması	Fiş prize takılmış iken ayar veya bakım yapılması	El aletinin aniden çalışması sonucu kazalar
13) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Kalıp-Kolon kalıbı dikmede, Kolon demirinin montajında, Dış kanat montajında Emniyet Kemerinin Takılmaması	Çalışanın aşağıya düşmesi Diğer çalışanın üzerine düşmesi	33) Çelik çubukların indirilmesi, kesim işlemi ve imalatı	Demirlerin işçiler tarafından taşınması	Demirin işçinin ayağına düşmesi
14) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Beton Dökümü Sırasında Parçalanmış Plywood ve kalasların sıçraması	Sıçrayan Malzemelerin İşçilerin Üzerine Düşmesi	34) Çelik çubukların indirilmesi, kesim işlemi ve imalatı	Demirinin bağlanması	Demirin/bağ telinin ele batması
15) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Kolon Kalıbı Beton Dökümünde Kalıbın Açılması	Kalıp Üzerindeki İşçinin Düşmesi Diğer çalışanların üzerine düşmesi Betonun çalışanların üzerine gelmesi	35) Çelik çubukların indirilmesi, kesim işlemi ve imalatı	Uzun demirlerin işçiler tarafından taşınması	Demirlerin diğer çalışanlara çarpması
16) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Söküm işlemi yapılan alanın geçişlere kapatılmaması	Kalıp malzemelerinin işçilerin üzerine düşmesi	36) Çelik çubukların indirilmesi, kesim işlemi ve imalatı	Demir bükme makinesinin hareketli kısımları	Hareketli kısımlara kapılma
17) Kalıp imalatı, çalışılması ve sökümü	Perde - Kolon imalatlarında Yüksekte çalışma	Düşme	37) Çelik çubukların indirilmesi, kesim işlemi ve imalatı	Demir bükme makinesinden elektrik kaçağı	Elektrik çarpması
18) Vinçle malzeme nakliyesi	Vinç operatörünün ehil olmaması	Vincin yanlış kullanımı sonucu iş kazası meydana gelmesi	38) Beton dökümünün yapılması	Vibratör kullanımının yeterli/ehil olmayan kişilerce yapılması	Dengesini kaybedip düşme
19) Vinçle malzeme nakliyesi	Periyodik kontrollerin yapılmaması	Vinç arızası sonucu vincin yada taşınan malzemelerin devrilmesi	39) Beton dökümünün yapılması	Kolon/kiriş üzerindeki işçinin emniyet kemersiz olması	İşçinin dengesini kaybederek aşağıya düşmesi
20) Vinçle malzeme nakliyesi	Ağır malzemelerin taşınması	Malzemelerin düşmesi	40) Beton dökümünün yapılması	Tabliye etrafındaki kenar açıklıklar	Yüksekte düşme
			41) Beton dökümünün yapılması	Beton döküm esnasında boru patlaması	Boronun çalışana çarpması
			42) Beton dökümünün yapılması	Beton dökümünde pompa bomunun hareketi	Bomun çalışana çarpması
			43) Beton dökümünün yapılması	Beton pompası ve mikserinin periyodik kontrollerinin olmaması	Patlayan Pompa Borularından Çıkan Betondan çalışanın yaralanması

Tablo 7: Önlem öncesi faaliyetlerin ortalamaları ve önceliklerine göre sıralamalı risk skorları

	A.O		A.O		A.O
13. Faaliyet	720	26. Faaliyet	120	36. Faaliyet	42
8. Faaliyet	600	40. Faaliyet	120	39. Faaliyet	42
9. Faaliyet	600	3. Faaliyet	100	41. Faaliyet	42
15. Faaliyet	480	5. Faaliyet	90	42. Faaliyet	42
1. Faaliyet	300	19. Faaliyet	90	27. Faaliyet	21
2. Faaliyet	300	20. Faaliyet	90	32. Faaliyet	15
6. Faaliyet	300	22. Faaliyet	90	33. Faaliyet	7
7. Faaliyet	300	25. Faaliyet	90	34. Faaliyet	6
4. Faaliyet	240	28. Faaliyet	90	35. Faaliyet	3
12. Faaliyet	240	29. Faaliyet	90	38. Faaliyet	3
16. Faaliyet	240	30. Faaliyet	90	43. Faaliyet	3
17. Faaliyet	240	31. Faaliyet	90		
14. Faaliyet	180	37. Faaliyet	90		
18. Faaliyet	135	24. Faaliyet	45		
11. Faaliyet	126	21. Faaliyet	42		
10. Faaliyet	120	23. Faaliyet	42		

4- SONUÇ

Bu çalışmada şantiyede iş kazası meydana gelmeden önce risk analizi yöntemlerinden Fine-Kinney ile bir değerlendirme yapılarak iş kazalarının azaltılması amaçlanmıştır.

43 faaliyet üzerinden 15 farklı şantiyedeki şantiye şefleriyle yapılan puanlandırmalarda, risk skorlarının ortalamaları alınarak yapılan değerlendirmeye göre;

1. sırada yer alan tehlikeli faaliyet, “Kalıp-kolon kalıbı dikmede, kolon demirinin montajında, dış kanat montajında emniyet kemeri takılmaması” olmuştur. Bu tehlikeli faaliyete alınacak önlemler; “Emniyet kemersiz çalışılmaması. Daha etkin saha kontrolünün yapılması. Yüksekte çalışma eğitiminin tekrarı. Cezai işlemlerin uygulanması” olarak ifade edilmiştir. Önlem öncesi risk puanı 720 iken önlem alındıktan sonraki risk puanı 4 ve iyileşme oranı % 99,44 olmuştur.

2. sırayı paylaşan ve en tehlikeli kategoriye giren faaliyetler; “Tüm bağlantı elemanlarının emniyet pimlerinin hepsinin sökülmesi” ve “İskele çaprazlarının tam olarak monte edilmemesidir.”

“Tüm bağlantı elemanlarının emniyet pimlerinin hepsinin sökülmesi” tehlikeli faaliyette alınacak önlem “Sökülecek bağlantı elemanlarının emniyet pimlerinin sırasıyla üstten alta doğru çıkarılması” olarak ifade edilmiştir. Önlem öncesi risk puanı 600 iken önlem alındıktan sonraki risk puanı 10 ve iyileşme oranı % 98,33 olmuştur.

“İskele çaprazlarının tam olarak monte edilmemesidir.” tehlikeli faaliyette alınacak önlem “İskele çaprazları tam olmadan işe başlanmaması. Çaprazların uygunluğunun sağlandıktan sonra çalışmaya başlanması” olarak ifade edilmiştir. Önlem öncesi risk puanı 600 iken önlem alındıktan sonraki risk puanı 25 ve iyileşme oranı % 95,83 olmuştur.

3. Sırada yer alan tehlikeli faaliyetimiz, “Kolon kalıbı beton dökümünde kalıbın açılması” olmuştur. Bu tehlikeli faaliyette alınacak önlem “Beton dökümü yapılmadan önce kalıpların kontrol edilmesi” olarak ifade edilmiştir. Önlem öncesi risk puanı 480 iken önlem alındıktan sonraki risk puanı 10 ve iyileşme oranı % 97,92 olmuştur.

Fine-Kinney yönteminin şantiyelerde iş güvenliği risk değerlendirilmesinde uygulanabilir olduğu görülmüştür.

5- KAYNAKLAR

- [1] Özen, İ. (2016). İnşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları üzerine bir alan araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İstanbul, 101 s.
- [2] Goetsch, D.L., (2008). Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers. Pearson education.
- [3] Saat, M.B. (2009). İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metotlarından Kontrol Listesi Ve Matris Metotlarının Entegre Biçimde Bir İnşaat Şantiyesinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 148 s.
- [4] Uzun, İ. M. (2012). İnşaatlarda Yapı Makinaları Kullanımında İş Güvenliği Risk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 165 s.
- [5] Erzurumluoğlu, K., Köksal, K. N. ve Gerek, İ. H. (2015). İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması, Adana.
- [6] Güranlı, G. E., ve Müngen, U. (2011). İnşaat Şantiyelerine Özgü Bir İş Güvenliği Risk Analizi Yöntemi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Yapı İşletmesi Anabilim Dalı.
- [7] Toktaş, P., ve Can, G. F. (2018). Şantiyelerin İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Risk Düzeylerine Göre KEMIRA-M Yöntemi İle Sıralanması, Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1(3), 123-136.
- [8] Oturakçı, M., Dağsuyu, C., ve Kokangül, A. (2015). FINE KINNEY Metodunda Yeni Bir Yaklaşım Ve Bir Uygulama Çalışması, Adana, 3, 2, 2015.
- [9] Özçelik, A. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Fine- Kinney Yöntemiyle Risk Yönetimi: Mermer İşletmesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 98 s.
- [10] Ersoy, M., Çelik, M.Y., Yeşilkaya, L., ve Çolak, Osman. (2017). İş sağlığı ve güvenliği problemlerinin çözümünde FINE-KINNEY ve GİA yöntemlerinin entegrasyonu, Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Afyonkarahisar, Sayı 18-1.
- [11] Damat, A., ve Utlü, Z. (2018). İstanbul Metro İstasyonlarında İş Güvenliği Uygulamaları, Demiryolu Mühendisliği Dergisi, İstanbul, Sayı: 8, 52-69 s.
- [12] Okumuş, D., ve Barlas, B. (2016). Gemi İnşaatı Sektöründe 5x5 Analiz Matrisi Ve Fine-Kinney Yöntemlerinin Uygulamalı Bir Karşılaştırması, Gemi ve Teknoloji Dergisi, İstanbul, Sayı: 204-205.
- [13] Aydos, M.R. (2015). Üst Yapı İnşaatlarında Ön Tehlike Analizi (PHA) İle Risk Değerlendirmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara.
- [14] Fine, W. (1971). Mathematical Evaluations For Controlling Hazards. MARYLAND: NAVAL Ordnance Laboratory White OAK.
- [15] Kinney, G.F., Wiruth, A.D., (1976), "Practical risk analysis for safety management", NWC Technical publication 5865, Naval Weapons Center, China Lake CA, USA, 1976.

**KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ PERFORMANSININ
DEĞERLENDİRİLMESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİNE
DAYALI YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**
COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS WHICH BASED ON SUSTAINABILITY
INDICATORS FOR EVALUATION OF URBAN TRANSFORMATION PROJECTS
PERFORMANCE

Prof. Dr. Özlem Güzey KOCATAŞ
Hasan Göktuğ TOPTAŞ
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Dünyada yaşayan insan sayısı son yıllarda hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Buna bağlı olarak da doğal kaynakların tüketimi hızla artmaktadır. Artan insan sayısı ve gelişen teknolojiyle bağlantılı olarak tüketim miktarlarının ve enerjiye olan ihtiyacın artması az miktarlarda bulunan doğal kaynakların daha etkin ve verimli kullanılması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Gelecek kuşakların da bu kaynaklara ihtiyaçlarının olduğu düşünülerek günümüzde alınacak tedbirlerin konu edildiği ve bu tedbirler ile kaynakların geleceğe aktarıldığı sürdürülebilirlik terimi ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilirlik terimi doğal kaynakların tüketiminin ve çevresel sorunların doruğa ulaştığı 20. yüzyılın ikinci yarısında tartışılmaya başlanmıştır. İlk olarak 1980 yılında Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği tarafından onaylanan bir belgede yer alan sürdürülebilirlik terimi daha sonraları birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Pek çok alanda özellikle sürdürülebilir kalkınmanın temel hedef olarak kullanıldığı görülmektedir.

Yukarıda bahsedilen dünya nüfusundaki artış, özellikle insanların yaşama alanları olan kentleri olumsuz olarak etkilemektedir. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak, kentsel alanların yayılması, kentsel ve kırsal alanların bütünleşmesi, yerleşimlerin kontrolsüz bir şekilde gelişme ve genişlemesi, doğal kaynakların kirlenmesi, sosyal ve ekonomik yapıların bozulması, yaşam kalitesinin azalması, sürdürülebilirliğin şehir planlama ve yönetiminin ana hedefi olması gerektiğini göstermektedir. Sürdürülebilir yerleşimler, mevcut kentsel çevrenin dönüştürülmesi ve yeni gelişme alanlarının eski yerleşim alanları ile bütünleştirilmesiyle gerçekleştirilebilir. Türkiye'de mevcut kentsel alanların (özellikle yerleşim alanları) yeniden değerlendirilmesi ve kentsel dönüşümün bu yönde uygulanması gerektiği açıktır. Kentsel dönüşüm projeleri burada bir fırsat oluşturmakta ve çevresel koruma ile kentsel kalkınmanın dengelenmesi yoluyla sürdürülebilir kentsel gelişimin sağlanmasında önemli bir araç niteliği oluşturmaktadır.

Dünyada ve Türkiye'de uygulanan kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilir olup olmadığı tartışma konusudur. Kentsel alanların sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesinde birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında sürdürülebilirlik göstergelerine dayanan yöntemler; uygulama süreçlerinin, sosyal, ekonomik ve fiziksel olmak üzere üç sacayağına dayanması, projelerin bütün yönleriyle değerlendirilmesi ile birlikte, projelerin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesini ve doğru bir kentsel dönüşüm projesi olup olmadığının anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda bu çalışma sürdürülebilirlik göstergelerine dayanan değerlendirme yöntemlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında sürdürülebilirlik göstergelerine dayalı değerlendirme yöntemleri olan Couch ve Dennemann (2000) gösterge çerçevesi, Hemphill vd. (2004) gösterge çerçevesi, SbTool (Sürdürülebilirlik yapıları) yöntemi, SIPRIUS yöntemi ve SILENT modeli olmak üzere beş yöntem incelenmiştir. Bu inceleme; gösterge setlerinin oluşturma şekli, ana ve alt gösterge sayıları, yöntemin hedef aldığı ölçek, göstergelerin oluşturulmasında kullanılan veri türleri ve bu göstergelerin değerlendirilmesinin nasıl yapıldığı başlıkları altında karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu inceleme ile yöntemlerin kentsel dönüşüm projelerinin performansını

ölçmedeki nitelikleri tartışılmıştır. Daha sonra yapılacak alan araştırmaları için uygun olan yöntemin bulunmasında bir rehber oluşturması hedeflenmektedir

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Kentsel Dönüşüm, Sürdürülebilirlik Göstergeleri, Gösterge Setlerine Dayalı Sürdürülebilirlik Analizleri

ABSTRACT

The number of people living in the world has been increasing rapidly in recent years. Accordingly, consumption of natural resources has also been increasing rapidly. The increase in the amount of people and the need for energy in connection with the increasing number of people and developing technology reveals that the natural resources, which are in small amounts, should be used more effectively and efficiently. Considering that next generations need these resources, the term sustainability has emerged in which the measures to be taken today are discussed and these resources are transferred to the future. The term sustainability started to be discussed in the second half of the 20th century when the consumption of natural resources and environmental problems peaked. The term sustainability, which was first included in a document approved by the World Union for Conservation of Nature and Natural Resources in 1980, was later used in many areas. It is seen that especially sustainable development is used as the main target.

The increase in the world population mentioned above negatively affects especially the cities where people live. Depending on the rapid population growth, spread of urban areas, integration of urban and rural areas, uncontrolled development and expansion of settlements, pollution of natural resources, deterioration of social and economic structures and decrease in quality of life, sustainability should be the main target of city planning and management. Sustainable settlements can be realized by transforming the existing urban environment and integrating new development areas with older areas. It is clear that existing urban areas (especially residential areas) must be reconsidered and implemented urban transformation in this direction in Turkey. Urban transformation projects create an opportunity here and constitute an important tool in ensuring sustainable urban development by balancing environmental protection and urban development.

It is the subject of discussion in the world and Turkey whether or not urban transformation projects are sustainable. There are many methods to evaluate the sustainability of urban areas. Among these methods which based on sustainability indicators; as the implementation processes are based on three pillars, social, economic and physical, they are evaluated in all aspects of the projects, and the sustainability of the projects is evaluated and it is understood whether or not there is a correct urban transformation project. In this context, the purpose of this study is to examine evaluation methods based on sustainability indicators. Within the scope of the study, Couch and Dennemann (2000) indicator framework, Hemphill et al. (2004) indicator framework, SbTool (Sustainability structures) method, SIPRIUS method and SILENT model are examined. This review; The way of creating the sets of indicators, the number of main and sub-indicators, the scale targeted by the method, the types of data used in creating the indicators, and how to evaluate these indicators are analyzed comparatively. With this review, the qualities of methods in measuring the performance of urban transformation projects are discussed. It is aimed to be a guide in finding a suitable method for future field researches.

Keywords: Sustainability, Urban Transformation, Sustainability Indicators, Sustainability Analysis Based on Indicator Sets.

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, kırdan kente göç gibi sebeplerden dolayı kent nüfusu sürekli olarak artış göstermiştir. Bu artış kentsel alanların yaşayanlar için yeterli imkan sunamamasına neden

olmuştur. Türkiye’de 1950’li yıllarda kırsal alanlardan kente göçlerin artmasıyla birlikte kentler göçerlere yeterli konut imkanı sağlayamamıştır. Göçerler de kentin yerleşim dışı bırakılan alanlarında yerleşmişler ve böylece gecekondu alanları oluşmuştur. Plansız ve sağlıksız olarak gelişen bu alanların ilerleyen zamanlarda ıslahı/dönüşümü önemli bir konu haline gelmiştir.

Günümüzde afet risklerinin bertaraf edilmesi, gecekondu alanlarının iyileştirilmesi ve kentin eskiden alanlarının yenilenmesi gibi bir çok sebepten dolayı kentsel dönüşüm projeleri gerçekleştirilmektedir. Bu projelerin başarısı ise tartışma konusudur. Tartışmalar dönüşümün tek reçete ile fiziksel odaklı olmasına odaklanırken, ekonomik ve sosyal dönüşümün gerçekleşmemesi önemli bir sorun olarak belirginleşmektedir. Bu noktada öncelikle dönüşümün içeriği sorgulanmakta ve uygulanan kentsel dönüşüm projelerinin performansının değerlendirilmesinde sürdürülebilirlik ve sürdürülebilirlik göstergeleri önemli bir yer edinmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramının 1980 yılında Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği tarafından onaylanan bir belgede ilk kez yer alması ile birlikte, bu kavram şehir planlama ve kentsel dönüşüm projelerinde odak kavramı haline gelmiştir.

1990’lı yıllardan beri sürdürülebilirlik göstergeleri, kentsel dönüşüm projelerinin performansını değerlendirmede zamanla daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilirlik göstergeleri, kentsel dönüşüm proje alanlarının özelliklerini daha anlaşılır hale getirerek sınıflanmasına, sorunların daha iyi kavranmasına ve bu sorunların çözüme ulaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Sürdürülebilirlik göstergelerinin uygulama süreçlerinin, sosyal, ekonomik ve fiziksel olmak üzere üçlü bir yapı üzerinde gelişmesi, projelerin her yönüyle değerlendirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesini ve doğru bir kentsel dönüşüm projesi olup olmadığının tartışılmasını da olanaklı kılmaktadır (Wheeler; Beatley, 2008).

Sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi amacıyla farklı ölçekler için farklı çerçeveler bulunmaktadır. Bu araştırma kapsamında kentsel dönüşüm projelerinin performansını ölçmek amacıyla geliştirilen gösterge tabanlı yaklaşımlara odaklanılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTSEL DÖNÜŞÜM

Kent nüfusunun hızla artması, kırdan kente göçlerin yoğunlaşması gibi sebeplerden dolayı kent merkezleri her geçen gün hızla büyümesini devam ettirmiştir. Bu büyümeye bağlı olarak kentler metropol alanlar haline gelmeye başlamıştır. Metropol alanlarının gelişmekte olan küresel hizmet ekonomisinin merkezi olması sebebiyle; kentlerin öneminin artması, uluslararası kuruluşların ve ulusal devlet politikalarının toplum ve kent eksenli uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Roseland, 1997). Ayrıca kentlerin bu nüfus yoğunluğuna ve zamanla eskimesine bağlı olarak çok daha fazla kentsel alanın rehabilite edilmesine veya yeniden dönüştürülmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle kentsel dönüşüm kentlerin yenilenmesi ve dönüştürülmesi gerekliliklerinden dolayı günümüzde önemli bir kavramdır (Wang vd., 2014).

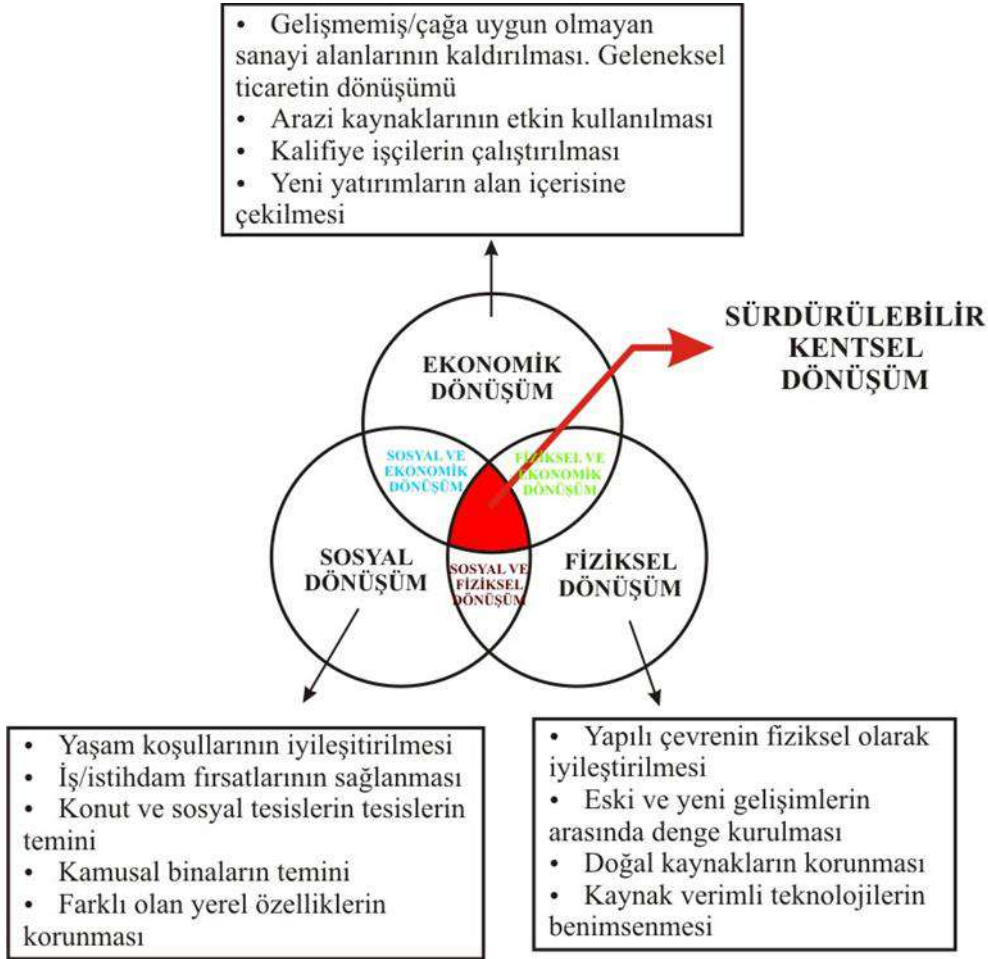
En genel tanımıyla kentsel dönüşüm; arazi değerlerini iyileştirmek, fiziksel kaliteyi artırmak, kentsel bozulma sorununu azaltmak veya gidermek, çeşitli sosyoekonomik ihtiyaçları karşılamak, mevcut sosyal iletişim ağlarını güçlendirmek, korunmasız grupların dâhil edilmesini ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için güçlü bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Kentsel dönüşüm performansının yüksek olması, sosyal, fiziksel ve ekonomik olmak üzere üçlü bir yapı üzerinde kurulması ve bu yapılar arasında denge kurulmasıyla sağlanabilmektedir. Bunun sebebi kentsel dönüşümün tek yönüyle değil her yönüyle değerlendirilmesi gerekliliğidir.

Sürdürülebilir gelişmenin, ekonomik sosyal ve fiziksel sürdürülebilirlik boyutlarından bütün bu konularla uğraşan kentsel dönüşüm karşılık geliyor olması, kentsel dönüşüm ve sürdürülebilirliğin birlikte ele alınması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Zheng vd., 2014). Bu üçlü yapının arasında bir denge kurulmadığı ve her biri teker teker değerlendirildiğinde

pozitif etkiler oluşturması gerekirken negatif etkiler oluşturabilmektedirler (O’Flaherty, 1994; Bentivegna vd., 2002; Mc Laughlin, 2003). Kentsel dönüşüm projelerinin sadece mülkiyet temelli olarak yapılması ve kentin fiziksel durumunu yenilemeyi amaçlaması sürdürülebilir bir kentsel dönüşümün uygulanmasını engellemektedir (Tang, 2002). Kentte yaşayanların uzun vadeli olarak ekonomik, fiziksel ve sosyal refahını güvence altına almak için sürdürülebilirlik kavramını kentsel dönüşüm süreci ile birleştirme fikri, sürdürülebilir kentsel dönüşüm terimini karşımıza çıkarmaktadır (Ng vd., 2001).

Sürdürülebilir kentsel dönüşüm, Şekil 1’de açıklandığı gibi ekonomik dönüşüm, fiziksel dönüşüm ve sosyal dönüşüm olmak üzere üç temel başlık üzerinden gelişen bir kavram olmak zorundadır (Lee, 2008).

Şekil 1. Kentsel Dönüşüm Sürecinde Gerçekleştirilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Lee, 2008)



Ekonomik dönüşüm, yerel ekonominin rekabet gücünü ve çekiciliğini arttırmayı ve daha sonra büyümesini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Eski sanayinin dönüştürülmesi, mevcut nüfusun iş gücünün korunması ve dışarıdan dönüşüm alanına yatırımların çekilmesi gibi programları içermektedir (Lee,2008). Sürdürülebilir kentsel dönüşümün ekonomik boyutu altı kavram ile açıklanabilir; yaşam kalitesi, koruma ve geleceğe taşıma, arazinin verimli bir şekilde kullanımı, toplum katılımı, eski ve yeninin bütünleştirildiği tasarım ve ulaşım düzenlemesi (Lee ve Chan, 2008).

Fiziksel dönüşümü üç ana kola ayırmak mümkündür; toplumun önem verdiği kentsel unsurların korunması ve doğal çevrenin korunması. Fiziksel dönüşüm, yeni gelişme hedefleri ile mevcut hedeflerin arasında denge kurmaya önem vermektedir (Lee, 2008). Kentlerin fiziksel olarak değişimlerini sağlayan kentsel dönüşümü, kent estetiği, kent mekanında aynı

dili konuşan ve bütünlük oluşturan parçalar, kent imajı ve kentsel rekabet gibi konularda etkili olarak kullanmak mümkündür (Elander, 1995). Ancak fiziksel dönüşüm ve yenilemeler kentin daha iyi görünmesini sağlayabildiği gibi, kentin daha kötü görünmesine de yol açabilir (Couch, 1990). Kentsel dönüşüm projeleri ile kentler üzerinde hiç yapı olmayan alanlar gibi düşünülmesi ve sıfırdan bir projenin üretilmesi yanlıştır. Alanın eski dokusu da dikkate alınmalı, kentlerde yeni alanlar tasarlanırken ve planlanırken eski ve yeninin dengesine dikkat edilmelidir.

Sosyal dönüşüm, kentin geçmişle olan bağlantılarını bozmadan ve yerel bir alanın ayırt edici özelliklerini geri plana atmadan bireylerin ve toplumun bir bütün olarak sosyal durumunu iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Yerel iş fırsatlarının sağlanması, uygun fiyatlı konut ve sosyal olanakların sağlanması, toplum bilinci oluşturma, yerel yetenek ve kültürün korunması gibi programları içerir. Ayrıca sosyal dönüşüm, onarılabılır binaların onarılması ve tarihi mülklerin restorasyonunun yapılmasını amaçlamaktadır (Lee, 2008). Kentsel dönüşüm projelerinin sosyal sürdürülebilirliği için gerekli altı önemli faktör; refah gereksinimlerinin karşılanması, kaynakların ve çevrenin korunması, uyumlu bir yaşam ortamının yaratılması, günlük yaşam faaliyetlerini kolaylaştıran koşulların sağlanması, gelişim formları ve açık alan imkânlarının sağlanmasıdır. (Chan ve Lee, 2008). Diğer bir yandan sosyal dönüşümün sürdürülebilirliği, yerel halkın kentsel dönüşüm projelerini kabul etmesi ve benimsemesi ile başarıya ulaşmaktadır. Bu nedenle dönüşüm süreçlerine yerel halkın katılımı ve yerel halkın iyi bir şekilde analiz edilerek kentsel dönüşüm projelerinin gerçekleştirilmesi sosyal dönüşümün sürdürülebilirliğini sağlamaktadır (Lelévrier, 2013; Uysal, 2012).

Sürdürülebilir kentsel dönüşüm yaklaşımının dünya çapındaki araştırmacılar, profesyoneller ve hükümet yetkililerinden güçlü bir destek aldığı görülmektedir. Bu tür bir yaklaşımın etkin bir şekilde benimsenmesini ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin kentsel yenileme süreci boyunca karşılanmasını sağlamak için, soyut sürdürülebilirlik kavramını sağlam kentsel yenileme stratejisine dönüştürmek adına uygun bir yol tanımlamak gerekmektedir (Lee, 2008)

3. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Kentsel alanların ve kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesinde, hangi gösterge çerçevesinin kullanılabileceği konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır (Balaban, 2013). Bu açıdan bu araştırma, gösterge temelli olan sürdürülebilirlik çerçevelerini incelenmeyi ve çerçevelerden kentsel dönüşüm proje alanlarının sürdürülebilirliğinin ölçülmesi için doğru olanın hangisi olduğunu tartışmayı amaçlamaktadır. İlerleyen süreçlerde yapılacak olan araştırmalarda uygun olan gösterge çerçevesinin kullanılmasında yardımcı olması hedeflenmektedir.

İncelenen gösterge çerçeveleri, sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde hangi yöntemin uygun olduğunun bulunması için karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışma kapsamında sürdürülebilirlik göstergelerine dayalı değerlendirme yöntemleri olan;

- Couch ve Dennemann (2000) gösterge çerçevesi,
- Hemphill vd. (2004) gösterge çerçevesi,
- SbTool (Sürdürülebilirlik yapıları) yöntemi,
- SIPRIUS yöntemi,
- SILENT modeli olmak üzere beş yöntem incelenmiştir.

Bu inceleme; gösterge setlerinin oluşturma şekli, ana ve alt gösterge sayıları, yöntemin hedef aldığı ölçek, göstergelerin oluşturulmasında kullanılan veri türleri ve bu göstergelerin değerlendirilmesinin nasıl yapıldığı başlıkları altında karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu inceleme ile yöntemlerin kentsel dönüşüm projelerinin performansını ölçmedeki nitelikleri tartışılmıştır.

4. KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ YÖNTEMLERİ VE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

4.1. Couch ve Dennemann'ın Gösterge Çerçevesi

Couch ve Dennemann (2000) sürdürülebilirlik göstergeleri çerçevesinde Liverpool'daki (İngiltere) Duke Street Kentsel Dönüşüm Projesi'ni sekiz temel başlık altında değerlendirmiştir. Bu başlıklar; toplum katılımı, ekonomi ve iş, ulaşım, kirlilik, enerji, atık ve kaynaklar, binalar ve arazi kullanımı ile yaban hayatı ve açık alanlardır.

Couch ve Dennemann tarafından oluşturulan kontrol listesinde, değerlendirme sonuçları her gösterge için olumlu etki, olumsuz etki ve nötr etki olmak üzere üç ölçekte değerlendirilmektedir. Değerlendirme, kentsel dönüşüm projesine yaptığı etki derecelerine göre yapılmıştır. Örneğin, proje yeni açık yeşil alanlar oluşturur ve bu alanların niteliğini arttırmaya katkı sağlarsa, olumlu etki olarak kabul edilebilir. Planlama sürecinde oluşturulan çalışmalara yerel halkın katılımıyla ilgili bir politika yoksa bu tarafsız bir etki olarak belirtilir. Motorlu taşıt kullanımını azaltıcı politikaların bulunmaması ve ayrıca kentsel dönüşüm projesi ile toplu taşıma kullanımının özendirilmemesi durumunda, etki negatif olarak tanımlanmaktadır. Tablo 1'de toplum katılımı, ekonomi ve iş, ulaşım, kirlilik, enerji, atık ve kaynaklar, binalar ve arazi kullanımı ile yaban hayatı ve açık alanlar başlıklarından, toplum katılımı göstergesinin kontrol listesi verilmiştir.

Tablo 1. Duke Street'in Liverpool'daki Sürdürülebilirlik Performansının Değerlendirilmesi. Toplum Katılımı Göstergesi Tablosu (Couch ve Dennemann, 2000).

Sürdürülebilirlik Göstergesi	Olumlu Etki(+)	Nötr Etki(*)	Olumsuz Etki(-)
1. Topluluk katılımı			
(a) yerel eylemi ve karar vermeyi teşvik etmek	+		
(b) toplumu teklifin geliştirilmesine dahil etmek	+		
(c) az temsil edilen grupları dikkate almak		*	

4.2. Hemphill'in Sürdürülebilir Kentsel Dönüşüm Projelerini Değerlendirmek İçin Gösterge Tabanlı Yaklaşımı

Bu çerçevedeki göstergeler; ekonomi ve iş, kaynak kullanımı, binalar ve arazi kullanımı, ulaşım ve mobilite ve toplum yararları olmak üzere beş kategoride incelenmektedir. Bu yaklaşıma göre, göstergeler kolay anlaşılabilir ve ölçülebilir olarak çeşitli kriterleri karşılayabilmelidir (Hemphill, Berry ve McGreal, 2004).

Hemphill, Berry ve McGreal (2004) çalışmalarında öncelikle Delphi metodolojisini¹ kullanarak; akademisyen ve uzmanlar tarafından yapılan panellerden gelen yanıtlar ile beş gösterge grubuna göreceli ağırlıkları sağlamak için ağırlıklı bir ortalama atamışlardır. Daha sonra bu yöntemi tekrar kullanarak alt göstergeler için de bir puanlama sistemi

¹ Delphi (Delfi) yöntemi; sürekli geri bildirimlerle desteklenen, bir dizi anket kullanılarak uzmanların, akademisyenlerin veya araştırmacıların kararlarını toplamak ve damıtmak için kullanılan yinelemeli bir süreçtir. Anketler problemlere, fırsatlara, çözümlere veya tahminlere odaklanmak üzere tasarlanmıştır. Sonraki her bir anket, bir önceki anketin sonuçlarına göre geliştirilir. Araştırma sorusu cevaplandığında veya nitelikli bir sonuca ulaşıldığında süreç durur. Örneğin, fikir birliğine varıldığında, teorik doygunluk elde edildiğinde veya yeterli bilgi alışverişinde bulunulduğunda süreç durur. Delphi yöntemi; savunma, iş, eğitim, bilgi teknolojisi, ulaşım ve mühendislik gibi birçok sektörde ve dünya çapında yaygın olarak kabul görmüştür (Skulmoski G.J. vd., 2007).

geliştirmişlerdir. Bu puanlama sistemi ve ağırlıklı ortalamalar kullanılarak gösterge setlerini bir bütün olarak değerlendirme imkânı sağlanmıştır. Sonuç olarak bu sistem sürdürülebilirliğin ölçülmesinde Kötü, Ortalama, Ortalama-İyi, İyi, İyi- Mükemmel, Mükemmel olarak alanın bütünsel ve net olarak sürdürülebilirlik performansını ortaya koyabilmektedir.

Hemphill' in çalışmasındaki gösterge listesinde ekonomi ve iş gösterge tablosu Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Hemphill'in Sürdürülebilirlik Göstergeleri Listesi- Ekonomi ve İş Göstergesi (Hemphill, Berry and McGreal, 2004)

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGESİ	ALT GÖSTERGELERİ	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
Ekonomi ve iş göstergeleri	1000 metrekare başına oluşturulan iş sayısı	
	Oluşturulan net istihdam - yerel alandaki çalışanların yüzdesi	
	Oluşturulan yeni işletme sayısı - 3 yıl sonra hala faaliyette olan orijinalin yüzdesi	
	Oluşturulan işlerin kalitesi — yüksek değerli işlerin oranı - düşük değerli işlerin oranı	
	Destekleme oranları	
	Teşvik mekanizmalarının performansı — hibelerin alınması / yer tespiti için kullanıcı nedenleri	
	Ortaklık yapısı performansı	
	Bertaraf sonrası yönetimin etkinliği — çıkış stratejisi	
	Eğitim programlarının dahil edilmesi — şirket politikası / konum faktörleri	
	Kullanıcı yanıtı - genel programdan memnuniyet	

4.3. Sürdürülebilir Yapılar Yöntemi (SbTool)

SbTool Yöntemi, binaların ve projelerin sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek amacıyla geliştirilen bir yöntemdir. SBTool, bir değerlendirme sisteminin sonuçlarının anlamlı ve daha basit bir hale gelmesi için yerel koşullara ve değerlendirilecek bina türlerine uyarlanması gerektiği felsefesine dayanmaktadır. Bu nedenle sistem genel bir çerçeve olarak kurgulanmıştır. Aslında, sisteme bölgesel olarak anlamlı kıyaslama ölçütlerinin eklenmesi gerekmektedir (Larsson, 2016).

SBTool, bina veya alan temelli projelerin sürdürülebilirliği ile ilgili birçok konuyu içermektedir. Gösterge setleri bu kapsamlı çerçevede oluşturulmuştur (Tablo 3).

Değerlendirme bir ağırlıklandırma sistemi ile yapılır. Tüm kategoriler önemlerine göre beş grupta (1, 2, 3, 4 ve 5) ağırlıklandırılmıştır. Her parametre için ağırlıklar, önemli etki göstergelerine bağlantılar ile birlikte olası süre ve etki yoğunluğuna dayanmaktadır.

SBTool'daki puanlama süreci, söz konusu binanın özellikleri ile minimum kabul edilebilir uygulama, "iyi" uygulama ve "en iyi" uygulama için bölgesel referanslarla bir dizi karşılaştırmaya dayanmaktadır (Larsson, 2016).

Tablo 3. SBtool Sürdürülebilirlik Performansını Değerlendirmek İçin Kriterler (Larsson, 2016).

Konu Alanı	Kapsam	Tasarım Öncesi	Tasarım	İnşaat	İşlem
Alan Konumu, Mevcut Hizmetler ve Alan Özellikleri					
Alanı Dönüştürme ve Geliştirme, Kentsel Tasarım ve Altyapı					
Enerji ve Kaynak Tüketimi					
Çevresel Yükler					
İç Mekan Çevre Kalitesi					
Servis kalitesi					
Sosyal, Kültürel ve Algısal Boyutlar					
Maliyet ve Ekonomik Boyutlar					
Toplam Sistem					

Her konu alanı yani gösterge için alt göstergeler de oluşturulmuştur. Bu göstergeler esneklik ve çalışma alanına göre uyarlanabilmektedir. Tablo 4'te Alanı Dönüştürme ve Geliştirme, Kentsel Tasarım ve Altyapı konu alanının alt göstergeleri verilmiştir.

Tablo 4. Alanı Dönüştürme ve Geliştirme, Kentsel Tasarım ve Altyapı konu alanının alt göstergeleri (Larsson, 2016).

A Alanı Dönüştürme ve Geliştirme, Kentsel Tasarım ve Altyapı
A1 Alanı Dönüştürme ve Geliştirme
A2 Kentsel Tasarım
A3 Proje Altyapısı ve Hizmetleri

4.4. SIPRIUS Metodu

SIPRIUS, açılımı "System d'Indicateurs pous les Projets de Régénération de friches Urbaines" anlamına gelen bir Fransızca kısaltmadır. Türkçe olarak "Kentsel Dönüşüm Projeleri için Gösterge Sistemi" sistemi olarak tanımlanabilir. SIPRIUS Metoduna göre kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilirlik performansı 9 başlık ve 20 gösterge ile

değerlendirilmektedir. Göstergelerin seçimi yapılırken bazı kurallar belirlenmiştir. Buna göre göstergeler; kapsamlı, ilgili, duyarlı, nesnel, erişilebilir ve okunabilir olmalıdır. Seçimde üç tür gösterge ayırt edilebilir. Esas olarak değerlendirme modlarına göre belirlenirler (Laprise, Lufkin ve Rey, 2015).

Laprise, Lufkin ve Rey'e (2015) göre, tüm göstergeler için üç tür mod vardır.

- Tip N: Normatif değerlere bağlı gösterge;
- Tip M: Ölçülen değerlerle bağlantılı gösterge (mevcut standartlar veya belirli bir norma referans vermeden hesaplama yöntemleri);
- Tip E: Benzer deneyimlerden (uzman görüşleri, görevlendirilmiş çalışmalar, vb.) gelen değerlerle bağlantılı gösterge.

Son olarak, her gösterge için projenin sonuçlarının “performans seviyesi” ile karşılaştırılmasına olanak tanıyan referans değerler tanımlanır. Referans değerler, profesyonel uygulamada karşılaşılan genel performansla kıyasla tanımlanan nicel verilere veya bunlarla eşleşen belirli konuların veya somut unsurların bir tanımıyla açıklanan nitel özelliklere karşılık gelebilir. Ayrıca, bu referans değerleri bir alanın gerçek potansiyelini (göreceli yaklaşım) veya projenin karşılaştırılabileceği standartların ve uygulamaların gelişimini (aşamalı yaklaşım) dikkate alarak değişebilir. Projenin performansını belirlemek için bir dizi belirlenmiş değer referans olarak kullanılır:

- Sınır Değer (VL): Herhangi bir proje (veya veto değeri) için gereken minimum değer;
- Ortalama Değer (VA): Olağan uygulamaya karşılık gelen değer, belirli bir performans yok;
- Hedef Değer (VT): Daha yüksek performans elde etmek için hedeflenen değer;
- En İyi Uygulama Değeri (VB): Özellikle yüksek performansla karşılık gelen değer (Tablo 5).

Tablo 5. Göstergeler için Oluşturulan Veri Sayfası Örneği

GÖSTERGE	C5a Ticari bir bölgeye ortalama mesafe
TANIM	Konut binalarının girişinden en yakın ticari bölgeye (asgari 1000 m ²) ulaşmak için ortalama yürüyüş mesafesi. Mesafe, farklı binaların ilgili brüt taban alanı ile ağırlıklandırılır.
Değerlendirme yöntemi	Harita ve şehir planlarında ölçüm
Mod / ilk tanı	E / evet
Ölçüm birimi	[m]
VL (sınır değeri)	900 (yaklaşık 15 dakika yürüme mesafesinde)
VA (ortalama değeri)	700 (yaklaşık 12 dk yürüme mesafesinde)
VT (hedef değeri)	500 (yaklaşık 8 dk yürüme mesafesinde)
VB (en iyi uygulama değeri)	300 (yaklaşık 5 dk yürüme mesafesinde)

Veri kaynağı	İşletmeler hakkında belediye verileri, tüccar derneklerinden gelen bilgiler, şehir planları.
--------------	--

Tablo 6. SIPRIUS Sürdürülebilirlik Performansını Değerlendirme Kriterleri-Sosyo-kültürel göstergeler

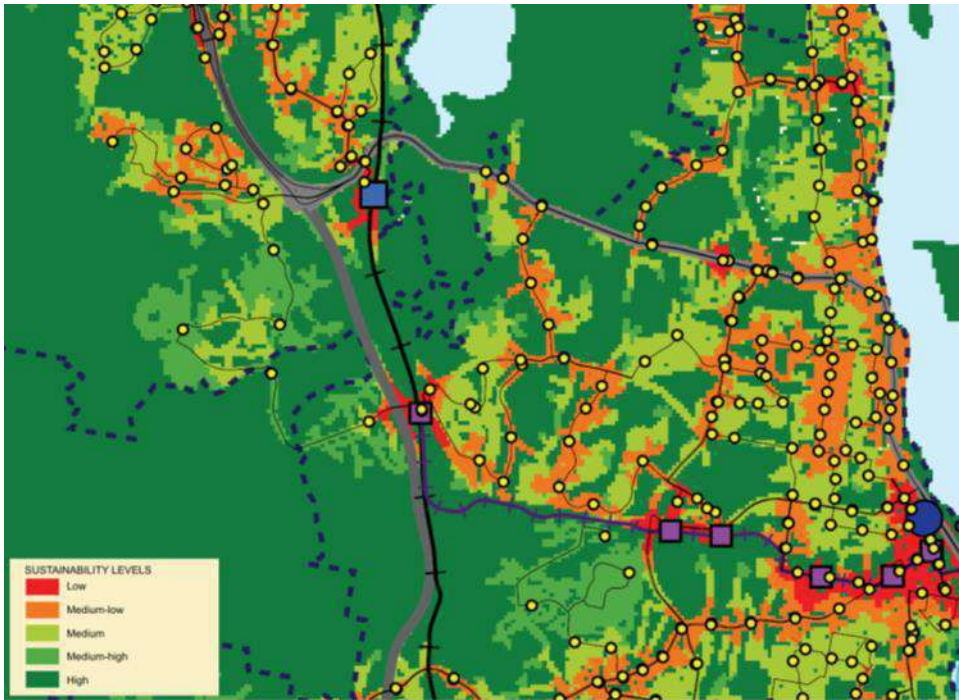
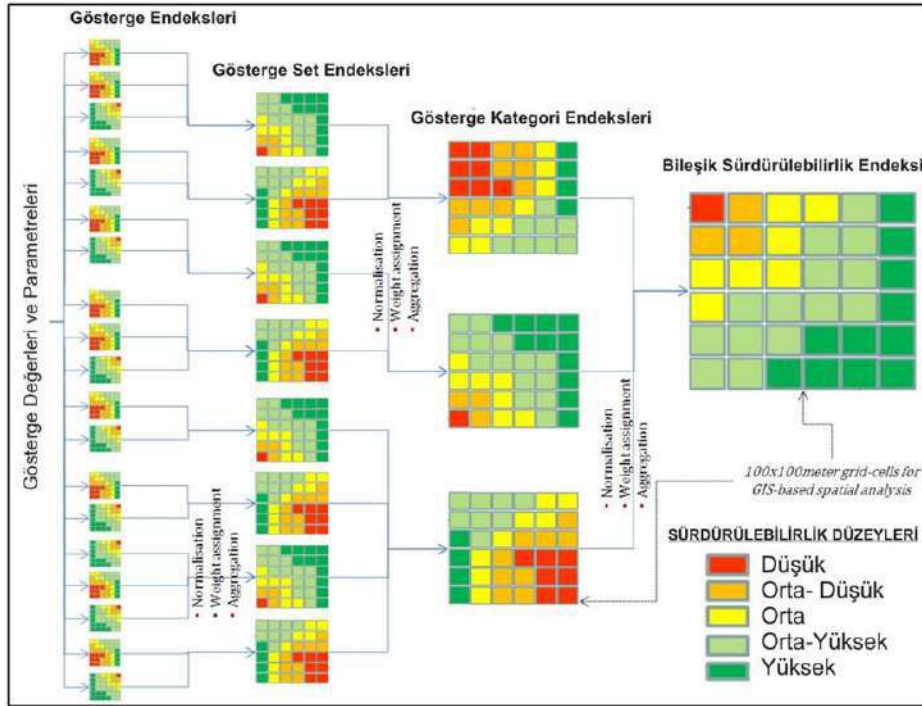
BAŞLIK	KRİTER		GÖSTERGE		
SOSYO KÜLTÜREL	C4	OKUL TESİSLERİNİN YAKINLIĞI	C4a	Kreşe ortalama uzaklık	E
			C4b	Anaokuluna ortalama uzaklık	E
			C4c	İlkokula ortalama uzaklık	E
			C4d	Ortaokula ortalama uzaklık	E
			C4e	Liseye ortalama uzaklık	E
	C5	TİCARİ TESİSLERİN YAKINLIĞI	C5a	Ticari alana ortalama uzaklık	E
	C6	EĞLENCE TESİSLERİNİN YAKINLIĞI	C6a	Halka açık bir parka ortalama mesafe	E
C6b			Bir rekreasyonel yeşil alana / doğal alana ortalama mesafe	E	

4.5. SILENT Modeli (The Sustainable Infrastructure, Landuse, Environment and Transport Model- Sürdürülebilir Altyapı, Arazi Kullanımı, Çevre ve Ulaşım Modeli)

SILENT (The Sustainable Infrastructure, Land-Use, Environment and Transport Model) gelişmiş bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve göstergelere dayalı kentsel sürdürülebilirlik endeksleme modelidir. Modelin mekânsal dizinleme doğası, kentsel yerleşim yerlerinin karşılaştırmalı sürdürülebilirlik seviyelerinin analizi ve görselleştirilmesi için özellikle yararlıdır. Bir uzamsal dizinleme çabası olarak, modelin özel amacı, kentsel sürdürülebilirliği etkileyen tüm ilgili alanları (demografi, arazi kullanımı, çevre, ulaşım ve altyapı) planlama ve karar verme süreçlerini bildiren pratik bir değerlendirme yöntemine dâhil etmektir (Dur ve Yiğitcanlar, 2010).

SILENT Modelinin temel özelliği, ızgara tabanlı bir sistem kullanarak çalışma alanını küçük hücrelere (örn., 100 × 100 m) ayırmasıdır. Model, gösterge tabanlı bir değerlendirme sistemi kullanarak her bir ızgara hücresine kentsel özelliklerin çeşitli değerlerini atar. Her bir gösterge için her ızgara hücresine değer atamasının tamamlanması, alanın sürdürülebilirlik değerlendirme performansının sonuçlarını görüntülemek için hem tablo hem de dinamik görsel formlarda (tablolar ve GIS haritaları) birleşik bir dizin oluşturur (Şekil 2).

Şekil 2. SILENT Modelinin Örnek Kompozit (Bileşik) Endeksleme Tablosu ve Haritası (Dur ve Yiğitcanlar, 2010)



Dur ve Yiğitcanlar (2010) çalışmalarında, sürdürülebilirliğin üç sacayağı olan çevresel, sosyal ve ekonomik unsurları dikkate alarak; “Sürdürülebilir Altyapı”, “Sürdürülebilir Arazi Kullanımı”, “Sürdürülebilir Çevre” ve “Sürdürülebilir Ulaşım” olmak üzere dört ana başlıkta kapsamlı bir yaklaşım geliştirmiştir. Literatürün kapsamlı incelemesi ile toplanan 600’den fazla göstergeden 30’u gösterge sistemini oluşturmak için seçilmiştir. Gösterge seçim kararı on iki uzman, beş araştırmacı, beş uygulayıcı ve iki yerel yönetim politika yapıcısı tarafından bir dizi çalıştay (Delphi Methodu kullanılmıştır) aracılığıyla, iş birliği içinde verilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. SILENT Modelinin Gösterge Sistemi-Ulaşım Göstergeleri

Gösterge Kategorileri	Gösterge Setleri	Tekli Göstergeler
Ulaşım	Taşıt kullanım eğilimi	Yaşayanların ulaşım kaynaklarına yakınlığı
		Ulaşım kaynaklarının devamlı kullanım oranı
	Otomobil dışı seyahat düzeni	İş/Çalışmaya erişim
		İş/Çalışmaya yakınlık
		Yaya ağı
		Bisiklet ağı
	Otomobil kullanımlı seyahat düzeni	Ev merkezli seyahat (km)
		Ev dışı seyahat (km)
		Ev merkezli araç ile seyahat
		Ev dışı araç ile seyahat
		İstihdam merkezlerindeki otopark temini

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler içerdikleri temel özellikler bakımından birbirinden farklılaşmaktadır. Bu araştırma kapsamında gösterge temelli olan ve gösterge temelli olması nedeniyle diğer yöntemlerden ayrılan beş yöntem incelenmiştir. Sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesinde incelenen bu yöntemler kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilirliklerine odaklandıkları için tercih edilmiştir. Tablo 8’de bu beş yöntemin karşılaştırması verilmektedir. Bu karşılaştırma tablosu ile birlikte ileride yapılacak olan kentsel dönüşüm proje alanlarının sürdürülebilirlik performansı değerlendirmesinde araştırmacılara yardımcı olması hedeflenmiştir. Aynı zamanda yöntemler teker değerlendirilmiştir.

Couch ve Dennemann’ın (2000) çalışması göstergelerin Duke Street Kentsel Dönüşüm Projesi için olumlu, olumsuz ve nötr etkilerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle yöntem kentsel dönüşüm projelerinin mevcut durumunu analiz etmede başarılı bir yöntem olduğu görülmektedir. Göstergelerin tek tek sürdürülebilirliğini ortaya koyulabilmekle birlikte bir bütün olarak alanın sürdürülebilir olup olmadığı hakkında bir sonuç ortaya konulamamaktadır. Göstergelerin projeye kattığı etkiler (olumlu, olumsuz, nötr) konusunda fikir vermekte, ancak bir bütün olarak kentsel dönüşüm projesinin sürdürülebilir olup olmadığı konusunda sonuç ürüne varılamamaktadır.

Hemphill, Berry ve McGreal (2004) çalışmalarında öncelikle Delphi metodolojisini kullanarak uygun bir fikir birliği seviyesine ulaşılmasının ardından, akademisyen ve uzmanlar tarafından yapılan panellerden gelen yanıtlar ile ilgili beş gösterge grubuna göreceli ağırlıkları sağlamak için ağırlıklı bir ortalama kullanmışlardır. Daha sonra yine bu yöntemden yararlanarak alt göstergeler için de bir puanlama sistemi geliştirmişlerdir. Bu puanlama sistemi ve ağırlıklı ortalamalar kullanılarak gösterge setlerini bir bütün olarak değerlendirme

imkânı sağlanmıştır. Sonuç olarak bu yöntem sürdürülebilirliğin ölçülmesinde Kötü, Ortalama, Ortalama-İyi, İyi, İyi- Mükemmel, Mükemmel olarak alanın bütünsel ve net olarak sürdürülebilirlik performansını ortaya koyabilmektedir. Gösterge setleri içerisinde bazı verilere (örneğin kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası için karbon emisyonu miktarı gibi), özellikle çalışma alanı olarak mahalle ölçeğinde seçilen bir yer için bu tür verilere ulaşılması Türkiye için zordur. Bu açıdan bu tez kapsamında bazı göstergelerin yeniden uyarlanması gerekmektedir.

Tablo 8. İncelenen Beş Yöntemin Karşılaştırılması

YÖNTEMİN ADI	GÖSTERGE OLUŞTURMA ŞEKLİ	GÖSTERGE BAŞLIĞI SAYISI	ALT GÖSTERGE SAYISI	ÖLÇEK	VERİ	DEĞERLENDİRME
Couch ve Dennemann (2000)	Literatür araştırması	8	20	Şehir- Mahalle	Nitel	Yazarın Gözlemi Olumlu Etki Olumsuz Etki Nötr Etki
Hemphill, Berry ve McGreal (2004)	Delphi Metodu	5	53	Şehir- Mahalle	Nitel Nicel	Değerlere göre puanlama
SBtool Yöntemi (Larsson, 2016)	Literatür araştırması	8	Yok	Bina	Nitel Nicel	Ağırlıklandırma Sistemi
SIPRIUS Yöntemi (Laprise, Lufkin ve Rey, 2015)	Mevcut değerlendirme yaklaşımlarının ve pratik deneyimlerin analizi	9	20	Şehir- Mahalle	Nitel Nicel	Yazarın Esnek Gözlem Değerlendirmesi
SILENT Modeli (Dur ve Yiğitcanlar, 2010),	Delphi Metodu	5	31	Şehir- Mahalle	Nitel Nicel	Verilerin CBS ortamında girilmesi ve analiz edilmesiyle oluşan endeks harita ve tablolar

SBtool yönteminde (Larsson, 2016) açıklanan diğer iki yöntemle benzer şekilde göstergeler oluşturulmuş ve bu göstergeler geliştirilen puanlama ve ağırlıklandırma sistemi ile değerlendirilmiştir. Ancak göstergelerin alt göstergelerine bakıldığında daha çok bina ölçeğinde göstergeler olduğu ve mimari olarak sürdürülebilirliğin ölçülmeye çalışıldığı görülmektedir.

SIPRIUS yöntemi (Laprise, Lufkin ve Rey, 2015) çok geniş ve ayrıntılı bir gösterge listesine sahiptir. Bu göstergeler için standartlar da yine aynı şekilde ayrıntılı bir şekilde hazırlanmıştır. Ancak Laprise, Lufkin ve Rey (2015), bu standartları İsviçre için oluşturduklarını belirtmekte ve kullanıcıların veya araştırmacıların bu standartları kendi yerelleri için yeniden revize etmeleri gerektiğinden bahis etmektedirler. Kısacası SIPRIUS yöntemindeki sürdürülebilirlik göstergelerinin evrensel niteliğe sahip olmadığı görülmektedir. Bu değerlerin Türkiye kentleri

için nasıl yeniden ele alınacağı ve hangi standartların nasıl kullanılacağı bilinmemektedir. Gösterge standartlarının yeniden ele alınması zor ve zaman alan bir çalışma olacaktır.

SILENT Modeli (Dur ve Yiğitcanlar, 2010), gösterge seçim aşaması açısından Hemphill, Berry ve McGreal (2004) çalışmalarına benzemektedir. SILENT Modelinde 600 gösterge Delphi modeli ile bir grup akademisyen ve uzmana sunulmuş ve sonuç olarak 30 adet göstergenin kullanılmasında karar kılınmıştır. Bu açıdan SILENT Modelinin gösterge setinin başarılı olduğu söylenebilir. Ancak SILENT Modelinin CBS ortamında endeksleme harita ve tablolarının oluşturulması için verilerin toplanması Türkiye için zordur.

İncelenen beş yöntemin Tablo 8’de karşılaştırmalı olarak sunulması ileride yapılacak olan çalışmalarda herhangi bir kentsel alanın veya kentsel dönüşüm proje alanının sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesinde araştırmacılara yardımcı olacaktır.

6. KAYNAKÇA

- Balaban, O. (2013), “The Use of Indicators to Assess Urban Regeneration Performance for Climate- Friendly Urban Development: The Case of Yokohama Minato Mirai 21. In: Kawakami, M. et al. (eds.)” Spatial Planning and Sustainable Development: Approaches for Achieving Sustainable Urban Form in Asian Cities, Strategies for Sustainability. Springer Netherlands. pp. 91-115.
- Bentivegna, V, Curwell, S., Deakin, M., Lombard, P., Mitchell, G and Nijkamp, P. (2002). A vision and methodology for integrated sustainable urban development: BEQUEST. Building Research & Information. 30(2), 83-94
- Couch, C. (1990). Urban renewal theory and practice. London: Macmillan Education.
- Couch, C. and Dennemann, A. (2000), “Urban Regeneration and Sustainable Development in Britain: The example of the Liverpool Ropewalks Partnership”, Cities, Vol. 17, No. 2, pp. 137-147.
- Elander, I. (1995). Policy networks and housing regeneration in England and Sweden. Urban Studies, 32(6), 913-934.
- Hartman F.T., Krahn J., Skulmoski G.J. (2007). The Delphi Method for Graduation Researj, Journal of Information Technology Education, vol 6.
- Hartman F.T., Krahn J., Skulmoski G.J. (2007). The Delphi Method for Graduation Researj, Journal of Information Technology Education, vol 6.
- Hwang, K., H., (2014). Finding Urban Identity Through Culture-led Urban Regeneration, Journal of Urban Management, 3 (1-2): 67-85.
- Laprise, M. and Lufkin, S.; Rey, E. (2015), “An Indicator System for the Assessment of Sustainability Integrated into the Project Dynamics of Regeneration of Disused Urban Areas, Building and Environment”, Vol. 86, pp.29-38,
- Larsson, N. (2012), “Overview of the SB Tool Assessment Framework”, İİSBE and Manual Manias, Spain
- Larsson, N. (2016), “Overview of the SB Tool Assessment Framework”, İİSBE and Manual Manias, Spain
- Lee, G. K. ve Chan, E. H. (2008). Factors affecting urban renewal in high-density city: Case study of Hong Kong. Journal of Urban Planning and Development, 134(3), 140-148.
- Lee, J. S. (2003). Enhancing sustainability in downtown by triple-value adding to urban redevelopment efforts: A case study of Seoul, Korea. Yayınlanmamış Doktora Tezi Washington: University of Washington.
- Lelévrier, C. (2013). Social mix neighbourhood policies and social interaction: The experience of newcomers in three new renewal developments in France. Cities, 35, 409–416.

15. McLaughlin, CM (2003). Blighted partnerships. Unsustainable redevelopment practices. Unpublished PhD thesis, University of California
16. Ng, M.K., Cook, A ve Chui, E.W.T. (2001). Tire road not travelled: A sustainable urban regeneration strategy for Hong Kong. *Planning Practice and Research*, 16(2), 171-183.
17. O'Flaherty, B. (1994). Land assembly and urban renewal *Regional Science and Urban Economics*, 24(3), 287-300
18. Roseland, M., (1997). "Dimensions of the Eco-city", *Cities*, 14(4): 197-202.
19. Tang, B. S. (2002). From privatization to bureaucratization: Implementing urban renewal in Hong Kong. *Planning in a Global Era*. Aldershot, UK: Ashgate.
20. Uysal, Ü. E. (2012). An urban social movement challenging urban regeneration: The case of Sulukule, Istanbul. *Cities*, 29(1), 12–22.
21. Wheeler, S. (1998). Planning sustainable and livable cities. *The city reader*, 2, 434-445.
22. Wheeler, S., (2004). *Planning for Sustainability: Creating Livable, Equitable and Ecological Communities*, Routledge, Taylor & Francis Group, London, Newyork.
- Ruckelshaus, W. D. (1989). Toward a sustainable world. *Scientific American*, 261(3), 66-175.
23. Yiğitcanlar, T., Dur, F., (2010). "Developing a Sustainability Assessment Model: The Sustainable Infrastructure, Land-Use, Environment and Transport Model", *Sustainability*, 2: 321-340.
24. Zheng, H. W., Shen, G. Q. ve Wang, H. (2014). A review of recent studies on sustainable urban renewal. *Habitat International*, 41, 272-279.

**ORAL ANTI-KANSER AJAN KULLANAN KANSER HASTASINA BAKIM
VERENLERİNİN YAŞADIĞI ZORLUKLAR: SİSTEMATİK REVİEW
CHALLENGES CAREGIVERS OF CANCER PATIENTS USING ORAL ANTI-CANCER
AGENT: SYSTEMATIC REVIEW**

Dr. Öğr. Üyesi Huri Seval GÖNDEREN ÇAKMAK
Çankırı Karatekin Üniversitesi

ÖZET

Amaç: Oral kanser ajanlar onkoloji tedavilerinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Oral anti kanser ajanlar IV tedavilere göre hastanın kendi ev ortamında tedavi olmalarına izin vermektedir. Oral ajanların pek çok avantajı olmasına rağmen bazı dezavantajı olabilmektedir. Tedavinin iyi sonuç verebilmesi için ilaç eğitiminden, toksisite izlemine, ilaç kür programına ve ilaç almayı hatırlamaya kadar hasta yakınlarının desteğine ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla bakım vericiler oral anti-kanser ajan kullanımında kilit rol oynar. Fakat oral anti-kanser ajanların aile bakıcıları üzerindeki etkisi, ev ortamında tedavi yönetiminin sorumluluklarıyla başa çıkma yetenekleri ve destekleyici kaynaklara duyulan ihtiyaçlar hakkında çok az şey bilinmektedir. Sistematik derleme çalışmasının amacı, aile bakıcılarının ev ortamında oral anti-kanser ajan alan hastalara bakım sağlama ile ilgili zorluklar ve kaynak ihtiyaçları değerlendirmektir. Bu değerlendirme ile ileri çalışmalara ışık tutmak, ihtiyaçların belirlenmesi ve farkındalık geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem: Bu incelemeye başlarken oluşturulan araştırma sorusu: “Oral antikanser ajan kullanan kanser hastasının bakım vericilerinin yaşadığı zorluklar nelerdir?”dir. Bu süreçte sistematik olarak literatür taraması Ulakbim Tıp, Science Direct, PubMed, ve Cochrane Library veri tabanlarında yapılmıştır. Bu amaca uygun olarak ilk olarak anahtar kelimeler belirlenmiştir. Anahtar kelimelerin seçimi için **PICO** baz alınarak MesH (medical subject heading) terimleri ve İngilizce anahtar sözcükler kullanılmıştır. Taramalar “**caregivers**”, “**oral cancer medication**”, “**oral anticancer agent**”, “**oral chemotherapy**”, “**challenges**”, anahtar kelimeleri kullanılarak yapılmıştır. Taramada 1 Ocak 1999 ile 1 Ocak 2019 tarihleri arasında yayınlanmış 1.380 incelenmiştir. Veri Tabanı taramasıyla tespit edilen kayıtlardan EndNoteX7 referans yönetim sistemi kullanılarak yinelenen kayıtlar belirlenmiş ve silinmiştir. Tekrar eden kayıtlar kaldırıldıktan sonra kalan tüm kayıtların başlık ve özetleri, araştırmacı tarafından bağımsız olarak gözden geçirilmiştir. Uygunluk açısından değerlendirilen çalışmalar, tam metinleri elde edildikten sonra dahil edilme ve dışlanma ölçütlerine göre değerlendirilmiş ve aralarından uygun olan makaleler seçilmiştir. Son aşamada toplam 2 çalışma sistematik derlemeye dahil edilmiştir.

Bulgular: Araştırmada incelenen çalışmalar nitel araştırma olup, odak grup görüşme ve derinlemesine görüşme teknikleri kullanılmıştır. Çalışmalar da 7’şer bakım verici ile görüşme yapılmıştır. Bulgular, bakıcıların hastaya karmaşık oral kombinasyon tedavilerini yönetme konusunda yardımcı olma ve yan etkileri izleme konusunda pratik ve duygusal bakım faaliyetlerinde bulunduğunu göstermiştir. Tedaviden sonra bakım faaliyetleri devam etmiş ve deneyimler gelecekle ilgili korku ve belirsizlik bağlamında tanımlanmıştır. Bakıcılar ayrıca hastalarından ve diğer aile üyelerinden sıklıkla sakladıkları bir dizi duygu yaşadıklarını belirtmişlerdir. Özellikle iş sahibi olanlar için bakım sorumluluklarını dengelemenin güçlükler yaşamaktadır. **Sonuç:** Hasta yakınlarının yaşadığı zorluklarının bilinmesi araştırılması başta hasta ve ilaç eğitimine yön verecektir. Ayrıca aile fertlerinin eğitimsizlikten kaynaklanan ilaç maruziyetini engelleyecek toplum sağlığına da fayda sağlayacaktır. Ayrıca kanser hastasının gereksiz izalasyonunu da engelleyecektir.

Anahtar Kelimeler: Bakım verici, Oral anti-kanser ilaç, Zorluklar.

ABSTRACT

Objective: Oral cancer agents have been used frequently in oncology treatments. Oral anticancer agents allow the patient to be treated in their home environment compared to IV treatments. Although oral agents have many advantages, they may have some disadvantages. They need the support of their caregivers from drug education, toxicity monitoring, drug curing program, and remembering to take the medication in order to give proper treatment results. Caregivers, therefore, play a key role in the use of oral anticancer agents. However, little is known about the effect of oral anticancer agents on family carers, their ability to cope with the responsibilities of treatment management in the home setting, and the need for supportive resources. The systematic review study aimed to assess the difficulties and resource needs of caregivers in providing care to patients receiving oral anticancer agents at home. With this assessment, it is aimed to shed light on further studies, identify needs and raise awareness.

Material and Methods: The research question posed at the beginning of this study was: “What are the difficulties faced by the caregivers of cancer patients using oral anticancer agents?” In this process, the literature was systematically searched in Ulakbim Medical Database, Science Direct, PubMed and Cochrane Library databases. For this purpose, the keywords were first identified. MesH (medical subject heading) terms and English keywords were used based on PICO for the selection of keywords. Screenings were performed using the keywords “caregivers”, “oral cancer medication”, “oral anticancer agent”, “oral chemotherapy”, and “challenges. A total of 1,380 reviews were published between 1 January 1999 and 1 January 2019. Duplicate records were identified and deleted using EndNoteX7 reference management system. After the repeated records were removed, the title and abstracts of all remaining records were independently reviewed by the researcher. The studies were evaluated in terms of eligibility according to inclusion and exclusion criteria after full texts were obtained. Suitable articles have been selected. In the last stage, a total of 2 studies were included in the systematic review.

Results: The studies examined were qualitative research and focus group interview, and in-depth interview techniques were used. In the studies, 7 caregivers were interviewed. The findings show that caregivers perform practical and emotional care to assist the patient in managing complex oral combination therapies and to monitor side effects. Maintenance activities continued after treatment and experiences are defined in the context of fear and uncertainty about the future. Caregivers also reported that they experienced a range of emotions that they often hid from their patients and other family members. Particularly for those who have a job, they have difficulties in balancing their care responsibilities. **Conclusion:** Knowing and investigating the difficulties experienced by caregivers will guide patient and drug education. It will also prevent drug exposure of family members due to lack of education, and will also benefit public health. It will also prevent unnecessary isolation of the cancer patient.

Key Words: Caregivers, Oral anti-cancer drug, Challenges

1. GİRİŞ

Onkolojik hastalıklarda oral anti-kanser ilaç kullanımını girerek yaygınlaşmaktadır. Kanser terapinin geleneksel formları (intravenöz) gibi oral formları da hastalara ve hasta yakınlarına sosyal, duygusal, finansal pek çok zorluk yaşatmaktadır¹. Bu ortak zorluklara ek olarak oral anti-kanser ilaçların yönetimi evde tek başlarına hasta ve hasta yakınına kalmaktadır. Uygun ilaç kullanımı için hastalardan ilacı doğru hatırlaması, yan etkileri takip ve kayıt etmesi, atıkların uygun bertarafı gibi pek çok beceri beklenmektedir. Ayrıca hasta yakınına olan ihtiyaç da artmaktadır². İlacın saklanması, atık bertarafı, evdeki diğer kişilere (çocuk, gebe) maruziyeti gibi durumlar hasta ve hasta yakınları için endişe konusudur^{1,2}.

Oral anti-kanser ilaç kullanan kanser hastası ve hasta yakınının yaşayabilecekleri zorluklar için yeterli eğitim ve desteklenmeye ihtiyaçları vardır³. Hasta yakınına görmezden gelmek veya eğitim ve takibe hasta yakınının dahil etmemek kanser hasta bakımı kalitesini etkileyecektir. Yapılan çalışmalarda hasta yakınına eğitime dahil etmeyen veya ilaç uyumunu artırmaya yönelik yapılan müdahalelere hasta yakınına dahil etmeyen pek çok çalışma görülmüştür⁴⁻⁶. Ek olarak da ilaç uyumu için yapılan müdahaleler çoğunlukla toksisite ve advers olayların izlenmesini içermekte, Oral anti-kanser ilaç ile ilişkili olan ve bakıcı ihtiyaçlarını ve yaşanan zorlukları ele alan çalışmalar oldukça azdır^{4, 6}. Çalışmamızda, Yeterince irdelenmeyen ve ihmal edilen bir alan olduğu için oral anti-kanser ilaç kullanan kanser hasta yakınının yaşadıkları sorunları belirlemek amacı ile bu çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

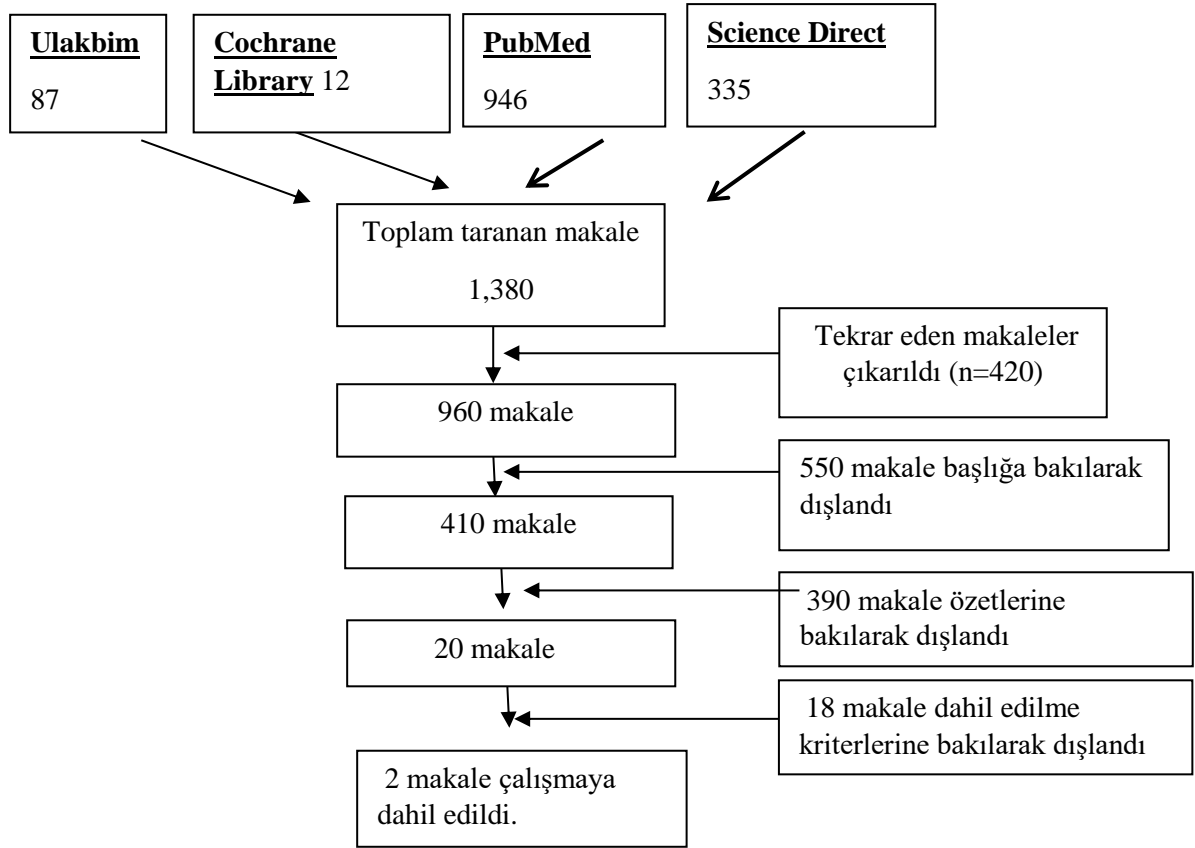
2.1. Araştırma Stratejisi

Metodolojik ve raporlama kalitesinin artırılması için PRISMA Bildirgesi kullanılmıştır. Bu doğrultu da ilk olarak araştırma sorusunun bileşenleri PICOS formatına göre oluşturulmuştur. Araştırma sorusu: **“Oral Anti-Kanser Ajan Kullanan Kanser Hastasına Bakım Verenlerin Yaşadığı Zorluklar Nelerdir?”**dır. Araştırma sorusu doğrultusunda belirlenen “caregivers”, “oral cancer medication”, “oral anticancer agent “oral chemotherapy”, “challenges”., anahtar kelimeleri kullanılarak Ulakbim Tıp Veri Tabanı, Science Direct, PubMed, ve Cochrane Library veri tabanlarında tarama yapılmıştır. Araştırma sonuçları EndNoteX7 referans yönetim sistemi ile birleştirilmiş ve tekrar eden makaleler belirlenmiştir. Çalışmaların metodolojik kalite değerlendirmesi, seçilen araştırma türlerine göre Joanna Briggs Enstitüsü (JBI) eleştirel değerlendirme listelerine göre yapılmıştır. Araştırmaya dahil edilme kriteri yayın dilinin Türkçe ya da İngilizce olması, Ocak 1999 -2019 tarihleri arasında yayınlanmış olması, Tam metnine ulaşılabilmesi olarak belirlenmiştir. Devam eden ve Tam metnine ulaşılabilmeyen çalışmalar dışlanmıştır (Şekil 1).

2.2. Kalite Değerlendirme

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların metodolojik kalite değerlendirmesi, Nahcivan ve Seçginli tarafından Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği yapılan Joanna Briggs Enstitüsü (JBI) eleştirel değerlendirme listelerine göre yapılmıştır⁷.

Şekil 1. PRISMA Akış Şeması



3. BULGULAR

Literatür incelemesi sırasında 1,380 makale taranmış ve makaleler başlık ve özetlerine göre incelenmiştir. En son uygunluk kriterlerine uyan 2 makaleye ulaşılmıştır. Bu derlemede araştırma kriterlerine uyan ve tam metne ulaşılabilen çalışmalardan toplam 2 Nitel çalışma incelenmiştir. Marshall ve ark. çalışmasında bakım vericilerin hepsi kadın ve yaş ortalamaları 61,4 iken, Morris ve ark. çalışmasında 7 hasta yakınından 3 kişi erkek ve yaş ortalamaları 55,7 idi. İlk çalışmada bakım verilen kanser hastaları hakkında bilgi yer almazken, ikinci çalışmada oral kemoterapi kullanan kanser hastalarının multiple miyelom olduğu ve yaş ortalamalarının 76.8 olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Marshall ve ark. çalışmasında; hasta yakınları en çok hastanın vücut sıvılarına maruz kalmak konusunda endişeli olduklarını ve özellikle cinsel ilişkileri negatif yönde etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca hasta yakınlarının ilaçların evde güvenli kullanım, imhası ve vücut sıvılarıyla ilgili bulaşma önlemleri konusunda yetersiz bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Yetersiz bilgiye sahip olmanın hasta yakınlarının kaygılarını artırdığı belirtilmiştir⁸. Aynı şekilde diğer çalışmada da tedavi ve ilaç tedavisi hakkında belirsizliğin hasta ve hasta yakınları

için ortak stres oluşturduğu görülmüştür⁹. Hasta yakınlarının gereksiz kaygısı nedeniyle ilaç kesintileri yaşandığı bildirilmiş, kesintilerin kendi destek eksiklikleri sebebiyle geliştiğini düşündükleri belirlenmiş ve özellikle ilaç kesintisi olduğunda aile üyelerinin anksiyetelerinin çok yükseldiği belirlenmiştir⁸. Marshall ve ark. çalışmasında hasta yakınlarının oral anti-kanser ilaçları buz kıracağı kullanarak eldivensiz kırmaya çalışmak, kapsül formdaki ilaçların açılması ve elma suyu ile karıştırılarak içirilmesi gibi yanlış uygulamalar görülmüştür⁸.

Diğer yandan Morris ve arkadaşlarının çalışmasındaki bulgularda hasta yakınlarının evde ilaç kullanımında uygulama aşaması ve duygusal etkenler açısından etkilendiğini göstermiştir. Hasta yakınlarının; bakım faaliyetleri, hastanın karmaşık oral tedavisine yardımcı olma, kombinasyon tedavileri ve yan etki izlemi gibi durumları birebir hasta ile yaşadıklarını göstermiştir. Hasta yakınlarının özellikle gelecekle ilgili korku ve belirsizlik yaşadıkları görülmüş, özellikle bakım sorumluluklarını ve iş hayatlarını dengelemede zorluklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir⁹.

Tablo1. Derlemeye Dahil Edilen Çalışmaların Çalışma Tipi, Örneklem Sayısı, İşlenen Temaların Dağılımı

Yazarlar/Yıl	Çalışma Tipi	Örneklem sayısı/Cinsiyet	Görüşme temaları
Marshall ve ark. (2018) ⁸	Nitel Çalışma Tümevarımsal yaklaşım bir Odak grup görüşmesi	7 hasta yakını/ Kadın	Kolaylık, güvenli kullanım, finansal endişeler, ilacın bakıcı üzerine etkisi, ilacın tıbbi yönetimi hakkında tedavi kursu, onkoloji profesyonellerinden destek almak
Morris ve ark. (2017) ⁹	Nitel Çalışma Derinlemesine görüşme fenomenolojik yaklaşım	7 hasta yakını 4 Kadın/3 Erkek	Bakıcıların üstlendiği görevler, bakıcı rolünün etkileri ve bakıcı bilgileri ve destek ihtiyaçları.

4. TARTIŞMA

Oral anti-kanser ilaç kullanımını pek çok açıdan kolaylık sağlasa da hasta ve hasta yakını için evde ilaç yönetiminde yetersizlik bir sorun olarak karşımıza çıkabilmektedir. Çalışmalarda hasta yakınları yetersiz ilaç eğitimi, karşılaşılabilecek durumlarda ne yapacağını bilmeme belirsizliği sebebiyle stres ve anksiyete yaşamaktadır. Literatürde kanser hastası ve hasta yakını için “belirsizlik” ortak problem olarak karşımıza çıkmaktadır¹⁰. Thomas ve ark. yaptığı çalışmada hasta yakınlarının neredeyse yarısı kaygı rapor ediyorken ve %14'ünde depresyon belirtileri mevcuttur. Bu çalışmada çıkan temalar ise “miyelom başa çıkmak” ve “bakım yükü¹¹” ‘dur. ASCO ve ONS, hasta eğitime mutlaka hasta yakınlarının da dahil edilmesi gerektiğini belirtmiş ve özellikle hasta yakınlarını ve aile üyelerini ilgilendiren, ilacın güvenli kullanımı, vücut sıvıları veya atıkları ile ilgili önlemler gibi konuların özellikle yer almasını önermektedir¹². Bir sonraki aşama da ise bakıcıların zorlanma, bakım yükü konusunda aile hekimliği tarafından taranması ve izlenmesi önerilmektedir¹³.

Bakım verenler aynı zamanda iş ve sosyal hayatlarının da ve ailedeki diğer kişilerle çocuk ve eş ilişkilerinin etkilendiğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca çalışmalarda hasta bakım verilen hasta grubunun yaş ortalaması yüksek olduğu görülmekte ve bu durum bakım vericiler için ayrıca komorbidite konusunda ekstra bir yük getirmektedir^{8,9}.

5.SONUÇ

Hasta yakınlarının ve beraber yaşanan diğer aile üyelerinin oral anti-kanser ilaç kullanımının ilk gününden itibaren sürekli desteğe ve bilgilendirmeye ihtiyaçları vardır. Onkoloji hemşireleri işlerinin doğası gereği hasta ve hasta yakınları ile fazlaca zaman geçirebilmektedir. Dolayısı ile bir bütün olarak ilaç eğitiminin verilmesi ve kullanımın izlenmesinde kilit rol oynayabilirler. Ek olarak hasta ve hasta yakınlarının ev ortamında izlenmesi ve takip edilmesi konusunda tele-sağlık hizmetleri, web tabanlı eğitimler, evde bakım hizmetleri gibi yeniliklerden yararlanabilirler.

KAYNAKÇA

1. Siden R, Kem R, Ostrenga A, Nicksy D, Bernhardt B, Bartholomew J. Templates of patient brochures for the preparation, administration and safe-handling of oral chemotherapy. **Journal of Oncology Pharmacy Practice**. 2014;20(3):217-224.
2. Weingart S, Brown E, Bach P, et al. NCCN Task Force Report: Oral chemotherapy. **Journal of the National Comprehensive Cancer Network: JNCCN**. 2008;6:S1-14.

3. Simchowitz B, Shiman L, Spencer J, et al. Perceptions and experiences of patients receiving oral chemotherapy. **Clinical journal of oncology nursing**. 2010;14(4).
4. Craven O, Hughes CA, Burton A, Saunders MP, Molassiotis A. Is a nurse-led telephone intervention a viable alternative to nurse-led home care and standard care for patients receiving oral capecitabine? Results from a large prospective audit in patients with colorectal cancer. **Eur J Cancer Care (Engl)**. May 2013;22(3):413-419.
5. Dalby CK, Nesbitt M, Frechette CA, Kennerley K, Lacoursiere LH, Buswell L. Standardization of initial chemotherapy teaching to improve care. **Clinical Journal of Oncology Nursing**. 2013;17(5).
6. Kondo S, Shiba S, Udagawa R, et al. Assessment of adverse events via a telephone consultation service for cancer patients receiving ambulatory chemotherapy. **BMC research notes**. 2015;8(1):315.
7. NAHCIVAN N, SEÇGİNLİ S. Sistematik Derlemeye Dahil Edilen Nicel Araştırmaların Metodolojik Kalitesi Nasıl Değerlendirilir? **Türkiye Klinikleri Journal of Public Health Nursing-Special Topics**. 2017;3(1):10-19.
8. Marshall VK, Vachon EA, Given BA, Lehto RH. Impact of Oral Anticancer Medication From a Family Caregiver Perspective. **Oncol Nurs Forum**. Sep 1 2018;45(5):597-606.
9. Morris M, Marshall-Lucette S. The Experience of Myeloma Caregivers During Home-Based Oral Chemotherapy Treatment: A Qualitative Study. **Semin Oncol Nurs**. Aug 2017;33(3):362-371.
10. Molassiotis A, Wilson B, Blair S, Howe T, Cavet J. Living with multiple myeloma: experiences of patients and their informal caregivers. **Supportive Care in Cancer**. 2011;19(1):101-111.
11. Thomas C, Morris SM, Harman JC. Companions through cancer:: the care given by informal carers in cancer contexts. **Social science & medicine**. 2002;54(4):529-544.
12. Neuss MN, Gilmore TR, Belderson KM, et al. 2016 Updated American Society of Clinical Oncology/Oncology Nursing Society Chemotherapy Administration Safety Standards, Including Standards for Pediatric Oncology. **Oncol Nurs Forum**. Jan 6 2017;44(1):31-43.
13. Kmietowicz Z. Opportunistic screening for depression can improve carers' health, says college. **Bmj**. May 13 2013;346:f3099.

**MASA ÜSTÜ KOHERENT FEMTOSANİYE X IŞINI LAZER KAYNAĞI
KULLANILARAK DİFRAKTİF GÖRÜNTÜLEME
DIFFRACTIVE IMAGING USING A TABLE-TOP COHERENT FEMTOSECOND SOFT
X RAY LASER SOURCE**

Dr. Muhammed SAYRAC
Cankiri Karatekin University

ÖZET

Koherent x ışını difraktif görüntüleme (CDI) tekniği, yapıların nano ölçek çözünürlüğünde görüntüsünü elde etmek için güçlü bir yöntem olmuştur. X ışını görüntüleme tekniği oldukça parlak ışık kaynağı üreten ve hızlandırıcı temelli olan serbest elektron lazerinden (FEL) elde edilen koherent atımlarla sınırlandırılmıştır. Ultra kısa lazer teknolojisindeki gelişmeler sayesinde, masa üstü femtosaniye lazerle çalışan x ışını kaynakları serbest elektron lazerleri için oldukça ekonomik bir alternatif x ışını kaynağı sunar. Lazerle çalışan x ışını kaynağı parlak, koherent bir ışık kaynağı üretir ve bu kaynağa kısa dalga boyu bölgesinde optik darbeler üreten yüksek harmonik üretimi (HHG) denir.

Numune yüksek harmonik üretimi kaynağıyla etkileşime girdiği zaman, nesnenin kırınım modeli oluşturulur. Daha sonra, numune görüntüsünden numunenin yapısını elde etmek için bir algoritma kullanılarak yeniden oluşturulabilir. Bu yöntem tutarlı difraktif görüntüleme (CDI) tekniği denir. Yüksek harmonik üretimi kaynağının tutarlı difraktif görüntüleme tekniği için deneysel uygulaması, nano-mikron nesnelere ve biyolojik numunelerin kompakt ve maliyeti düşük bir femtosaniye lazer sistemi kullanılarak masa üstü bir kaynakla görüntülenmesi için umut vericidir.

Bu çalışmada, üç farklı numune, yani 50 mikron kalınlığında bir tel, 100 mikron kalınlığında bir tel ve metal bir plaka harmonik kaynağının ilerleme yoluna yerleştirilmiştir. Her bir harmonik sinyalinin numunelerle etkileşimi sonucu, farklı harmonik sinyalleri için nesnenin bir difraktif desenini üretir. 42nm ve 38nm dalga boyuna karşılık gelen yüksek harmonik üretiminden gelen her bir harmonik sinyalleri, yük bağlaşımlı aygıt (CCD) kamera tarafından kayıt edilir. Harmonik mertebelerin görüntüsü, MATLAB yazılımı kullanılarak farklı dalga boyuna sahip olan her bir harmonik mertebeye için numunenin görüntüsünü elde etmek için analiz edilir.

Anahtar Kelimeler: X Işını Mikroskobu, Femtosaniyeli Lazer, Yüksek Harmonik Üretimi, Aşırı Ultraviyole, Attosaniye Bilimi

ABSTRACT

Coherent x ray diffraction imaging (CDI) technique has been a powerful method for capturing structures on the nanoscale. The x ray imaging technique has been limited to coherent pulses from a free electron laser (FEL), which is an accelerator based and highly brilliant light source. The improvements in ultrashort laser technology makes possible that tabletop femtosecond laser driven x ray sources offer a relatively inexpensive alternative for free electron lasers. The laser driven x ray source produces a bright, coherent light source, and this source is called high harmonic generation (HHG), which produces optical pulses in the short wavelength region.

When the sample is exposed by the HHG source, a diffraction pattern of the object is created. Then, the object image can be reconstructed by performing an algorithm to retrieve the structure of the sample. This method is called coherent diffractive imaging (CDI) technique. The CDI experimental application of HHG source is promising for imaging of nano-micron objects and biological samples with a table-top source by using a compact and inexpensive femtosecond laser system.

In this paper, three different samples, namely a 50 micron wire, a 100 micron wire and a metal plate are placed on the path of the propagating harmonic source. Each harmonic order interacting with the samples produces a pattern of the object for different harmonic orders. Each harmonic order corresponding to short wavelength of 42nm and 38nm are captured by a charge coupled device (CCD) camera. The image of the harmonic orders are further processed to analyze the image of the obstacle for different harmonic orders using MATLAB software.

Keywords: X Ray Microscopy, Femtosecond Laser, High Harmonic Generation, Extreme Ultraviolet, Attosecond Science

1. INTRODUCTION

Coherent diffraction imaging (CDI) technique has been used in broad application in both physical and life science applications. The conventional optical microscopy is capable of studying dynamic process in the samples. However, the resolution of the optical microscopy is around $\sim 200\text{nm}$, and it is limited by the wavelength in the visible region. To be able to reach better resolutions, shorter wavelength radiation is required. The high harmonic generation technique makes possible to reach shorter wavelength region. When the sample is exposed by HHG source, a diffraction pattern of the object is created. Then, the object image can be inverted to obtain high resolution image of the sample. This CDI experimental application of HHG source is promising for imaging of nano-micron objects with a table-top source by using a small and inexpensive femtosecond laser system.

There are several techniques for the imaging of the small size structure and even biological samples. These techniques are namely optical microscopy, electron microscopy, X-ray microscopy. These techniques have broad applications. However, they have also some drawback. For example, optical microscopy is limited by a diffraction limited spot of the optical wavelength ($\sim \lambda / 2$) [1] since the electron, charged particle interacting with matter results very short mean free path for the electrons. The X- ray microscopy provides high resolution imaging of a thick samples, but it is limited in broader application due to fabrication of the X- ray optics.

Recent progress in the imaging techniques improve the x-ray microscopy for broader use. The diffractive imaging technique from coherent table top x-ray beams have made possible nanometer-scale resolution imaging by replacing the imaging optics with a computer reconstruction algorithm [2, 3]. Advances in the coherent x-ray generation method make this source possible for individual laboratories having enough photon flux tabletop source for soft x-ray imaging process [4, 5].

Coherent diffractive imaging by using tabletop soft x-ray source promises for further progress because high harmonic generation, tabletop x-ray source, emits full coherent beams with sufficient photon flux for diffractive microscopy, and the generated wavelength can be as short as 13nm, where the nonlinear up conversion efficiency can be phase matched [5]. However, this HHG source is limited by conversion efficiency to reach high photon flux such as water window region, which is important for studying biological sample [6, 7]. Fortunately, this HHG photon flux can be enhanced several order of magnitude with the application of phase matching technique [8, 9].

In this work, introduction to the diffractive x-ray microscope using a tabletop x-ray source was presented. A 50 micron wire, a 100 micron wire and a metal plate are placed on the path of the propagating harmonic source. The harmonic orders for 19H and 21H order (42nm and 38nm) are obtained. Each harmonic order interacting with the samples produces a pattern of the object for different harmonic orders. Each harmonic order interacting with structure are captured by a charge coupled device (CCD) camera. The image of the harmonic orders are further processed to analyze the image of the obstacle for different wavelength source using MATLAB software.

2. EXPERIMENTAL SETUP

An amplified femtosecond radiation from a Ti:sapphire chirped-pulse amplification system (Spectra Physics, Spitfire) was used as a driving source. The laser system produces ~ 50 fs laser pulses at a repetition rate of 1 kHz. The central wavelength was 800 nm, and the energy per pulse was ~ 1 mJ. The output radiation is focused on the gas jet filled with Ar. Following the gas jet, the generated HHs propagate through the McPherson spectrometer. Three different structures, namely a $50\mu\text{m}$ wire, $100\mu\text{m}$ wire and a metal plate on the path of the HH radiation are inserted, Figure 1. The structures are placed 40cm from the spectrometer. The radiation interacts with the sample leaving the image on the charge coupled device (CCD) camera.

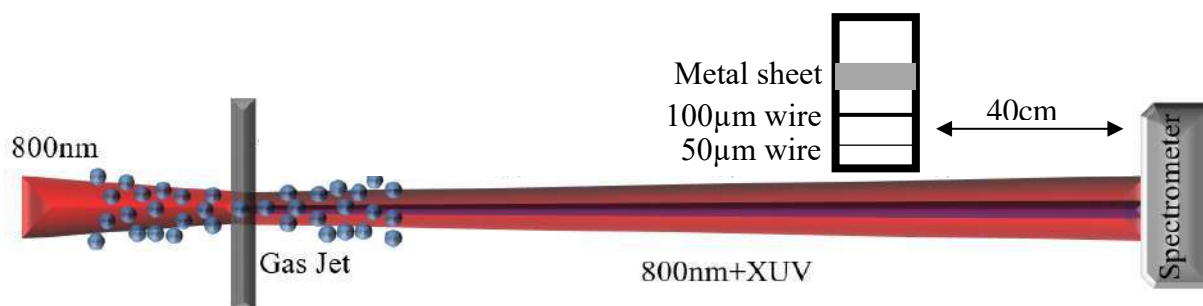


Figure 1. Demonstration of high harmonic generation experimental setup.

3. EXPERIMENTAL RESULTS

The experiment has been performed for different conditions. Initially the structure is removed from the path of the HHs radiation to take the reference harmonic spectrum, Fig. 2 (a). Figure 2 (a) shows the typical harmonic spectrum of 19th and 21st harmonic orders when the structure is removed. The $50\mu\text{m}$ thickness wire is placed on the path of the harmonic source, and the structure of the wire is captured, Fig. 2(b). Then the $50\mu\text{m}$ wire is removed and the $100\mu\text{m}$ wire is placed on the path of the harmonic radiation. The captured image of the $100\mu\text{m}$ wire is presented in Fig. 2 (c). The metal plate is placed on the harmonic radiation path, and a captured image of the metal plate is seen in Fig. 2 (d). The image of the samples are obtained using the harmonic source of 19th and 21st harmonic. Figure 2 presents the experimental results of harmonic radiation interacting with three different samples. The mark of the samples are clearly seen, Fig. 2 (b), (c). The $50\mu\text{m}$ and $100\mu\text{m}$ wires exposed to harmonic radiation are captured by the CCD camera. The marks of the wires are seen in the image of the harmonic orders, white rectangular in Fig. 2 (b), (c). The mark produced by the metal plate is not observed, Fig. 2 (d). The study shows that the optimized harmonic source can be useful to obtain information about the samples placed on the path of the harmonic source. This preliminary experimental work of imaging using high harmonic source is a promising approach to obtain high resolution image of the small size structure and it is even possible to image living samples.

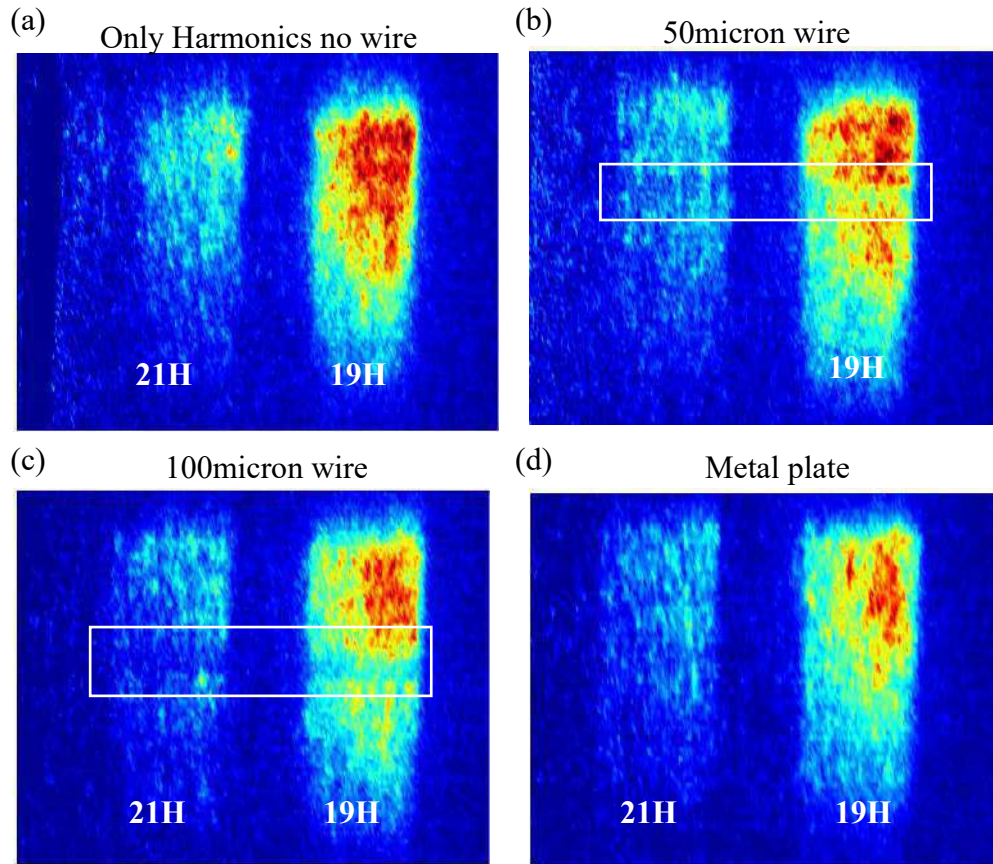


Figure 2. Harmonic spectrum captured at four different case (a) no object, (b) 50 μm wire, (c) 100 μm wire (d) metal plate.

4. CONCLUSION

The field of the lens less imaging has been developed about a decade ago. The imaging technique can be applied to many important research field with very high spatial resolution, and it has been used for applications especially in biological sample and nano materials. In this paper, the simple application of the HHs radiation on the small size objects has been demonstrated. Though not as popular as the coherent diffractive imaging, the micron sized structures (50 μm , 100 μm and metal plate) captured by short wavelength of 42nm and 38nm can be used to understand basic properties of the HHs radiation.

The future prospect of this work makes possible to reach higher resolution of subnanometer and even atomic resolution may be achievable. The major drawback of coherent diffraction imaging technique is the lack of tabletop coherent x ray sources in individual laboratories, and high harmonic generation process in individual laboratories makes available CDI method in the future.

REFERENCES

1. Hell, S. W., "Far-Field Optical Nanoscopy", Science, 316, 1153-1158, (2007).
2. Song, C., Ramunno-Johnson, D., Nishino, Y., Kohmura, Y., Ishikawa, T., Chen, C.-C., Lee, T.-K., and Miao, J., "Phase retrieval from exactly oversampled diffraction intensity through deconvolution", Physical Review B, 75, 012102, (2007).

3. Miao, J., Charalambous, P., Kirz, J., and Sayre, D., "Extending the methodology of X-ray crystallography to allow imaging of micrometre-sized non-crystalline specimens", *Nature*, 400, 342-344, (1999).
4. Vaschenko, G., Brewer, C., Brizuela, F., Wang, Y., Larotonda, M. A., Luther, B. M., Marconi, M. C., Rocca, J. J., Menoni, C. S., Anderson, E. H., Chao, W., Harteneck, B. D., Liddle, J. A., Liu, Y., and Attwood, D. T., "Sub-38 nm resolution tabletop microscopy with 13 nm wavelength laser light", *Optics Letters*, 31, 1214-1216, (2006).
5. Bartels, R. A., Paul, A., Green, H., Kapteyn, H. C., Murnane, M. M., Backus, S., Christov, I. P., Liu, Y., Attwood, D., and Jacobsen, C., "Generation of Spatially Coherent Light at Extreme Ultraviolet Wavelengths", *Science*, 297, 376-378, (2002).
6. Spielmann, C., Burnett, N. H., Sartania, S., Koppitsch, R., Schnürer, M., Kan, C., Lenzner, M., Wobrauschek, P., and Krausz, F., "Generation of Coherent X-rays in the Water Window Using 5-Femtosecond Laser Pulses", *Science*, 278, 661-664, (1997).
7. Chang, Z., Rundquist, A., Wang, H., Murnane, M. M., and Kapteyn, H. C., "Generation of Coherent Soft X Rays at 2.7 nm Using High Harmonics", *Physical Review Letters*, 79, 2967-2970, (1997).
8. Zhang, X., Lytle, A. L., Popmintchev, T., Zhou, X., Kapteyn, H. C., Murnane, M. M., and Cohen, O., "Quasi-phase-matching and quantum-path control of high-harmonic generation using counterpropagating light", *Nat Phys*, 3, 270-275, (2007).
9. Seres, J., Yakovlev, V. S., Seres, E., Streltsov, C., Wobrauschek, P., Spielmann, C., and Krausz, F., "Coherent superposition of laser-driven soft-X-ray harmonics from successive sources", *Nat Phys*, 3, 878-883, (2007).

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ'NDEKİ ÖĞRENCİLERİN RADYO
FREKANS ELEKTROMANYETİK ALAN KAYNAKLARINA KARŞI RİSK
DEĞERLENDİRMESİ**

RISK ASSESSMENT OF STUDENTS AT SULEYMAN DEMIREL UNIVERSITY
AGAINST RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD RESOURCES

Şahin TEKÇE
Sinan İLANBEY
İrem KARAMAN
Doç. Dr. Özlem COŞKUN
Süleyman Demirel Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde hızla gelişen teknoloji ile birlikte elektromanyetik alan maruziyetinde önemli oranda artış gözlenmektedir. İnsanlar çoğu zaman farkında bile olmadan, adeta bir elektromanyetik kirlilik balonu içerisinde yaşamlarını sürdürmektedir. Su, hava ve gürültü kirliliğinin yanı sıra insan sağlığına tehdit oluşturan en önemli kirlilik elektromanyetik radyasyon olmuştur. Bu nedenle, özellikle gelişen mobil iletişim sistemleri ile birlikte radyo frekans (RF) radyasyona maruziyetin artması bilim insanlarını bu konu üzerine araştırmalar yapmaya yönlendirmiştir. RF radyasyonun karaciğer, böbrek, beyin ve daha birçok canlı dokuda hasarlara neden olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır.

İnsanları bilmeden maruz kalınan bu elektromanyetik alanın olası etkilerinden korumak için, yapılan ölçüm ve değerlendirmeler oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Doğu ve Batı kampüslerindeki öğrencilerin yaşam alanlarında elektriksel ve manyetik alan ölçümlerinin yapılması ve ölçüm sonuçlarını uluslararası standartlara göre karşılaştırıp değerlendirmektir. Kampüs içinde elektrik alan ve manyetik alan ölçümleri için elektromanyetik alan ölçüm cihazı (EXTECH 480836, Extech Instrument Corporation, USA) kullanılmıştır. Ölçümler her fakültede ayrı ayrı yapılmış olup öğrenci yoğunluğunun en fazla olduğu saatler tercih edilmiştir. Sonuçlar, Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu'nun (ICNIRP) genel halk için belirlediği sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, üniversite genelinde elektrik alan şiddetinin 1.5 V/m'nin altında ve yoğun olarak 0.5 V/m'nin altında olduğu görülmüştür. Elde edilen tüm ölçüm sonuçları sınır değerler içerisinde bulunmuştur. Ancak bazı kalabalık yerlerde değerlerde yükselmeler olmuştur. Örneğin, Doğu yerleşkesi içerisinde bulunan kütüphane önünde daha yüksek değerler ölçülmüştür. Bu artışın sebebinin, bölgedeki öğrenci kalabalığı sonucu oluşan yoğun cep telefonu sinyallerinin olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik Alan Ölçümü, RF Elektromanyetik Alan, Elektromanyetik Kirlilik, Sınır Değerler

ABSTRACT

Today, with the rapidly developing technology, a significant increase in electromagnetic field exposure is observed. People often live in a bubble of electromagnetic pollution, without realizing it. In addition to water, air and noise pollution, the most important pollution that poses a threat to human health is electromagnetic radiation. Therefore, especially with the developing mobile communication systems, the increase in radio frequency (RF) radiation exposure has led scientists to make researches on this topic. RF radiation has been proven to cause damage to liver, kidney, brain and many other living tissues.

Measurements and evaluations are very important in order to protect people from the possible effects of this electromagnetic field which is unintentionally exposed. The aim of this study is to measure the electrical and magnetic field values in the living spaces of the students in

Eastern and Western campuses of Isparta Süleyman Demirel University and to compare and evaluate the measurement results according to international standards. The electromagnetic field measurement device (EXTECH 480836, Extech Instrument Corporation, USA) was used for the electric and magnetic field measurements in the campus. The measurements were made separately in each faculty and the hours in the highest student density were preferred. The results were compared with the limit values established by the International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) for the general public. When the results are examined, it is seen that the electric field strength is below 1.5 V/m and intensely below 0.5V/m throughout the university. All measurement results were found within the limit values. However, there have been increases in values in some crowded places. For example, higher values were measured in front of the library in the East campus. It is thought that the reason for this increase may be the intense cell phone signals caused by the crowd of students in the region.

Keywords: Electromagnetic Field Measurement, RF Electromagnetic Field, Electromagnetic Pollution, Limit Values

1. GİRİŞ

Günümüz modern teknolojileri ile ortaya çıkan en büyük sorunlardan biri elektromanyetik kirliliktir. Telekomünikasyonun gelişimi ile baz istasyonları ve radyo/TV vericilerinin artışı, çevremizdeki elektromanyetik kirliliği arttıran en önemli unsurlardandır. Bilgisayarlar, cep telefonları, kablosuz ağ (Wifi), Bluetooth, mikrodalga fırın gibi her gün kullandığımız pek çok cihazdan kaynaklanan elektromanyetik alanlar (EMA) doğal frekansımızı bozar. Elektromanyetik radyasyonun canlılar üzerinde etkisi bir anda ortaya çıkmaz. Zararlı etkilerin görülebilmesi bazen uzun zaman alabilir. Elektromanyetik radyasyonun (EMR) en masum biyolojik etkileri; baş ağrısı ve migren, gözde tahrişler ve katarakt, iştah kaybı, yorgunluk, baş dönmesi ve kusma, hafıza kaybı, depresyon, uyku bozukluğudur. Ancak çok daha ciddi etkileri de vardır. Beyinde tümör oluşumu, Alzheimer, Parkinson gibi hastalıklar, göz kanseri, epilepsi, mide ağrısı ve sindirim bozuklukları, lenfatik sistemin dengesizleşmesi, sinir sistemindeki bozukluk bunlara örnek olarak gösterilebilir (Ansal vd., 2018).

Elektromanyetik dalgalar, doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından yayımlanan ışınlardır. EMR, iyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak ikiye ayrılır. RF radyasyon cep telefonlarından yayılan radyasyon günlük hayatımızda en çok maruz kaldığımız radyasyon çeşitleridir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon sınıfına girerler. Elektromanyetik spektrumda yaklaşık 3 kilohertz (3 kHz) ile 300 gigahertz (300 GHz) aralığındaki frekanslarda bulunur (Söğüt vd., 2017).

Günümüzde genel halkın RF elektromanyetik alana maruz kaldığı en yaygın kaynaklar; radyo ve televizyon yayıncılığı, telekomünikasyon ve cep telefonları için baz istasyonları, RF tanımlama etiketleme sistemleri ve Wifi gibi kablosuz iletişim uygulamalarıdır. Dünya çapında cep telefonu şebekeleri, RF spektrumunun Ultra Yüksek Frekans (UHF) kısmının iletimi ve alımı için kullanılır. Günümüzde mobil iletişim için iki temel mobil iletişim teknolojisi kullanılmaktadır: Küresel Sistem (GSM) ve Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (UMTS) (3G) (Söğüt vd., 2017). Ülkemizde 4.5G teknolojisiyle hayatımıza giren LTE (Long-Term Evolution-Uzun vadeli evrim), bir başka RF EMA kaynağıdır. LTE (ağ teknolojilerine dayalı yüksek hızlı kablosuz veri aktarımı), mikrodalga spektrumunu işgal eden mevcut teknolojilerle bir arada bulunur (Gajsek vd., 2015).

Günlük yaşantımızda RF elektromanyetik alana maruziyet gün geçtikçe daha da artmaktadır. Bu da bilim insanlarını bu konu üzerinde daha derin incelemeler yapmaya yöneltmiştir. İnsan yapısı diğer canlı organizmalarda farklı işlemektedir. Farklı sistemlerden oluşmaktadır ve

birbirine bağlı süreçler döngüyü sağlamaktadır. Bu süreçlerin çoğunu düzenleyen iç biyolojik sinyallerdir. Yapılan çalışmalarda; elektromanyetik alanların bu biyoelektrik sinyallerin iletim yollarını değiştirerek farklı patolojilerin oluşmasına neden olabileceği belirtilmiştir (Panait vd., 2019).

Kablosuz sistemler ve baz istasyonları, iyonlaştırıcı olmayan spektrum dahilindeki 300 GHz'in altındaki frekanslarda çalışsa da, potansiyel sağlık etkileri çok fazla tartışma konusu olmuştur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından tanınan Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP), EMR'nin insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda uluslararası standartlar ve limitler oluşturmuştur. Her ülke kendi sınırlarını belirlemiştir (Kurnaz, 2016).

21 Nisan 2011 tarihli 27912 sayılı resmi gazetede yayınlanan elektronik haberleşme cihazlarından kaynaklanan elektromanyetik alan şiddetinin uluslararası standartlara göre maruziyet limit değerlerinin belirlenmesi, kontrolü ve denetimi hakkındaki yönetmeliğe göre ortamın toplam limit değerleri; GSM900 MHz'de elektrik alan şiddeti (E) için 41.25 V/m, manyetik alan şiddeti (H) için 0.111 A/m; GSM1800 MHz'de E için 58.34 V/m, H için 0.157 A/m ve UMTS2100 MHz'de E için 61 V/m, H için 0.16 A/m (Söğüt vd., 2017). Genel halk için farklı frekanslarda ICNIRP limit değerleri Tablo 1.'de verilmiştir (Çerezci ve Yener, 2016).

Tablo 1. Genel Halk Maruziyeti İçin ICNIRP Limit Değerleri

Frekans	Elektrik Alan Şiddeti E(kV/m)	Manyetik Alan Şiddeti (A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu B(T)
1 Hz–8 Hz	5	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$3.2 \times 10^{-2} / f^2$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
25 Hz–50 Hz	5	1.6×10^2	2×10^{-4}
50 Hz–400 Hz	$2.5 \times 10^2 / f$	1.6×10^2	2×10^{-4}
400 Hz–3 kHz	$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
3 kHz–10 MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

Özgül Soğurulma Oranı (Specific Absorbtion Rate, SAR), dokularda soğurulan enerji miktarıdır. Elektromanyetik spektrumda RF bölgesiyle ilgili belirlenen yönergeler ile halk ve mesleki maruziyetleri için SAR üzerinde, genel hem tüm vücut hem de bölgesel doku ısınmasını önlemeye yönelik bazı temel kısıtlamalar ve sınır değerler uygulamaya konmuştur. Bu değerler ortalama 6 dakikalık sürede vücut sıcaklığında 1°C'lik artışa neden olabilecek sınır değerler olarak belirlenmiştir. Bireylerin 30 dakika boyunca ortalama 4 W/kg'lık bir tüm vücut SAR değerine maruz kalmaları sonucu bu sıcaklık artışının meydana geldiği kabul edilmiştir (Lin, 2016).

İnsanların meslekleri gereği etrafındaki elektromanyetik radyasyondan haberdar olduğu ve gerekli eğitimleri alarak daha bilinçli hale geldiği düşünülerek mesleki maruziyet için tüm vücut ortalama sınır değer 0,4 W/kg olarak belirlenmiştir. Etrafındaki radyasyondan haberi olmadan bilinçsiz bir şekilde maruz kalan genel halk için ise beş kat koruma faktörü eklenerek tüm vücut ortalama sınır değer 0,08 W/kg olarak belirlenmiştir (Lin, 2016).

Şehir merkezi ve yakın bölgeleri, okullar, tıp fakülteleri, alışveriş merkezleri ve üniversite kampüsleri insan yoğunluğunun en fazla olduğu bölgelerdir. Dolayısıyla, modern yaşantının bir parçası olarak herkesin kullandığı cep telefonları ile birlikte mobil iletişim sistemlerinde kullanılan 3kHz-300GHz aralığındaki frekanslarda EMA maruziyeti artacaktır. RF radyasyon maruziyetinin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri birçok çalışmada belirtilmiştir. RF alana maruziyetin hücrelerde apoptoza, DNA hasarına ve gen ekspresyonunda değişikliğe neden olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Tüysüz vd., 2019). Bu nedenle insan

yoğunluğunun oldukça fazla olduğu bu gibi ortamlarda sıklıkla EMR ölçümü yapılmalı ve bölgenin elektromanyetik kirlilik haritalarının çıkarılması gerekmektedir (Karadağ vd., 2014).

Bu çalışmada da, Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Doğu ve Batı yerleşkelerinde EMA kirliliğinin yüksek olabileceği bölgelerde, elektromanyetik alan ölçümleri yapılarak konuya katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

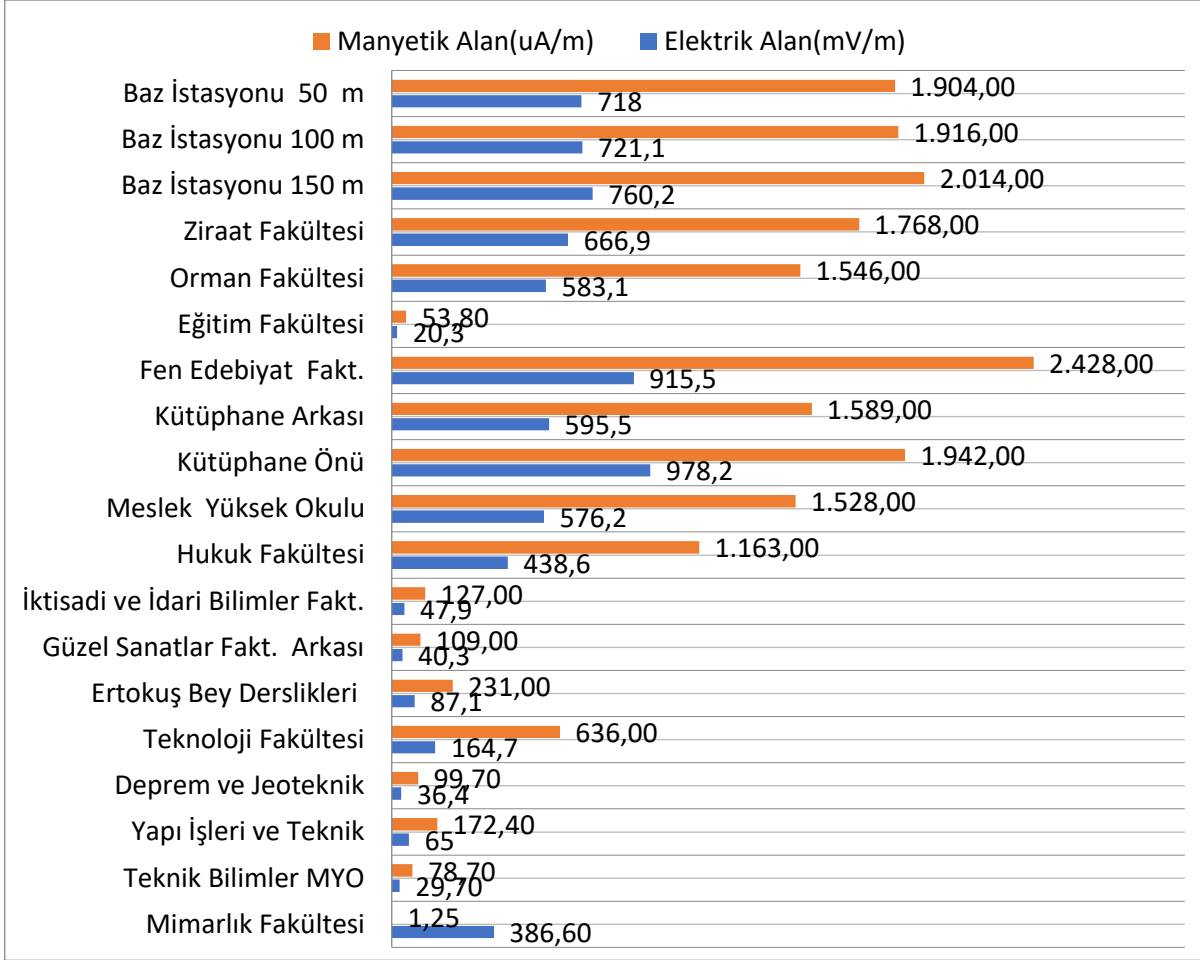
Elektrik ve manyetik alanlar, çok düşük frekanslarda birbirlerinden bağımsız davrandıkları için ölçümler ayrı ayrı yapılmalıdır. Yüksek frekanslı ortamlarda ise (baz istasyonları vb.) elektrik alan ve manyetik alan birbirine bağlı ve dik olarak hareket eder. Bu nedenle ortamda yapılan ölçümlerde sadece bir tanesinin değeri ölçülür. Bu değer genellikle elektrik alan şiddeti olur. Ölçülen büyüklükten diğerini hesaplamak için aralarındaki $H = E/377$ A/m bağlantısı kullanılır (Demirtaş ve Bibi, 2017).

Çalışmaya, Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi'nin merkezi kampüsünde kurulu baz istasyonları ve etkisinde olan fakültelerin belirli bir kısmı dahil edilmiştir. Kampüs içinde elektrik alan ve manyetik alan ölçümü için elektromanyetik alan ölçüm cihazı (EXTECH 480836, Extech Instrument Corporation, USA) kullanılmıştır. Ölçüm sırasında elde edilecek değer x, y ve z koordinatlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Ölçüm cihazı, 50 MHz ile 3.5 GHz aralığındaki frekanslarda çalışabilmektedir. Elektrik alan şiddetini 0.01 V/m - 300 V/m aralığında ölçebilmektedir. Ayrıca cep telefonları, baz istasyonları, Wifi, RF algılama ve mikrodalga sızıntısı EMA ölçümleri için idealdir. Üç kanallı (üç eksenli) ölçüm probu ile yönsüz (izotropik) ölçüm yapabilen manuel bir cihazdır.

Ölçümler Süleyman Demirel Üniversitesi doğu ve batı kampüsleri içerisinde yapılmıştır. Maruz kalınan elektromanyetik alan seviyesinin belirlenmesi için ölçümler öğrencilerin yoğun olduğu saatlerde yapılmıştır. Ölçüm sonuçları, Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) tarafından halk maruziyeti için belirlenmiş olan elektrik alan ve manyetik alan sınır değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları Tablo 2.'de verilmiştir.

3. BULGULAR

Tablo 2. Ölçüm Sonuçları



4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

ICNIRP tarafından halk maruziyetinde tek bir cihaz için sınır elektrik alan değeri 10 V/m olarak belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda yüksek frekans kaynaklı elektrik alan değerlerinin ICNIRP tarafından belirlenmiş olan halk maruziyet limitlerini aşıp aşmadığına bakılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, üniversite genelinde elektrik alan şiddetinin 1.5 V/m'nin altında ve yoğun olarak 0.5 V/m'nin altında olduğu görülmüştür. Elde edilen tüm ölçüm sonuçları sınır değerler içerisinde bulunmuştur. Ancak bazı kalabalık yerlerde değerlerde yükselmeler olmuştur. Örneğin, Doğu yerleşkesi içerisinde bulunan kütüphane önünde daha yüksek değerler ölçülmüştür. Bu artışın sebebinin, bölgedeki öğrenci kalabalığı sonucu oluşan yoğun cep telefonu sinyallerinin olabileceği düşünülmektedir.

Elektromanyetik dalgalar, termal ve termal olmayan olarak iki tip etki oluşturur. Standartlarda olan limit değerler ise vücut sıcaklığında 1°C ısı artışına neden olabilecek değerlere göre belirlenmiş, termal olmayan etkiler dikkate alınmamıştır. Ölçüm sonuçlarında sınır değerlerini önemli derecede aşan bir bölge bulunmasa da uzun süreli etkiler düşünüldüğünde önemli sağlık problemleri ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle üniversiteler, alışveriş merkezleri gibi insan yoğunluğunun fazla olduğu bölgeler ve baz istasyonu yakınındaki bölgelerin sıklıkla incelenmesi. Bu bölgelerde uygun aralıklarda ölçümler alınarak sonuçların değerlendirilmesi gerekmektedir. Eğer elde edilen verilerde olumsuz biyolojik etkilere neden olabilecek yüksek değerler varsa bölge halkı bilgilendirilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

4. KAYNAKLAR

1. Ansal, K. A., Jose, D. S., & Rajan, R. K. (2018, December). Review on Biological Effect of Electromagnetic Radiation. In *2018 International Conference on Circuits and Systems in Digital Enterprise Technology (ICCSDET)* (pp. 1-5). IEEE.
2. Çerezci, O., & Yener, Ş. Ç. (2016, November). Çevremizdeki Elektromanyetik Kirlilik ve Sağlığımıza Etkileri. In *3rd International Symposium on Environment and Morality (ISEM2016) 4-6 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey*.
3. DEMİRTAŞ, M., & Ahmet, B. İ. B. İ. (2017). Baz İstasyonu Ölçümlerinin Konuma Bağlı Olarak Gerçek Zamanlı Kaydedilmesine Yönelik Arayüz Geliştirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, *10*(4), 451-460.
4. Gajšek, P., Ravazzani, P., Wiart, J., Grellier, J., Samaras, T., & Thuróczy, G. (2015). Electromagnetic field exposure assessment in Europe radiofrequency fields (10 MHz–6 GHz). *Journal of exposure science and environmental epidemiology*, *25*(1), 37.
5. Karadağ T., Özdemir, A.R., Abbasov, T. (2014). Seçilmiş Bir Pilot Bölgede Uzun Süreli ve Sürekli Elektromanyetik Kirlilik Seviyelerinin Ölçülmesi ve Haritalanması. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Part:C, Tasarım Ve Teknoloji*, *2*(3):239-246.
6. Kurnaz, Ç. (2016). An empirical modelling of electromagnetic pollution on an university campus. *The Applied Computational Electromagnetic Society Express Journal*, *1*(2), 76-79.
7. Lin, J. C. (2016). Human exposure to RF, microwave, and millimeter-wave electromagnetic radiation [Health Effects]. *IEEE Microwave Magazine*, *17*(6), 32-36.
8. Panait, D. E., Jufa, A. C., Floroian, L., Pascu, A. M., Badea, M., Popa, M., ... & Bungau, S. (2019). Electromagnetic Pollution of the Environment Due Leakage Radiation from Microwave Ovens. *MATERIALE PLASTICE*, *56*(1), 82.
9. Söğüt, Ö., Küçükönder, E., & Şahin, Ö. (2017). Kahramanmaraş Onikişubat İlçesinde Alparslan Türkeş ve Hanefi Mahçiçek Bulvarları Boyunca Elektromanyetik Kirliliğin Ölçülmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *20*(3), 84-95.
10. TÜYSÜZ, M. Z., Kayhan, H., SAĞLAM, A. S. Y., BAĞRIAÇIK, E. U., YAĞCI, M., & CANSEVEN, A. G. (2019). Cep telefonu maruziyetinden kaynaklanan Radyofrekans elektromanyetik alanın apoptoz üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, *16*(1), 123-129.

**NANOAKIŞKAN KULLANILAN GERİYE DÖNÜK ADIM AKIŞINDA
FARKLI ADIM KÖŞE YAPILARININ ISI TRANSFERİ VE
AKIŞ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

HEAT TRANSFER AND FLOW PROPERTIES RESEARCH OF DIFFERENT STEP-CORNER STRUCTURES AT BACKWARD-FACING STEP FLOW USED NANOFLUID

Dr. Öğr. Üyesi Koray KARABULUT

Dr. Öğr. Üyesi Doğan EnginALNAK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

ÖZET

Ayrılmış akış bölgesinin kontrolü, ısı ve kütle transferi miktarını artırmak için oldukça önemlidir. Bu amaçla, günümüzde ısı yayılım ve ısı iletkenlik gibi termofiziksel özellikleri son derece iyi olup, mükemmel bir kararlılık ve ısı taşınım katsayısı değerlerine sahip olan nanoakışkanların kullanılması yönünde çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, dikey olarak konumlandırılmış geriye dönük adım akışı geometrisinde $h/2$ ve $3h/4$ olmak üzere farklı pah uzunluklu adım köşe yapılarının pahsız (normal) geometriye göre ısı transferi ve akış özellikleri hacimce %0.01 konsantrasyona sahip GO-saf su nanoakışkanının kullanılmasıyla saf su ile karşılaştırılarak sayısal olarak incelenmiştir. Akışkanların kanala giriş sıcaklıkları 303 K iken, geriye dönük adımın sabit duvar yüzey sıcaklığı 316.5 K' dir. Geriye dönük adımın arkasındaki duvarlardan biri sabit sıcaklıkta tutulurken diğerleri adyabatiktir. Çalışmanın sonuçları, üç boyutlu ve zamandan bağımsız olarak korunum denklemlerinin $k-\epsilon$ türbülans modeli, Boussinesq yaklaşımıyla ANSYS-FLUENT bilgisayar programıyla çözülmesiyle elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan nanoakışkan tek fazlı kabul edilmiş olup, deneysel olarak elde edilen termofiziksel özellikler kullanılmıştır. Geriye dönük adımın genişleme oranı 1.5' dir. Çalışma, 7500 ve 10000 olmak üzere farklı Reynolds sayılarında gerçekleştirilmiştir. Sunulan çalışma, literatürde bulunan çalışmanın sayısal sonuçlarıyla karşılaştırılmış olup birbirleriyle uyumlu ve kabul edilebilir oldukları görülmüştür. Sonuçlar, Nu sayısı, akışkan sıcaklık, türbülans kinetik enerji ve basınç değişimleri olarak sunulmuştur. Ayrıca, geriye dönük adım akışı geometrisinde, sıcaklık ve hız konturları ve akım çizgisi dağılımları görselleştirilmiştir. $Re=7500$ için %0.01 GO-saf su nanoakışkanının akışında $3h/4$ pah uzunluklu geriye dönük adım geometrisinin ortalama Nu sayısının saf su kullanılan geometriden %11.85 daha fazla olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Geriye dönük adım akışı, Ayrılmış akış, Nanoakışkan, Isı transferi

ABSTRACT

Control of the separated flow zone is crucial to increase the amount of heat and mass transfer. For this purpose, today, thermophysical properties such as thermal dispersion and thermal conductivity are extremely good, and various researches are being made to use nanofluids that have excellent stability and heat transfer coefficient values. In this work, the heat transfer and flow properties of step corner structures with different chamfer lengths as $h/2$ and $3h/4$ according to without chamfer (normal) geometry have been numerically searched by using GO-distilled water nanofluid having 0.01% volumetric concentration comparing with distilled water at the vertically positioned backward-facing step flow geometry. While the inlet temperatures of fluids to the duct are 303K, the constant wall surface temperature of the backward-facing step is 316.5K. One of the walls behind the backward-facing step has been kept at a constant temperature while the others are adiabatic. The results of the study have been achieved by solving conservation equations with three dimensional and steady $k-\epsilon$ turbulence model with Boussinesq approach using ANSYS-FLUENT computer program. The nanofluid used in the study have been considered as single-phase and experimentally obtained thermophysical properties have been employed. The expansion rate of the backward-facing step is 1.5. The

study has been carried out in different Reynolds numbers of 7500 and 10000. The present study has been compared with the numerical results of the work found in the literature and it has been found that they are compatible and acceptable to each other. The results have been presented as the variations of Nu number, fluid temperature, turbulence kinetic energy and pressure. In addition, the contours of the temperature and velocity and streamline distributions have been visualized in backward-facing step flow geometry. For $Re=7500$, the average Nu number value of the step geometry with $3h/4$ at the 0.01% GO-distilled water nanofluid flow has been found to be 11.85% higher than the geometry of distilled water.

Keywords: Backward-facing step flow, Separated flow, Nanofluid, Heat transfer

1. GİRİŞ

Birçok mühendislik uygulamasında bir ayrılmış akış modeli olan geriye dönük adım akışıyla karşılaşmaktadır. Bir aracın arkasındaki ayrılma akışı, bir yoğunlaştırucu/yakıcının içi veya bir motorun giriş tüneli akışı, büyük hücum açısında kanat uçlarında, hız kesici kanat akışlarında ve ayrıca bir tekne veya binanın etrafındaki akış geriye dönük adım akışı örnekleridir.

Enerji dönüşümü uygulamalarında kullanılan ısı değiştiriciler, güneş ısıtıcıları, nükleer reaktörler, soğutucular ve hidrojen depolama üniteleri gibi sistemlerin ısı performansları temel olarak su, etilen glikol ve yağ gibi geleneksel ısı transferi akışkanlarının termofiziksel özelliklerine bağlıdır. Bununla birlikte, su, yağlar ve glikoller sahip oldukları düşük ısı iletkenlikleri nedeniyle zayıf ısı transferi performansı sergilemektedirler. Günümüzde de bu doğrultuda akışkanların ısı transferi özelliklerini iyileştirmek amacıyla araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, katı malzemeler, sıvılardan daha yüksek ısı iletkenlik değerlerine sahip olduklarından sıvıya eklenen katı parçacıklar kullanılan (taban) akışkanının ısı iletkenliğini ve ısı transferi performansını artırmaktadırlar [1]. İlk başlarda, mikrometre hatta milimetre boyutlu katı parçacıklar süspansiyon oluşturmak için taban akışkanlarına karıştırılmıştır. Buna ek olarak, nanoparçacıklara kıyasla büyük boyutlu olan bu katı parçacıklar, boru hatlarını aşındırıcı etkide bulunması, mikro kanallarda tıkanmalara yol açması ve basınç düşüşünü artırması gibi uygulamada kısıtlayıcı birtakım istenmeyen sonuçlara sebep olmaktadır. Bunun yanında, parçacıkların büyük boyuta sahip olması ve üretim aşamasında küçük boyutlu parçacıklarda yaşanan zorluklar uygulamayı kısıtlayıcı diğer faktörler olmuştur. Bununla birlikte, başlangıçta yalnızca teorik bir ilgi alanı olan sıvı süspansiyon şeklindeki karışımlar araştırmacıların yaptıkları deneysel çalışmalar neticesinde gelecek vaat edici etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bu sebeple, 1881 yılında Maxwell' in öncülüğünde başlatılan ve ısı iletkenlik değerini artırmak amacıyla geleneksel ısı transferi akışkanlarına katı parçacıkların eklenmesi düşüncesi yeni bir fikirdir [2-3]. Bu akışkanların özelliklerindeki iyileşmeler son derece kritik bir öneme sahip olduğu için nanoakışkan olarak adlandırılan yenilikçi çalışma akışkanları üzerindeki araştırmalar da son zamanlarda ilgi odağı haline gelmiştir [4-5]. Nanoakışkan, 100 nm ve daha küçük boyuttaki metal, metal oksit, tek ve çok katmanlı karbon nanotüp, grafit, grafen, grafen oksit, grafen nano ribbon gibi parçacıkların genelde deformasyon hızının kayma gerilmesi ile doğru orantılı olarak değiştiği Newton kuralına uyan akışkanlar içerisine düşük konsantrasyonlarda eklenmesiyle oluşturulan süspansiyon şeklindeki akışkanlara denilmektedir. Nanoakışkanlar, ısı yayılım ve ısı iletkenlik gibi termofiziksel özellikleri iyileştirirken, mükemmel bir kararlılık ve taşınım ısı transferi katsayısı değerleri sağlamaktadırlar ve ayrıca basınç düşüşü ve pompalama gücünde taban akışkanına göre çok az bir artış meydana getirmektedirler [6-7]. Geleneksel olarak kullanılan akışkanlara nanoparçacıkların eklenerek yeni akışkan elde edilmesi düşüncesinin ısı iletkenlikte iyileşme sağlanarak akışkanın ısı transferi performansını artırmak amacıyla olduğu düşünüldüğünde nanoakışkanlar üzerinde yoğun olarak araştırma yapılması olağan kabul

edilmektedir. Metal ve metal oksitlerle karşılaştırıldığında karbon kökenli malzemeler yüksek ısı iletkenliğe ve düşük yoğunluğa sahip oldukları için daha çok ilgi görmektedirler [8].

Son yıllarda, ayrılma ve yeniden birleşmeli akışlar için prototip olarak geriye dönük basamak akışında çeşitli çalışma akışkanlarıyla çalışılmıştır. Armaiy ve ark. [9] hava ile yaptıkları deneylerinde girişte Re sayısını artırarak akış tipini değiştirmişlerdir. Yeniden birleşme noktasının bu genel parametreye bağlı olduğunu ve esasen laminar, geçiş ve türbülanslı akış arasında değiştiğini bulmuşlardır. Ayrıca, yeteri kadar büyük Re sayısı ve tam gelişmiş türbülanslı akış için yeniden birleşme noktası Re sayısından bağımsız olmaktadır. Nadge ve Govardhan [10] yeniden dolaşım bölgesinin şekli üzerinde Re sayısı ve adım yüksekliği gibi genel parametrelerin etkilerini çalışmışlar ve bu bölgenin eğer yeniden birleşme uzunluğu ve adım yüksekliği boyutsuzsa incelenen değişken aralığı boyunca tamamen değişmeden kaldığını göstermişlerdir. Kasagi ve Matsunaga [11] üçlü korelasyonları ve tam gelişmiş türbülanslı geriye dönük basamak akışında türbülans kinetik enerji yığınlarını ölçmüşlerdir. Le ve ark. [12]'nin yapmış oldukları sayısal araştırmalardan birinde detaylı olarak türbülans hareketlerinin etkileşimleri incelenmiştir. Onların yüksek çözünürlükteki verileriyle deneylerde ölçümü oldukça zor olan duvar kayma oranı ve Reynolds gerilme yığınları hesaplanabilmiştir. Bununla birlikte, zamanla büyük ölçüde değişen bir yerleşimde tam gelişmiş türbülanslı akış ani yeniden birleşmesi meydana gelmektedir. Bu konu, ileri sıvı akışının belirli bir yüzdesine kadar yeniden bağlanma ile ilgili olarak bazı araştırmacıları teşvik etmiştir [13].

Geriye dönük basamaklı akışlardaki ısı transferi çalışmaları hala oldukça azdır. Vogel ve Eaton [14] tarafından yapılan deney çalışmasında sık kullanılan bir kıyaslama durumu olarak havada türbülanslı ısı transferi incelenmiştir. Araştırmacılar, klasik Re karşılaştırmasının ortalama akışı sürdürmediğini fakat özellikle yeniden birleşme bölgesinde dalgalanan değerlerin fazla olduğunu göstermişlerdir. Reynolds karşılaştırması, duvardaki ısı transferinin duvardaki kaymayla orantılı olduğunu varsaymaktadır. Keating ve ark. [15] sayısal olarak bu durumu başarılı bir şekilde çalışmışlar ve duvar yakınındaki ısı transferini etkileyen türbülanslı yapıları tanımlamışlardır. Bir adım arkasındaki türbülanslı ısı transferinin diğer bir durumu taşıma aracı olarak havanın kullanıldığı durumu düşünen Avancha ve Pletcher [16] tarafından sayısal olarak araştırılmıştır. Yapılan her iki sayısal çalışma da Reynolds benzeşiminin yeniden birleşme bölgesini sürdürmediğini göstermiştir.

Bu çalışmada, dikey olarak yerleştirilmiş geriye dönük adım akışı geometrisinde $h/2$ ve $3h/4$ olmak üzere farklı pah uzunluklu adım köşe yapılarının düz modele (pahsız) göre ısı transferi ve türbülanslı akış özellikleri Reynolds sayısının 7500 ve 10000 değerleri için sayısal olarak incelenmiştir. Geriye dönük adımın arkasındaki duvarlardan biri sabit sıcaklıkta tutulurken diğerleri adyabatiktir. Çalışma akışkanları olarak %0.01 hacimsel konsantrasyonlu GO (Grafen oksit)-saf su nanoakışkanı ve saf su kullanılmıştır. Akışkanların kanala giriş sıcaklıkları 303 K iken geriye dönük adımın arkasındaki duvarın sıcaklığı 316.5 K' dir. Geriye dönük adımın genişleme oranı 1.5' dir. Literatürde yapılan çalışmalarda da görüldüğü gibi uygulamada sıvı akışkanlarla çalışılması durumunda özellikle dikey konumlandırımlarda sıcaklık farkı büyük olursa kaldırma etkilerinin dikkate alınması önem arz etmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışmada da bu amaçla kaldırma etkileri Boussinesq yaklaşımı kullanılarak dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonuçları, üç boyutlu ve zamandan bağımsız olarak korunum denklemlerinin k-ε türbülans modeli, Boussinesq yaklaşımıyla ANSYS-FLUENT bilgisayar programıyla çözülmesiyle elde edilmiştir. Sunulan çalışma, literatürde bulunan çalışmanın sayısal sonuçlarıyla karşılaştırılmış olup birbirleriyle uyumlu ve kabul edilebilir oldukları görülmüştür. Sonuçlar, Nu sayısı, akışkan sıcaklık, türbülans kinetik enerji ve basınç değişimleri olarak sunulmuştur. Ayrıca, geriye dönük adım akışı geometrisinde, sıcaklık, hız ve akım çizgisi dağılımları görselleştirilmiştir.

2. SAYISAL YÖNTEM

Sayısal çalışma, üç boyutlu ve zamandan bağımsız olarak süreklilik, momentum ve enerji denklemlerinin ANSYS-FLUENT sonlu hacimler yöntemine dayalı bilgisayar programı kullanılarak çözülmesiyle yapılmıştır. Çalışmada türbülans modeli olarak k-ε modeli kullanılırken, Boussinesq yaklaşımıyla kaldırma etkileri de dikkate alınmıştır.

Sonlu hacimler yöntemi, hesaplaması yapılacak geometriyi çözüm yapmak için parçalara bölme ve sonra her bir parça için elde edilen bu çözümleri bir araya getirerek probleme ait genel bir çözüm elde etme temellidir. Bu yöntemde, kontrol hacmi esaslı bir teknik kullanılarak korunum denklemleri sayısal olarak çözümlenebilen cebirsel denklem sistemlerine dönüştürülür. Bu yöntem, her bir kontrol hacmi için korunum denklemlerinin integre edilmesiyle ulaşılan ve değişkenler için kontrol hacmine ait ayrık eşitliklerin bulunması tekniğidir. Ayrık eşitliklerin doğrusal denklem sistemlerine dönüştürülmesinden sonra iterasyona bağlı çözümleyle istenen yakınsaklık ölçüsü sağlanıncaya kadar hız, basınç ve sıcaklık gibi değişkenler güncellenir. En kullanışlı ağ yapısı için hız, sıcaklık ve basınç değişkenliğinin önemli olduğu bölgelerde ağ yapısının sıklığı artırılmalıdır. Süreklilik ve momentum denklemleri için hesapların yakınsaması, yakınsaklık ölçeği 10^{-6} 'dan daha az olduğunda durdurulurken, bu değer enerji denklemleri için 10^{-7} 'dir. Simülasyon için dörtyüzlü (tetrahedral) ağ yapısı kullanılmıştır.

Geometri boyunca akış ve ısı transferi aşağıda açıklandığı gibi gövde kuvvetinin olmadığı kararlı durum koşullarında kütle, momentum ve enerjinin korunumu denklemlerinden elde edilen kısmi diferansiyel denklemler ile çözülmüştür [17].

Süreklilik denklemi

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

Momentum denklemi

x momentum denklemi

$$\begin{aligned} & \left[\bar{u} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{u}'^2)}{\partial x} \right] + \left[\bar{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{u}'v')}{\partial y} \right] + \left[\bar{w} \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} + \frac{\partial (\bar{u}'w')}{\partial z} \right] \\ & = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial z^2} \right) \end{aligned} \quad (2.1)$$

y momentum denklemi

$$\begin{aligned} & \left[\bar{u} \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{v}'^2)}{\partial x} \right] + \left[\bar{v} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{v}'v')}{\partial y} \right] + \left[\bar{w} \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} + \frac{\partial (\bar{v}'w')}{\partial z} \right] \\ & = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial z^2} \right) + \beta g \Delta T \end{aligned} \quad (2.2)$$

z momentum denklemi

$$\begin{aligned} & \left[\bar{u} \frac{\partial \bar{w}}{\partial x} + \frac{\partial (\overline{w'^2})}{\partial x} \right] + \left[\bar{v} \frac{\partial \bar{w}}{\partial y} + \frac{\partial (\overline{w'v'})}{\partial y} \right] + \left[\bar{w} \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} + \frac{\partial (\overline{w'w'})}{\partial z} \right] \\ & = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial z} + \nu \left(\frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial z^2} \right) \end{aligned} \quad (2.3)$$

burada \bar{u}' , \bar{v}' , \bar{w}' sırasıyla x,y,z yönlerindeki ortalama dalgalı hız bileşenleridir.

Enerji denklemi

$$\begin{aligned} & \left[\bar{u} \frac{\partial \bar{T}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{T}}{\partial z} \right] + \frac{\partial (\overline{u'T'})}{\partial x} + \frac{\partial (\overline{v'T'})}{\partial y} + \frac{\partial (\overline{w'T'})}{\partial z} \\ & = \left(\frac{k}{\rho c_p} \right) \left(\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial z^2} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

Bu denklemlerde, ρ yoğunluk (kg/m^3), ν kinematik viskozite (m^2/s), p basınç (N/m^2), k ısı iletkenlik (W/mK), \bar{T} ortalama sıcaklık (K), c_p özgül ısı (J/kgK), ve \bar{u} , \bar{v} , \bar{w} sırasıyla x, y ve z yönlerindeki ortalama hızlardır (ms^{-1}).

Bu çalışmada kullanılan türbülans modelinde (k - ϵ), ϵ türbülans dağılım terimini belirtirken (m^2/s^3), k' ve ϕ sırasıyla türbülans kinetik enerji (m^2/s^2) ve viskoz dağılım terimini (m^2/s^3) göstermektedir.

Daimi akış için türbülans kinetik enerjisi denklemi

$$\begin{aligned} \frac{\partial (\rho \bar{u} k')}{\partial x} + \frac{\partial (\rho \bar{v} k')}{\partial y} + \frac{\partial (\rho \bar{w} k')}{\partial z} & = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k'}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k'}{\partial y} \right) \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k'}{\partial z} \right) + \mu_t \phi - \rho \epsilon \end{aligned} \quad (4)$$

Türbülans viskozitesi

$$\mu_t = C_{\mu'} \rho \frac{k'^2}{\epsilon} \quad (5)$$

Türbülans kinetik enerji

$$k' = \frac{1}{2} (\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{w'^2}) \quad (6)$$

Viskoz dağılım terimi

$$\begin{aligned} \phi & = 2\mu \left[\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial z} \right)^2 \right] \\ & + \mu \left[\left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} + \frac{\partial \bar{w}}{\partial x} \right)^2 \right] \end{aligned} \quad (7)$$

Burada, μ dinamik viskozitedir ($\text{kgs}^{-1}\text{m}^{-1}$).

Türbülans kinetik enerji dağılım denklemi

$$\begin{aligned} & \frac{\partial(\rho\bar{u}\varepsilon)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho\bar{v}\varepsilon)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho\bar{w}\varepsilon)}{\partial z} \\ & = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right) + C_{1\varepsilon} \mu_t \frac{\varepsilon}{k'} \phi - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k'} \end{aligned} \quad (8)$$

Model sabitleri olan C_μ , $C_{1\varepsilon}$, $C_{2\varepsilon}$, σ_k ve σ_ε standart k- ε türbülans modelinde kullanılan genel saptanmış değerlerdir [17]. Bu sabitlerin değerleri, birçok türbülanslı akış için çok sayıda veri uyumuyla sağlanmıştır. Bu sabitlerin değerleri aşağıdaki gibidir;

$$C_\mu = 0.09, C_{1\varepsilon} = 1.44, C_{2\varepsilon} = 1.92, \sigma_k = 1 \text{ ve } \sigma_\varepsilon = 1.3.$$

Re sayısı aşağıda verilen denklemle hesaplanmaktadır

$$Re = \frac{V_\infty D_h}{\nu} \quad (9)$$

Burada D_h geriye dönük adım akışlı kanalda girişteki hidrolik çap (m) ve V_∞ kanala girişte akışkanın ortalama hızıdır (m/s).

$$D_h = \frac{4A_c}{P} = \frac{4(2h)(4h)}{2(2h + 4h)} = \frac{4h}{3} \quad (10)$$

Burada A_c ve P sırasıyla geriye dönük adım akışlı kanalının giriş kesit alanı (m^2) ve kanalın çevre uzunluğudur (m).

Nu sayısı taşınım ile ısı geçişinin iletimle ısı geçişine oranı olarak değerlendirilir.

$$-k \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_s = h(T_\infty - T_s) \text{ ve } Nu = \frac{hL}{k} \quad (11)$$

Burada h yüzey üzerindeki yerel ısı taşınım katsayısı (W/m^2K), n yüzeye dik yön olup yerel Nu sayısı aşağıdaki gibi hesaplanır

Ortalama ısı taşınım katsayısı

$$h_m = \frac{1}{L} \int_0^L h dx \quad (12)$$

Ortalama Nu sayısı

$$Nu_m = \frac{h_m L}{k} \quad (13)$$

Basınç düşüşü

$$\Delta P = f \frac{L}{D_h} \frac{\rho V^2}{2} \quad (14)$$

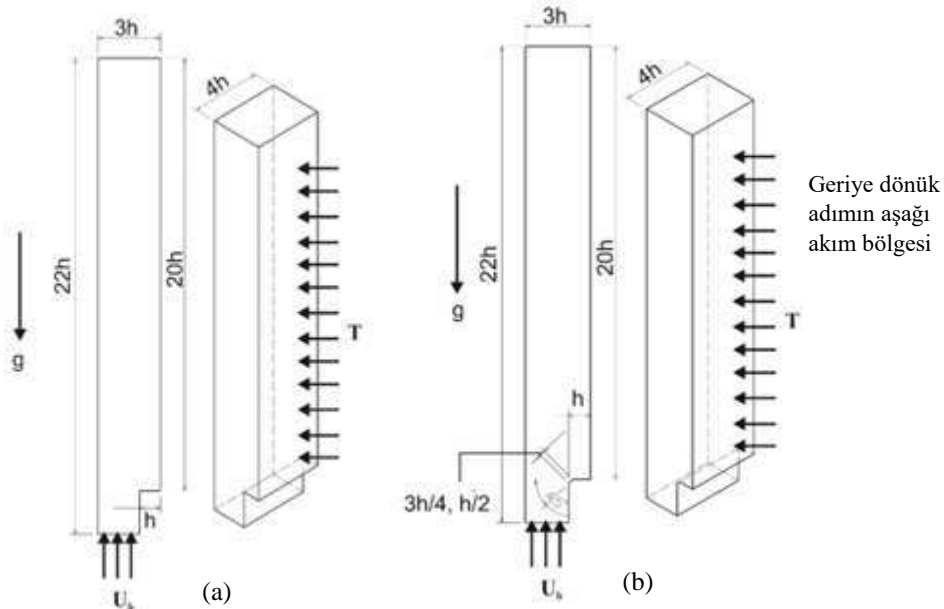
Burada ΔP kanal boyunca akış yönündeki basınç düşüşü, f sürtünme faktörü ve $L=20h$ olmak üzere sabit yüzey sıcaklıklı kısmın uzunluğudur.

3. GEOMETRİK MODEL

Şekil 1a' da geriye dönük adım modelinin normal (pahsız) geometrik yapısı gösterilirken, Şekil 1b' de ise $h/2$ ve $3h/4$ olmak üzere farklı pah uzunluklu adım köşe yapıları verilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi ısıtılan bölümün uzunluğu $20h$ uzunluğunda olup, h ' ın değeri 0.05 m ' dir. Kanalın sonundaki yanal uzunluk ($3h$) ile akışkanların kanala giriş yaptıkları kısım ($2h$) arasındaki uzunlukların oranı olan geriye dönük adımın genişleme oranı 1.5 ' dir. Köşelere verilen pah uzunlukları $h/2$ ve $3h/4$ uzunluklarındadır. Kullanılan akışkanlar saf su ve %0.01 GO-saf su nanoakışkanı olup, Reynolds sayısının 10000 olduğu değer için sırasıyla akışkanların kanala giriş hızları (U_b) 0.1612 m/s ve 0.2707 m/s ' dir. Akışkanın kanala giriş sıcaklığı 303 K iken geriye dönük adımın arkasındaki kısmın sıcaklığı ise 316.5 K ' dir. Ayrıca, 13.5 K ' lik sıcaklık farkı nedeniyle kaldırma etkilerinin dikkate alınması amacıyla çözümlenelerde g yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2) de hesaba katılmıştır. %0.01 GO-saf su nanoakışkanının termofiziksel değerleri [18] $\rho=996.1 \text{ kg/m}^3$, $c_p=4178.4 \text{ J/kgK}$, $k=0.6696 \text{ W/mK}$, $\mu=0.001 \text{ Ns/m}^2$ iken saf suyun termofiziksel değerleri $\rho=995.8 \text{ kg/m}^3$, $c_p=4178.4 \text{ J/kgK}$, $k=0.6172 \text{ W/mK}$, $\mu=0.0008034 \text{ Ns/m}^2$ ' dir.

Bu çalışma şu kabuller altında gerçekleştirilmiştir.

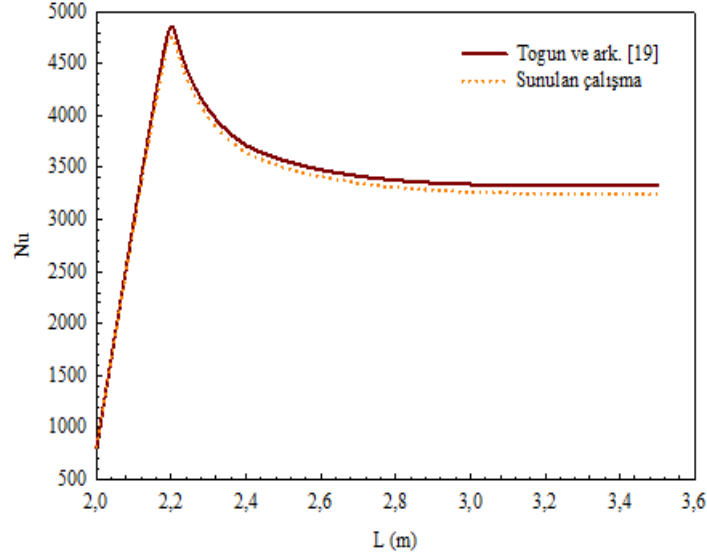
- Geriye dönük adım akışı için akış alanı üç boyutlu, zamandan bağımsız ve türbülanslıdır.
- Hesaplamalar sıkıştırılamaz akış için yapılmıştır.
- Çalışma akışkanları olarak saf su ve hacimce %0.01 GO-saf su nanoakışkanı kullanılmıştır.
- Geriye dönük adımın arkasındaki duvar yüzeyine sabit 316.5 K yüzey sıcaklığı uygulanırken diğer duvarlar adyabatiktir.
- Akışkanların ısı özellikleri sabittir.
- Hem akışkanlar hem de duvarlar için ısı üretimi yoktur.



Şekil 1. Geriye dönük adım modeli (a) Düz (b) $h/2$ ve $3h/4$ pah uzunluklu

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şekil 2’ de giriş uzunluğu 1.25 cm, genişleme oranı 2, yukarı akım uzunluğu 200 cm ve 150 cm ‘ lik ısıtılmış (4000 W/m^2) aşağı akım uzunluğuna sahip bir geriye dönük adım geometrisi modelinde $Re=10000$ ’ de su akışkanı için Togun ve ark. [19] tarafından yapılan sayısal çalışma ile sunulan çalışma karşılaştırılmış ve sonuçların birbirleriyle oldukça uyumlu oldukları görülmüştür. Bu nedenle, bu çalışmanın sonuçlarının makul ve kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. Togun ve ark. [19]’ un sayısal çalışması ile sunulan çalışmanın sonuçlarının karşılaştırılması

Ağ sayısının ortalama Nu sayısı (Nu_m) ve akış hızı (V_m) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla düz model geriye dönük adım akışı kanalında akışkan olarak su kullanılarak $Re=5000$ değeri için ağ bağımsızlık testleri yapılmıştır (Tablo 1). Yapılan testler sonucu, düz kanal için 988942 adet ağ elemanının yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, düz, $h/2$ ve $3h/4$ pah uzunluklarına sahip geriye dönük adım akışına sahip kanallarda kullanılan ağ elemanı sayıları da Tablo 2’ de gösterilmiştir.

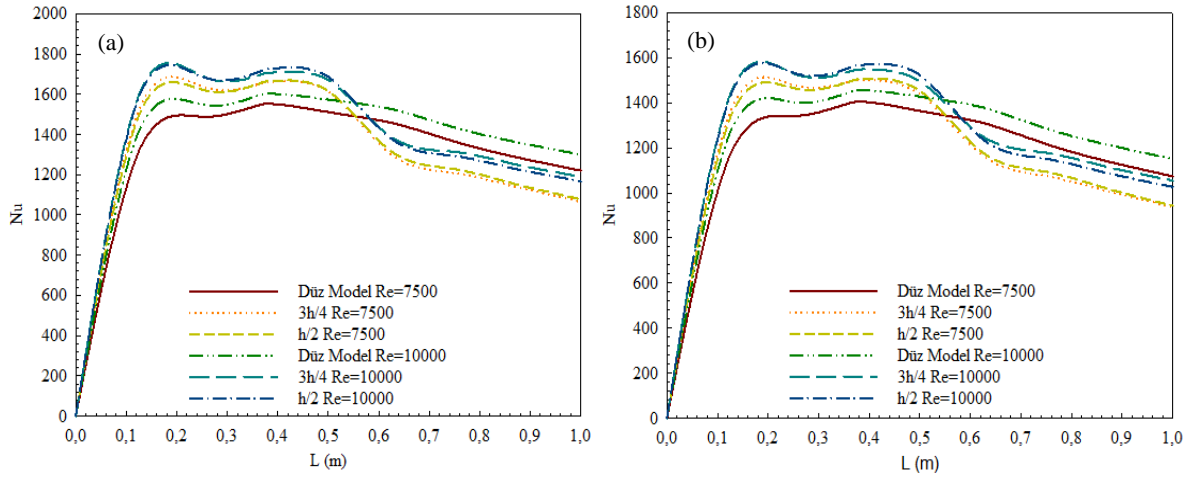
Tablo 1. Pahsız (normal) kanalda Nu_m ve V_m için ağ testi sonuçları

Ağ Sayısı	Nu_m	V_m (m/s)
939495	1185.25	0.034254
988942	1196.56	0.034824
1080420	1196.48	0.034471

Tablo 2. Pahsız, $3h/4$ ve $h/2$ pah uzunluklu kanaldaki ağ sayıları

Kanal Tipi	Ağ Sayısı
Düz Model	988942
$3h/4$ Model	990582
$h/2$ Model	988594

Şekil 3a ve b' de sırasıyla hacimce %0.01 GO (Grafen Oksit) konsantrasyonuna sahip nanoakışkan ve saf su için sabit yüzey sıcaklıklı aşağı akım bölgesindeki yüzey için kanal boyunca Nusselt sayısının, 7500 ve 10000 olmak üzere farklı Reynolds sayısı ile değişimi düz model (pahsız), h/2 ve 3h/4 pah uzunluklu geriye dönük adım akışı geometrileri için gösterilmektedir. Geriye dönük adım akışının ayrılmış akış bölgesinde kanalın 0.5 m uzunluklu bölgesine kadar h/2 ve 3h/4 pah uzunluklu kanalların Nu sayıları düz modele göre daha fazla iken akışkana olan ısı transferi sonucu akışkan sıcaklığının arttığı yeniden birleşme bölgesinden sonra düz kanaldaki Nu sayısı değerleri hem saf su hem de nanoakışkan için azalmaktadır. Re sayısının artışına bağlı olarak Nu sayısı değerleri artış göstermektedir. Bununla birlikte, Re=7500 için %0.01 GO-saf su nanoakışkanının akışında 3h/4 pah uzunluklu geriye dönük adım geometrisinin ortalama Nu sayısının saf su kullanılan geometriden %11.85 daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, pahlı kanallarda ayrılmış akış bölgesinde elde edilen noktasal artışların kanalın tümü için elde edilen ortalama değerleri artıramadığı görülmektedir. Ayrıca, Şekil 3b' den de görülebildiği gibi saf su için elde edilen Nu sayısı değerlerinin ısı transferinin daha iyi olduğu nanoakışkana göre daha az olduğu görülebilmektedir.

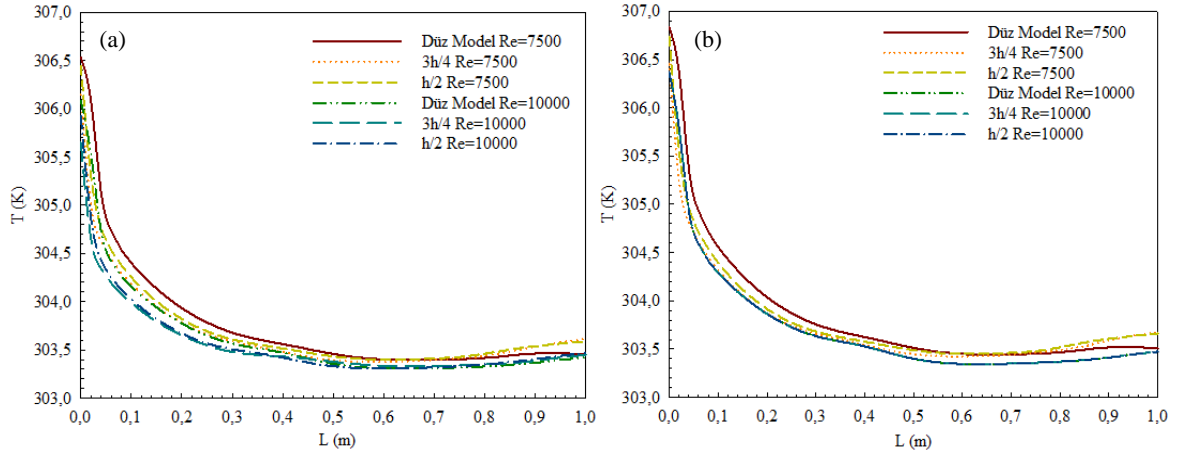


Şekil 3. Nu sayısı değişimi (a) GO-saf su nanoakışkanı (b) Saf su

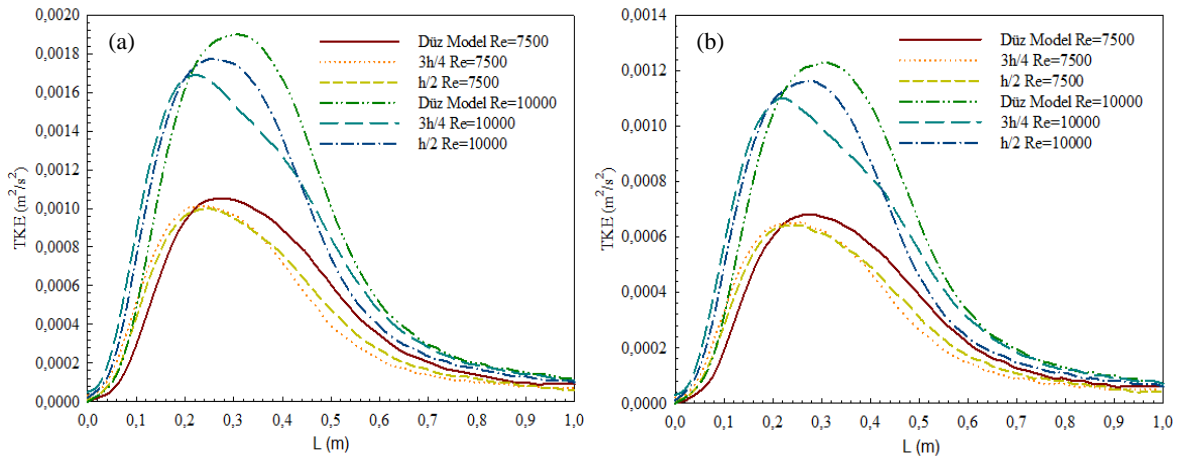
Düz model, h/2 ve 3h/4 pah uzunluklu kanallara ait sırasıyla %0.01 GO-saf su nanoakışkanı ve yalnızca saf su akışkanının kullanıldığı geriye dönük adım akışı modellerinde h uzunluklu kanal adım yüksekliğinin yarı yüksekliği olan 0.5h uzunluğu boyunca akışkanların sıcaklık değişimleri Şekil 4a ve b' de sunulmaktadır. Grafikler incelendiğinde özellikle kanalın giriş kısmında ayrılmış akış bölgesinde 3h/4 pah uzunluklu kanalda h/2 pah uzunluklu kanala göre akışın geriye dönük adıma daha iyi yönlendirilebilmesi sebebiyle ısı transferinin artması sonucu daha düşük akışkan sıcaklıkları elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, ayrılmış akış bölgesinin sona erip akışın yeniden birleşmesinin başlamasından sonra düz modele göre akışkan sıcaklık değerleri artışa geçmektedir. Ayrıca, nanoakışkan için artan ısı transferi etkisiyle saf suya göre elde edilen düşük sıcaklık değerleri Şekil 4a ve b' deki grafiklerin kıyaslanmasıyla kolaylıkla görülebilmektedir.

Kanalın 0.5h adım yüksekliği boyunca Re=7500 ve Re=10000 için sırasıyla %0.01 GO-saf su nanoakışkanı ve saf suya ait türbülans kinetik enerji (TKE) değişimleri Şekil 5a ve b' de verilmektedir. Akışkanın türbülans kinetik enerjisinin yüksek olması, akış karışmasının yüksek olduğunu belirtmektedir. Her iki akışkan için şekillerden de görülebildiği gibi en yüksek TKE değerleri 3h/4 pah uzunluklu modeller için elde edilirken, en düşük değerler düz modeller için elde edilmektedir. Bununla birlikte, yeniden birleşme bölgesine doğru pahlı kanallardaki akışın türbülans kinetik enerji değerleri azalmakta ve bu nedenle yeniden birleşme noktasından

itibaren düz modeller için daha yüksek değerler elde edilmektedir. Aynı zamanda, Şekil 5a ve b' de de görülebildiği gibi Reynolds sayısının artışı akış karışmasını artırarak TKE'nin artışı sağlamaktadır. Yine bu duruma paralel olarak karışmanın daha iyi olduğu nanoakışkan için saf suya göre daha yüksek TKE değerlerinin elde edildiği saptanmıştır.



Şekil 4. Akışkan sıcaklık değişimi (a) GO-saf su nanoakışkanı (b) Saf su

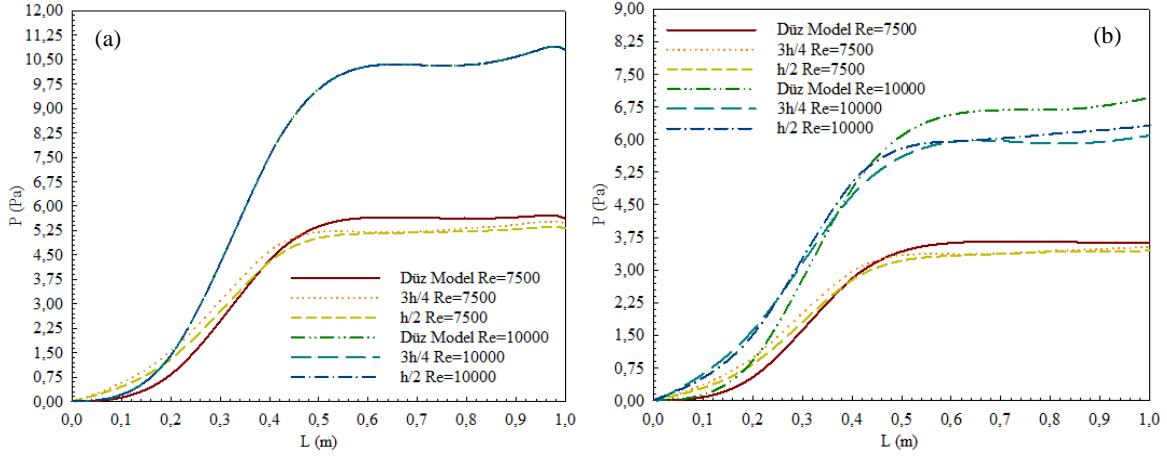


Şekil 5. Türbülans kinetik enerji (TKE) değişimi (a) GO-saf su nanoakışkanı (b) Saf su

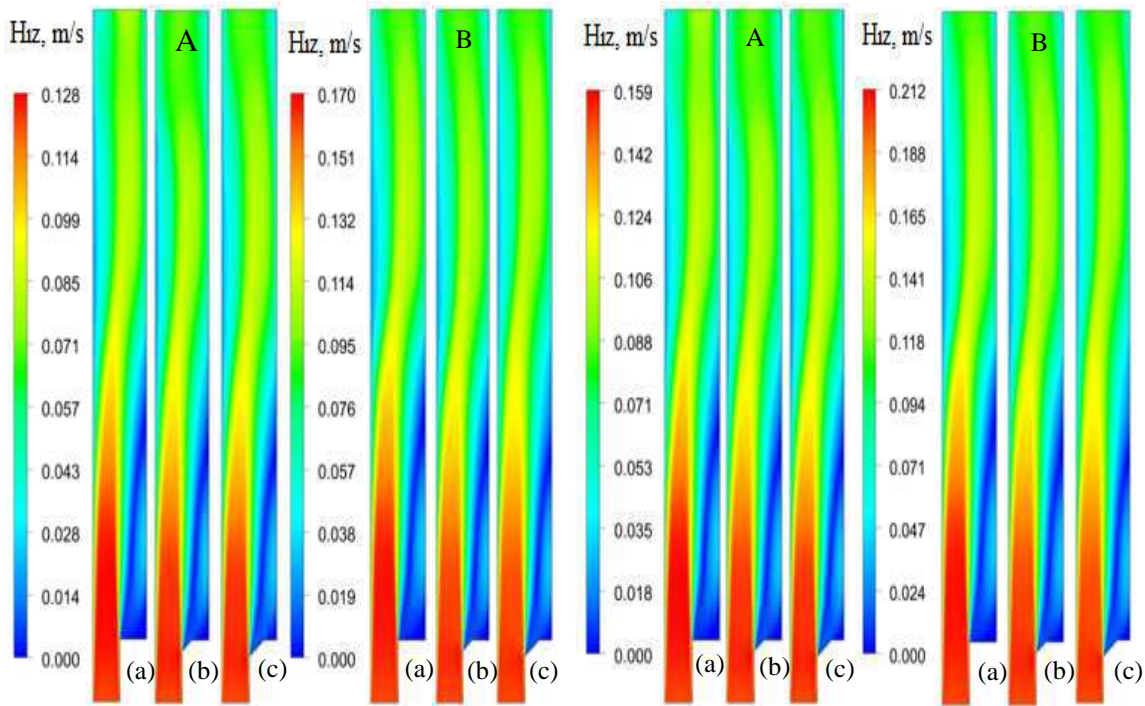
Şekil 6a ve b' de farklı Re sayılarında sırasıyla GO-saf su (%0.01) nanoakışkanı ve saf suya ait farklı pah uzunluklu kanallar için 0.5h adım yüksekliğinde kanal boyunca basınç değişimleri gösterilmektedir. Şekil 5' deki TKE değişimlerine paralel olarak akış karışmasının daha iyi olduğu nanoakışkan için daha yüksek basınç değişimi değerleri görülmekle birlikte saf su için daha düşük değerler elde edilmektedir. Bununla birlikte, akışın yeniden birleşme bölgesinden sonra TKE değeri azalan akışkanlar için düz modeldeki basınç değerleri pahlı kanallara göre artış göstermektedir (Şekil 6a, b).

Şekil 7 ve 8' de sırasıyla saf su ve % 0.01 GO-saf su nanoakışkanlarına ait hız dağılımı konturları Reynolds sayısının 7500 (Şekil 7A-8A) ve 10000 (Şekil 7B-8B) değerleri için düz model ve geriye dönük adımın h/2 ve 3h/4 pah uzunluklu modelleri için gösterilmektedir. Kanal girişinde kırmızı renk ile belirtilen yüksek hızlı akışkan, geriye dönük adım kısmında azalarak mavi renk ile belirtilmektedir. Bununla birlikte, kanala pah verildiğinde akışın geriye dönük adıma doğru yönlendirilmesi sağlanarak bu bölgedeki akış hareketlendirilmektedir. Ayrıca, özellikle 3h/4 pah uzunluklu geriye dönük adım kısmında akıştaki koyu mavi renkli kısmın açık mavie doğru dönmesi akışın daha iyi hareketlendiğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir.

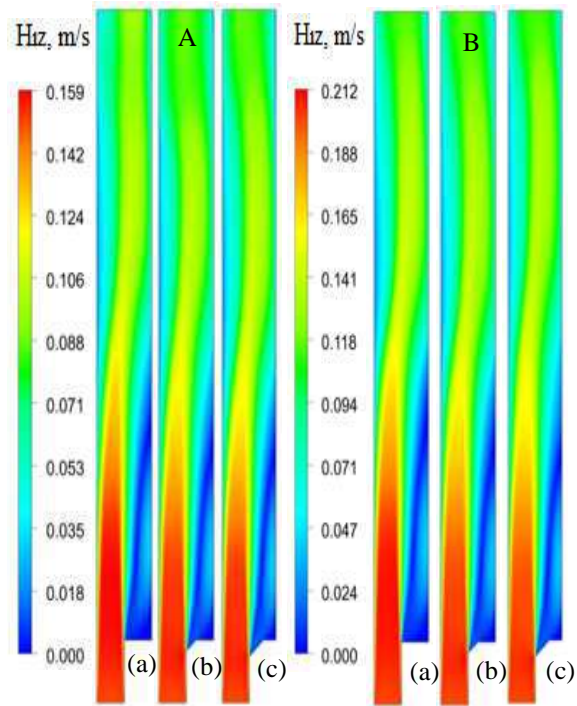
Görülen bu akış hareketlenmesi Reynolds sayısının artışıyla daha belirgin hale gelmektedir (Şekil 7B-8B).



Şekil 6. Basınç değişimi (a) GO-saf su nanoakışkanı (b) Saf su



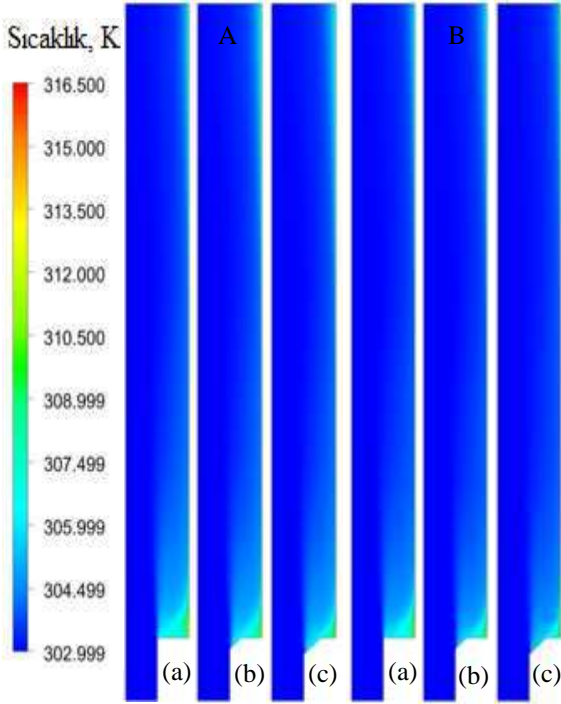
Şekil 7. Saf su akışkanı için hız dağılımları A-Re=7500 B-Re=10000 (a) Düz (b) h/2 (c) 3h/4



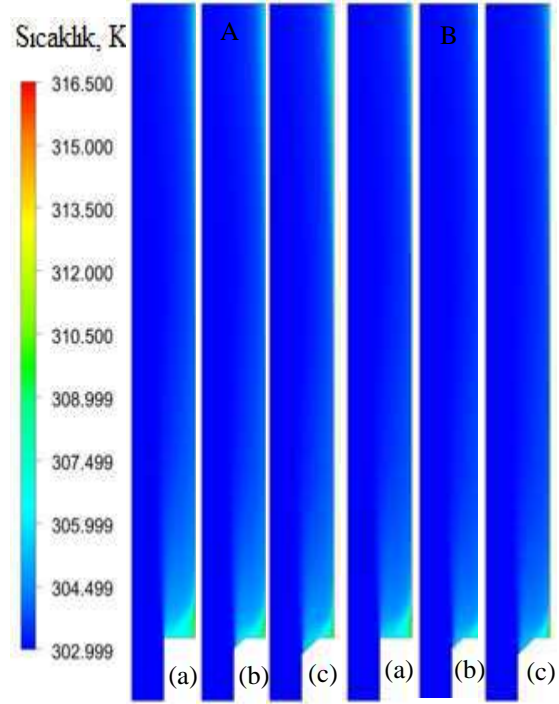
Şekil 8. GO-saf su nanoakışkanı için hız dağılımları A-Re=7500 B-Re=10000 (a) Düz (b) h/2 (c) 3h/4

Düz model, h/2 ve 3h/4 pah uzunluklu geriye dönük adım akışı geometrilerinde kanal boyunca meydana gelen sıcaklık konturu dağılımları farklı Re sayılarında saf su ve GO-saf su (%0.01 hacimsel konsantrasyon) nanoakışkanları için sırasıyla Şekil 9 ve 10' da verilmektedir. Her iki akışkan için sıcaklık konturu dağılımlarından görüldüğü gibi kanala pah verilmemiş düz modelde geriye dönük adım kısmında akışkanın hareketliliği az olduğundan pah verilmiş modellere göre daha fazla ısınma meydana gelmektedir. Bu nedenle, bu kısımda sıcaklık daha açık mavi renktedir (Şekil 9A-B(a) ve Şekil 10A-B(a)). Bununla birlikte, kanala pah verildiğinde, özellikle 3h/4 pah uzunluklu kanalda akış hareketliliği arttığından köşe kısmında

bulunan açık mavi renkli kısım azalarak sıcaklık değişimi tüm kanaldaki akışa yayılmaktadır. Böylece, kanaldaki ısı transferi artırılmış olmaktadır.

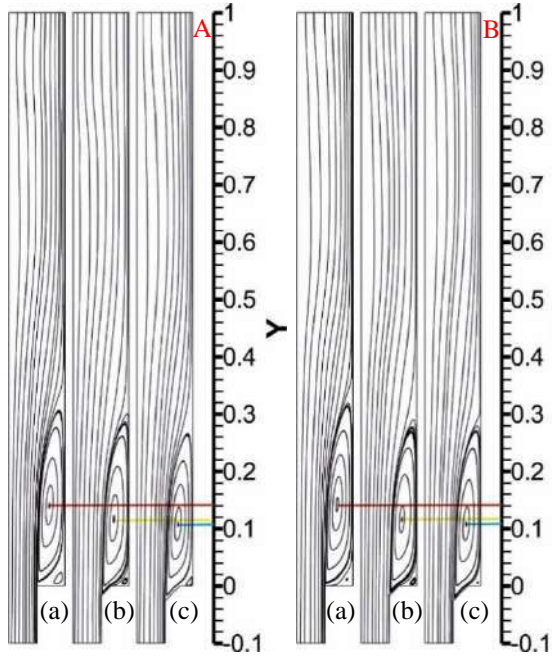


Şekil 9. Saf su akışkanı için sıcaklık dağılımları A-Re=7500 B-Re=10000 (a) Düz (b) h/2 (c) 3h/4

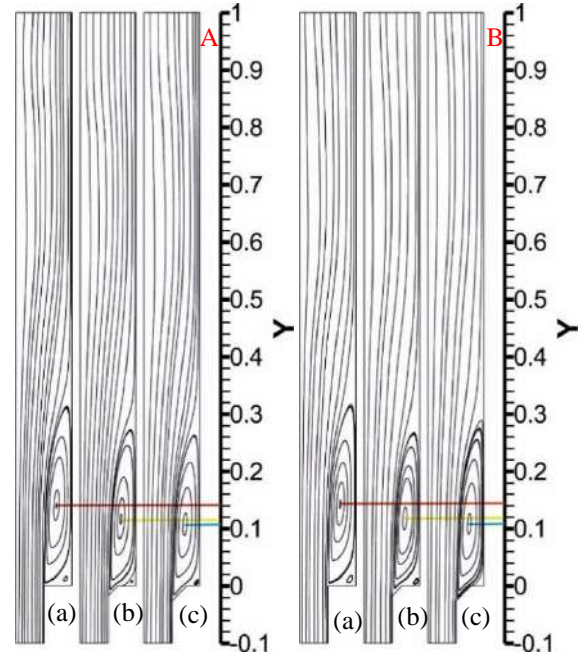


Şekil 10. GO-saf su nanoakışkanı için sıcaklık dağılımları A-Re=7500 B-Re=10000 (a) Düz (b) h/2 (c) 3h/4

Sırasıyla Şekil 11 ve 12' de A-Re=7500 ve B-Re=10000 için düz ve farklı pah uzunluklu (h/2 ve 3h/4) kanallardaki saf su ve %0.01 hacimsel konsantrasyona sahip GO-saf su nanoakışkanı için akım çizgisi dağılımları görselleştirilmiştir. Yeniden birleşme noktasının uzunluğu hakkında fikir sahibi olabilmek pahlı kanallarda geriye dönük adım kısmında akışın hareketlendirilebilme durumunu gösterebilmektedir. Bu amaçla, akım çizgisi dağılımları üzerinde merkez noktasının düşey koordinat uzunlukları belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 11 ve 12' den de görülebildiği gibi pahlı kanallarda merkez noktası koordinatı düz modele göre daha geridedir yani uzunluğu daha kısadır. Bu da bize akışın geriye dönük adıma doğru hareketlendiğinin bir göstergesi olmaktadır. Bununla birlikte, 3h/4 pah uzunluklu modelde merkez noktası çizgisinin uzunluğu en kısa olup adımdaki hareketlenme iyileştirilmiştir. Ayrıca, birbirine çok yakın olmakla birlikte hem nanoakışkan için hem de saf su için Reynolds sayısının 10000 değerinde hareketlenme sonucu akım çizgisinin merkez noktası uzaklığı azalmıştır.



Şekil 11. Saf su akışkanı için akım çizgisi dağılımları
A-Re=7500 B-Re=10000
(a) Düz (b) h/2 (c) 3h/4



Şekil 12. GO-saf su nanoakışkanı için akım çizgisi dağılımları A-Re=7500
B-Re=10000 (a) Düz (b) h/2 (c) 3h/4

5. GENEL SONUÇLAR

Isı depolama kaplarının iç ve dış akışında veya güç dönüştürme sistemlerinin toplayıcıları gibi birçok cihazda karşılaşılan geriye dönük adım akışı, akışın karmaşık yapısı nedeniyle önemli geometrik modellerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, dikey olarak yerleştirilmiş geriye dönük adım akışı geometrisinde h/2 ve 3h/4 olmak üzere farklı pah uzunluklu adım köşe yapılarının düz modele göre ısı transferi ve türbülanslı akış özellikleri Reynolds sayısının 7500 ve 10000 değerleri için sayısal olarak araştırılmıştır. Geriye dönük adım geometrisinde duvarlardan yalnızca bir tanesi sabit sıcaklıkta tutulurken, diğer duvarlar adyabatiktir. Çalışma akışkanı olarak saf su ve hacimce %0.01 konsantrasyona sahip GO (Grafen oksit)-saf su nanoakışkanı kullanılmıştır. Modellerde kullanılan adım genişleme oranı 1.5' dir. Çalışmanın sonuçları, üç boyutlu, zamandan bağımsız olarak korunum denklemlerinin k-ε türbülans modeli, Boussinesq yaklaşımıyla sonlu hacimler yöntemi olan ANSYS-FLUENT programının kullanılarak çözülmesiyle elde edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda da görüldüğü gibi uygulamada sıvı akışkanlarla çalışılması durumunda özellikle dikey konumlandırmalarda sıcaklık farkı büyük olursa kaldırma etkilerinin dikkate alınması önem arz etmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışmada da bu amaçla kaldırma etkileri Boussinesq yaklaşımı kullanılarak dikkate alınmıştır. Sunulan çalışma, literatürde bulunan çalışmanın sayısal sonuçlarıyla karşılaştırılmış olup birbirleriyle uyumlu ve kabul edilebilir oldukları görülmüştür. Sonuçlar, Nu sayısı, akışkan sıcaklık, türbülans kinetik enerji ve basınç değişimleri olarak sunulmuştur. Ayrıca, geriye dönük adım akışı geometrisinde, hız, sıcaklık ve akım çizgisi dağılımları görselleştirilmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmanın sayısal sonuçlarından elde edilen değerler aşağıdaki gibi sunulabilir;

- Re=7500 için %0.01 GO-saf su nanoakışkanının akışında 3h/4 pah uzunluklu geriye dönük adım geometrisinin ortalama Nu sayısının saf su kullanılan geometriden %11.85 daha fazla olduğu bulunmuştur.

- Saf su için elde edilen Nu sayısı değerlerinin ısı transferinin daha iyi olduğu nanoakışkana göre daha azdır.

- Sıcaklık değişimi analiz edildiğinde, özellikle kanalın giriş kısmında ayrılmış akış bölgesinde 3h/4 pah uzunluklu kanalda h/2 pah uzunluklu kanala göre akışın geriye dönük adıma daha iyi yönlendirilebilmesi sebebiyle ısı transferinin artması sonucu daha düşük akışkan sıcaklıkları elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, ayrılmış akış bölgesinin sona erip akışın yeniden birleşmesinin başlamasından sonra düz modele göre akışkan sıcaklık değerleri artışa geçmektedir.

- Her iki akışkan için en yüksek türbülans kinetik enerji (TKE) değerleri 3h/4 pah uzunluklu modeller için elde edilirken, en düşük değerler düz modeller için elde edilmektedir. Bununla birlikte, yeniden birleşme bölgesine doğru pahlı kanallardaki akışın türbülans kinetik enerji değerleri azalmakta ve bu nedenle yeniden birleşme noktasından itibaren düz modeller için daha yüksek değerler elde edilmektedir.

- Akış karışmasının daha iyi olduğu nanoakışkan için saf suya göre daha yüksek TKE değerlerinin elde edildiği saptanmıştır.

- TKE değişimlerine paralel olarak akış karışmasının daha iyi olduğu nanoakışkan için daha yüksek basınç değişimi değerleri görülmekle birlikte, saf su için daha düşük değerler elde edilmektedir. Bununla birlikte, akışın birleşme bölgesinden sonra TKE değeri azalan akışkanlar için düz modeldeki basınç değerleri pahlı kanallara göre artış göstermektedir.

- Kanala pah verildiğinde akışın geriye dönük adıma doğru yönlenebilmesi sağlanarak bu bölgedeki akış hareketlendirilmektedir. Ayrıca, özellikle 3h/4 pah uzunluklu geriye dönük adım kısmında akıştaki koyu mavi renkli kısmın açık maviye doğru dönmesi akışın daha iyi hareketlendiğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir.

- Sıcaklık konturu dağılımlarından görüldüğü gibi kanala pah verilmemiş düz modelde geriye dönük adım kısmında akışkanın hareketliliği az olduğundan pah verilmiş modellere göre daha fazla ısınma meydana gelmektedir. Bu nedenle, bu kısımda sıcaklık daha açık mavi renktedir. Bununla birlikte, kanala pah verildiğinde, özellikle 3h/4 pah uzunluklu kanalda akış hareketliliği arttığından köşe kısmında bulunan açık mavi renkli kısım azalarak sıcaklık değişimi tüm kanaldaki akışa yayılmaktadır.

- Her iki akışkan için 3h/4 pah uzunluğunda yeniden dolaşım merkezi ve yeniden birleşme noktaları geriye dönük adıma doğru daha fazla çekilerek kanal boyunca ısı transferinin arttığı bölge artırılmaktadır.

- Sonuç itibarıyla, ısı transferini artırmak için ayrılmış akış bölgesini azaltacak kanal tasarımları yapılmalıdır. Ayrıca, nanoakışkanlar gibi yüksek ısı iletim katsayılı akışkanların seçimi ısı transferi miktarının fazla olması istenen uygulamalarda son derece önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] V. Trisaksri, S. Wongwises, "Critical review of heat transfer characteristics of nanofluids". Ren. Sust. Energy Reviews, vol. 11, pp. 512-523, 2007.
- [2] J.C. Maxwell, *A treatise on electricity and magnetism*, 2nd ed., Oxford Clarendon Press, Cambridge, England, 1904.

- [3] S.K. Gupte, S.G. Advani, P. Huq, “Role of micro-convection due to non-affine motion of particles in a ono-disperse suspension”. *Int. J Heat and Mass Transf.*, vol. 38, pp. 2945-2958, 1995.
- [4] S.J. Kim, I.J. Bang, J. Buongiorno, L.W. Hu, “Surface wettability change during pool boiling of nanofluids and its effect on critical heat flux”. *Int. J Heat and Mass Transf.*, vol. 50, pp. 4105-4116, 2007.
- [5] S.M. Kwarik, R. Kumar, G. Moreno, J. Yoo, S.M. You, “Pool boiling characteristics of low concentration nanofluids”. *Int. J Heat and Mass Transf.*, vol. 53, pp. 972-981, 2010.
- [6] K.S. Hong, T.K. Hong, H.S. Yang, “Thermal conductivity of Fe nanofluids depending on the cluster size of nanoparticles”. *Applied Physics Lett.*, vol. 88, pp. 1-3, 2006.
- [7] L. Hwan, K. Hwang, S. Janga, B. Lee, J. Kim, S.U.S. Choi, C. Choi, “Effective viscosities and thermal conductivities of aqueous nanofluids containing low volume concentrations of Al₂O₃ nanoparticles”. *Int. J Heat and Mass Trans.*, vol. 51, pp. 2651-2656, 2008.
- [8] H. Xie, H. Lee, W. Youn, M. Choi, “Nanofluids containing multiwalled carbon nanotubes and their enhanced thermal conductivities”. *J Applid Physics*, vol. 94, pp. 4967-4971, 2003.
- [9] B.F. Armaly, F. Durst, J.C.F. Pereira, B. Schönung, “Experimental and theoretical investigation of backward-facing step flow”. *J. Fluid Mech.*, vol. 127, pp. 473-496, 1983.
- [10] P. Nadge, R. Govardhan, “High Reynolds number flow over a backward-facing step: structure of the mean separation bubble”. *Exp. Fluids*, vol. 55, pp. 1-22, 2014.
- [11] N. Kasagi, A. Matsunaga, “Three-dimensional particle-tracking velocimetry measurement of turbulence statistics and energy budget in a backward-facing step flow”. *Int. J. Heat Fluid Flow*, vol. 16, pp. 477-485, 1995.
- [12] H. Le, P. Moin, J. Kim, “Direct numerical simulation of turbulent flow over a backward-facing step”. *J. Fluid Mech.*, vol. 330, pp. 349-374, 1997.
- [13] R.L. Simpson, “Turbulent boundary-layer separation”. *Annu. Rev. Fluid Mech.*, vol. 21, pp. 205-232, 1989.
- [14] J.C. Vogel, J.K. Eaton, “Combined heat transfer and fluid dynamic measurements downstream of a backward-facing step”. *J. Heat Transfer*, vol. 107, pp. 922-929, 1985.
- [15] A. Keating, U. Piomelli, K. Bremhorst, S. Nei, “Large-eddy simulation of heat transfer downstream of a backward-facing step”. *J. Turbul.*, vol. 5, pp. 1-27, 2004.
- [16] R.V. Avancha, R.H. Pletcher, Large eddy simulation of the turbulent flow past a backward-facing step with heat transfer and property variations”. *Int. J. Heat Fluid Flow*, vol. 23, pp. 601-614, 2002.
- [17] ANSYS Inc., ANSYS FLUENT User's Guide, Fluent, Netherland, Lebanon, ANSYS Press, 2003.
- [18] K. Karabulut, E. Buyruk, K. F. Kılınc, “Grafen oksit nanoparçacıkları içeren nanoakışkanın taşınım ısı transferi ve basınç düşüşü artışı üzerindeki etkisinin düz bir boruda deneysel olarak araştırılması”. *Mühendis ve Makina*, cilt. 59, sayı. 690, s. 45-67, 2018.
- [19] H. Togun, M.R. Safaei, R. Sadri, S.N. Kazi, A. Badarudin, K. Hooman, E. Sadeghinezhad, “Numerical simulation of laminar to turbulent nanofluid flow and heat transfer over a backward-facing step”. *App. Mathematics and Comp.*, vol. 239, pp. 153-170, 2014.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) birimi tarafından SMYO-026 proje numarası ile desteklenmiştir.

**MODEL TURBOJET MOTORUNDA ALTERNATİF YAKITLARIN KULLANIMINA
YÖNELİK TEST DÜZENİĞİNİN HAZIRLANMASI VE ÖN TESTLER**
PREPARATION OF TEST EQUIPMENT FOR THE USE OF ALTERNATIVE FUELS IN
THE MODEL TURBOJET ENGINE AND PRELIMINARY TESTS

Mustafa ALDEMİR
Prof. Dr. İsmail Hakkı AKÇAY
Doç. Dr. Habib GÜRBÜZ
Hüsameddin AKÇAY
Süleyman Demirel Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, model bir turbojet motorunda euro-dizel, hidrojen, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ve doğal gaz gibi alternatif yakıtların kullanımının sağlanacağı test düzeneğinin kurulumu gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, JETCAT P80-SE model jet motorunda; itki kuvveti, giriş havası sıcaklığı, egzoz gaz sıcaklığı ve egzoz emsiyonlarının ölçüldüğü bir test düzeneği hazırlanmıştır. Düzenekte, 1446 g ağırlığa, 286 mm uzunluğa, 112 mm çapa, 2.3 kompresör sıkıştırma oranına ve maksimum 125.000 devirde 97 N itme kuvvetine sahip bir model turbojet motoru kullanılmıştır. Model turbojet motoruna gaz yakıtların kontrollü bir şekilde alınabilmesi için yakıt sistemi modifiye edilmiştir. Gaz yakıtların, tanktan model turbojet motoruna taşınacağı yakıt hattı üzerinde, motorun devri ile kontrol edilen elektronik bir yakıt püskürtme sistemi geliştirilmiştir. Bu sisteminde, model turbojet motoruna gaz yakıtların belirli pulse aralıkları ile alınabilmesi için ticari bir GDI enjektörü ilave edilmiştir. GDI enjektörünün püskürtme aralığı ve süresi, Arduino-Uno kart sayesinde geliştiren bir yazılım ile kontrol edilmektedir. Gaz yakıtının tanktan model jet motoru girişine kadarki yakıt hattı üzerinde alev geri tepme ihtimaline karşın 2 adet alev geri tepme ventili ve olası gaz kaçağını algılayan 2 adet gaz kaçak dedektörü tarafından kontrol edilen, selenoid valf ilave edilmiştir. Model turbojet motoruna alınan gaz yakıtının debisi termal kütleli debi ölçer, sıvı yakıtların debisinin ise hasas terazi ile ölçüleceği yakıt hattı yapısı oluşturulmuştur. Model jet motoru, lineer rulmana sahip bir stant üzerine yerleştirilerek stant ile test düzeneği arasına yerleştirilen S tipi bir load-cell yardımıyla testler sırasında itki kuvveti ölçülmüştür. Model jet motorunun egzoz çıkış yoluna akışa dik hat boyunca konumlandırılan örneklem gaz hattı ve emisyon analiz cihazı yardımıyla testler sırasında egzoz emisyonları (CO₂, CO, HC,) ve O₂ konsantrasyonun ölçüleceği hat kurulmuştur. Kurulumu gerçekleştirilen test düzeneği, yakıt olarak euro-dizel kullanılarak, motor 35000-75000 rpm devir aralığında test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler halinde sunularak motor performansı ve egzoz emisyonlarının değişimi yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Model turbojet motor, Alternatif yakıtlar, İtme kuvveti, Egzoz emisyonları

ABSTRACT

In this study, a test setup in which the alternative fuels such as euro-diesel, hydrogen, liquefied petroleum gas (LPG) and natural gas are used in a model turbojet engine was installed. Within the scope of the study, on the JETCAT P80-SE model jet engine; A test setup was prepared to measure the thrust force, inlet air temperature, exhaust gas temperature, and exhaust emissions. In the test setup, a model turbojet engine with a weight of 1446 g, a length of 286 mm, a diameter of 112 mm, a compressor compression ratio of 2.3 and a thrust force of 97 N at a maximum 125,000 rpm was used. The fuel system has been modified so that gaseous fuels can be taken to the model turbojet engine in a controlled manner. An electronic fuel injection system has been developed on the fuel line, where gaseous fuels will be transported from the tank to the model turbojet engine, controlled by the speed of the engine. In this system, a commercial GDI injector has been added to the model turbojet engine so that gaseous fuels can be taken at

certain pulse intervals. A control unit has been created to control the spray interval and duration of the GDI injector with the Arduino-Uno board and the developing software. Despite the possibility of gas back-fire on the fuel line from the tank to the model jet engine inlet, solenoid valves was added, controlled by 2 flame rebound valves and 2 gas leak detectors that detect possible gas leakage. In the model turbojet engine, the flow rate of the received gas fuel measures with the thermal mass flowmeter and the flowrate of the liquid fuels is measured with precision scales, which the fuel line structure is created. The model jet engine was placed on a booth with a linear bearing, and the thrust force was measured during the tests with the help of an S-type load-cell placed between the booth and the test rig. With the help of the sample gas line and emission analyzer positioned along the line perpendicular to the exhaust outlet path of the model jet engine, the line to measure the exhaust emissions (CO₂, CO, HC,) and O₂ concentration was established. The installed test setup was tested in the engine 35000-75000 rpm speed range using euro-diesel as fuel. The results obtained are presented in tables and graphs, and engine performance and the change of exhaust emissions are interpreted.

Keywords: Model turbojet engine, Alternative fuels, Impulse force, Exhaust emissions

1. GİRİŞ

Model turbojet motorları günümüzde farklı alanlarda kullanılan pratik kullanılabilirliği yüksek gaz türbinli motorlardır. Bu model turbojet motorlarının maliyetleri oldukça az, kullanımları güvenilir ve çalışma prensipleri oldukça anlaşılırdır. Özellikler küçük ölçeklere sahip olan İHA (insansız hava araçlarında) motorlarında, yedek güç üretim sistemlerinde, askeri alanlarda farklı amaçlarla verimli bir şekilde kullanabildiği bilinmektedir. Eken vd., (2013) yılında “Küçük ölçekte özgün bir gaz trübini motorunun yer ve uçuş testleri” adlı makalede, küçük boyutlu bir gaz türbinli motor (TJ35) ve bir turboprop motorun (TP38) tasarımından başlayarak, uçuş süresine kadar olan aşamalarını geçerek bir çalışma ortaya koymuştur. Burada kullanılan TP35 motorun basınç oranı 4.1 bir radyal kompresör ve maksimum 120 rpm devire sahip bir türbin kullanılan küçük ölçekli bir GTM'dur. TJ38 turboprop motoru ise TJ35 motorundan alına yüksek enerjiye sahip akışkanın, düşük basınçlı türbin yardımı shaft gücü üreten bir motordur. Sistemde kullanılmış olan elektronik kontrol sistemi kendi bünyelerince hazırlanmıştır. Bu çalışma sonucunda validasyon, performans ve uçuş testlerinden başarı ile geçmiş ve farklı çalışma şartlarından güvenilirliklerini kanıtlamışlardır. Bu küçük ölçekli motorlar üzerinde yapılan bu başarılı çalışmaların özellikle askeri alanda kullanılacak olan İHA ların gelişmesine katkı sağlanacağı belirtilmiştir.

Ekici, (2015) yılında “Mini turbojet/turboprop motorun ileri ekseji analizi” yüksek lisans tezinde Jet Cat USA firmasına ait Jet Cat P-60 modeli bir motorunun kullanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmam kapsamında kullanılan motorun devir aralığı 50.000-165.000 rpm, egzoz çıkış sıcaklığı 580 ila 690 dereceleri arasındadır. Motorda yakıt olarak kerosen kullanılan bu motorda, sahip olduğu bileşenlerinin ekserji analiz metodunu kullanarak tersinmezlik miktarlarını ele almış ve motorun ihtiva ettiği komponentler arasındaki ilişkileri inceleyen bir ileri ekserji çalışması yapmıştır. Bu çalışmada sistemde yıkım faktörü 0.5466 bulunmuş, yani sistemde kullanılan yakıt miktarının yarısının kullanıldığı görülmektedir. Bunun arge çalışmalarının yapılmasının uygun olacağı ifade edilmiştir.

Mutlu, (2015) yılında “Küçük ölçekli turbo jet motor modellemesi ve kontrolü” adlı yüksek lisans tezinde JetCentral Cheetah turbo jet motoru üzerinde bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu motorların küçük hacimlere sahip olmalarına rağmen yüksek performans sargilediklerini kullanım alanlarının gittikçe genişlediğini söylemektedir. Bu tez tek kademeli kompresör ve türbine sahip olan bir jet motorun modellenmesi analizi kontrolü ve prosedür uygun bir şekilde çalıştırılmasını kapsamaktadır. Motorun bileşenlerini matematiksel olarak modellenmesi yapılmış ve yapılan bu modelin denenmesi için bir test düzeneği kurularak deney çalışmalarına

başlanmıştır. Bu kapsamda Cheetah modeli bir mikro turbojet kullanılmış olup burada bir mikrokontrolör sayesinde yakıt pompası, akkor buji, yakıt ana hat valfi, ataşleme hattı, BLDC motoru gibi sisteminin bütün elemanlarının senkronize bir şekilde çalışmasını sağlayarak deney çalışmalarını tamamlamıştır.

İçke ve Tuncer, (2016) yılında “Bir mikro turbojet motorun ters mühendislik ile incelenmesi” adlı makalesinde bir mikroturbojetin tersine mühendislik çalışmaları üzerinde yoğunlaşmışlardır. Kullandıkları mikro turbojetin bileşenlerini bir optik tarayıcı vasıtası ile taramışlar ve dijital ekrana aktarmışlardır. Daha sonra bir katı model programında taranmış olan verileri kullanarak, motor parçaları tekrardan imal edilmişlerdir. Bu aşamadan sonra her bir komponentin performans atlası çıkarılmış ve buna göre çeşitli varsayımlar yapmışlardır. Tersine mühendislik ile elde ettikleri bu parçaların üreticinin beyan etmiş olduğu performans değerleri ile uyumlu olduğunu gözlemişlerdir. Bu tersine mühendislik sayesinde, tasarım için zamanın kısıtlı olduğu durumlarda avantaj sağlanacağı görüşündedirler.

Turan, (2017) yılında “Füzelerde kullanılan küçük bir gaz türbinli motorun deney düzeneği, testi ve performans ölçümü” adlı makalesinde mikro turbojet üzerinde bir çalışma gerçekleştirerek motorun performans modellemesini çıkarmıştır. Bu turbojetde klasik jetler gibi aynı komponentlere sahiptir. Deney esnasında farklı RPM değerlerinde test edilmiş, itki, özgül yakıt sarfiyatı, yakıt debisi ve egzoz sıcaklık değerleri incelenerek matematiksel işlemler yapılmıştır. Bu deneyde turbojet motoru $25.000 < \text{RPM} < 48.500$ ile $130 \text{ N} < T < 1.260 \text{ N}$ değerleri arasında gerçekleşmiştir. Performans parametrelerinin bağlantıları, güvenli olarak verilmiş olup, ilerleyen dönemlerde yapılacak herhangi bir füze tasarımına model olabileceği ifade edilmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Model turbojet motor üzerinde alternatif yakıtların (sıvı ve gaz) kullanılabilmesi için bir takım modifikasyon yapılarak, sistem deneysel çalışmalar için hazır hale getirilmiştir. Bu bölümde model turbojet motorunun teknik özellikleri, test düzeneğinin kurulumu ve test düzeneğinde kurulan ekipmanlar ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Kurulumu gerçekleştirilen test düzeneği üzerinde yakıt olarak euro-dizel yakıtı kullanılarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiş olup, düzenek ise hidrojen, LPG ve doğal gaz gibi alternatif yakıtların kullanımına hazır hale getirilmiştir.

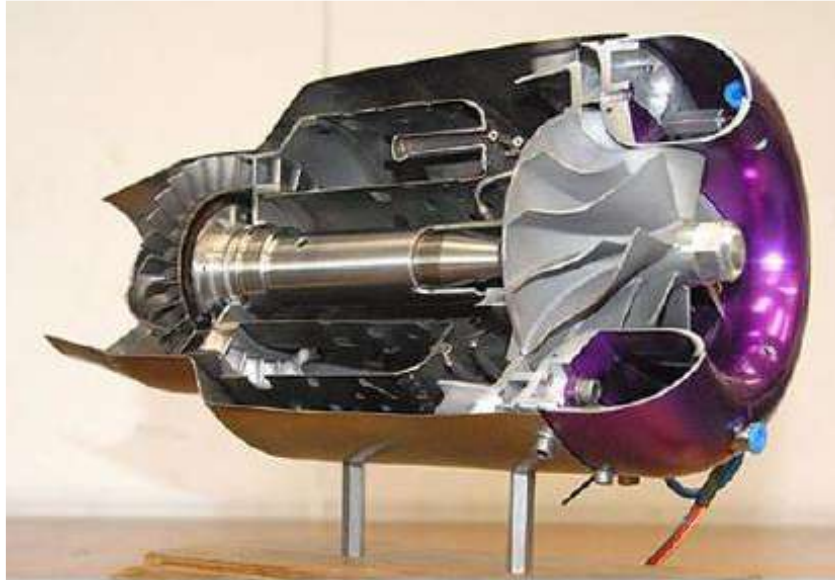
2.1. MODEL TURBOJET MOTORUNUN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Test düzeneğinde, Jetcat firması tarafından imal edilen Jetcat P80-SE modeli jet motoru kullanılmıştır. Model jet motoru maksimum 125.000 rpm devire sahiptir. Motorun çapı 112 mm, uzunluğu 286 mm ve ağırlığıda 1446 gr'dır. Jet motorunun çalışma esnasında egzoz gaz sıcaklığı (EGT) 700°C üstüne çıkmaması gerekmektedir. Aksi takdirde motorun çalışması sırasında yüksek sıcaklıklara maruz kalan motor aksamalarının zarar görme ihtimali doğabilmektedir. Ayrıca motorun hareketli parçalarının yağlabilmesi için, yağ ile yakıt yüzde 5 oranında karıştırılarak yanma işlemine katılmakta ve böylece rulman vb. parçaların yağlanması sağlanmaktadır. Motorun sahip olduğu teknik özellikler Tablo 1'de ve jet motorun kesit görüntüsü Şekil 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Jetcat P80-SE motoruna ait teknik özellikler

Parametre	Özellik
Çapı	112 mm
Uzunluğu	286 mm
Ağırlığı	1446 g
Maksimum devir	125000 d/d

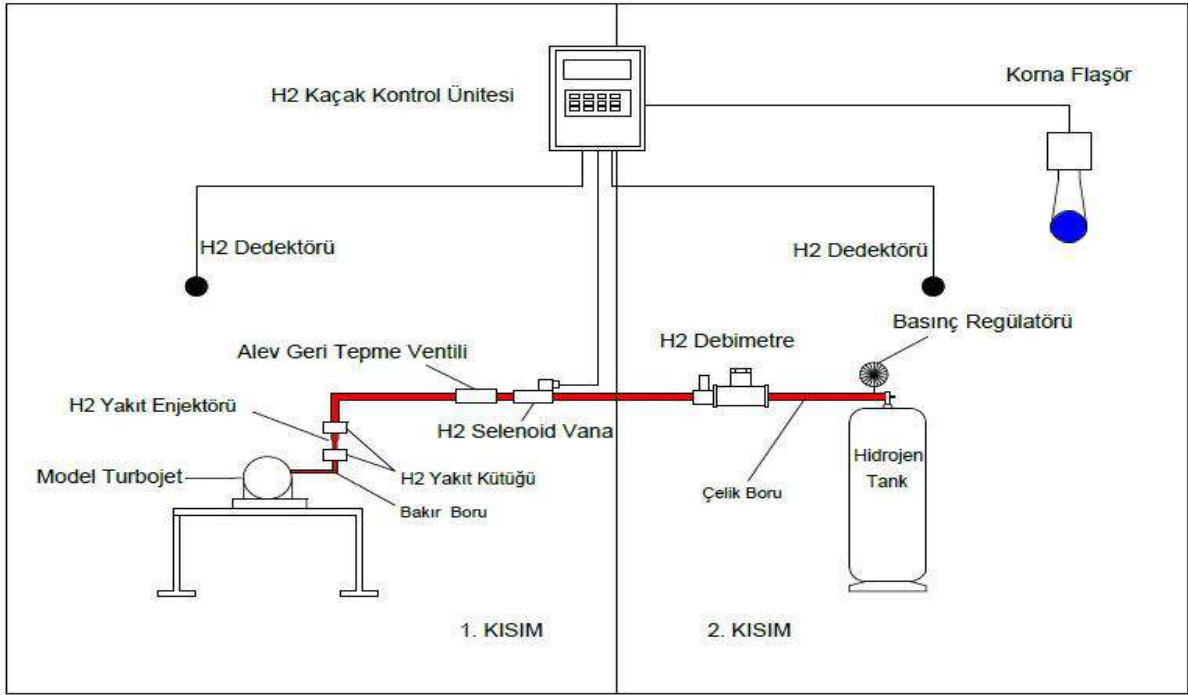
Rölanti devri	35000 d/d
Maksimum itki kuvveti	97 N
Egzoz gazlarının sıcaklığı	510 -700 °C
Egzoz gazlarının hızı	1305 km/h
Maksimum yakıt tüketimi	275 g/d
Basınç oranı	2.3
Yakıt türleri	Diesel, Kerosen, Jet-A1
Yağlama miktarı	Yakıtta %5 oranında katkı
Bakım süresi	25 saat



Şekil 1. Jetcat P80 SE kesit resmi

2.2. YAKIT İLETİM HATTI

Model turbojet motorunda genelde kerosen, diesel gibi sıvı yakıtlar kullanılmaktadır. Bu sıvı yakıtların kullanımı için kullanılan yakıt ile kimyasal reaksiyona girmeyen basit plastik yakıt hortumu ve pompa sistemi kullanılmaktadır. Ancak, hidrojen, LPG ve dopal gaz gibi alternatif yakıtların kullanılabilmesi için model turbojet motorunun yakıt sistemi üzerinde modifikasyonların yapılması gerekmektedir. Bu sebeple, kurulum gerçekleştirilen test düzeneğinde yakıt iletim hattında yüksek basınca dayanıklı metal örgülü çelik hortum kullanılmıştır. Yakıt hattı üzerinde kullanılacak yakıt tipi için kalibre edilmiş termal kütleli debi ölçerler yerleştirilmiştir. Sistemde kullanılacak olan gaz yakıtlar için ekstra güvelik önlemi alınmış olup, deney düzeneğine gaz kaç dedektörleri ve bir adet selonoid vana yerleştirilmiştir. Herhangi bir kaçak olması halinde gaz kaç dedektörlerinden gelen sinyaller ile selonoid valf kumanda edilerek, yakıt iletiminin kesilmesini sağlayan bir kontrol ünitesi yerleştirilmiştir. Yakıt iletim hattının şematik görünümü Şekil 2’de gösterilmektedir.



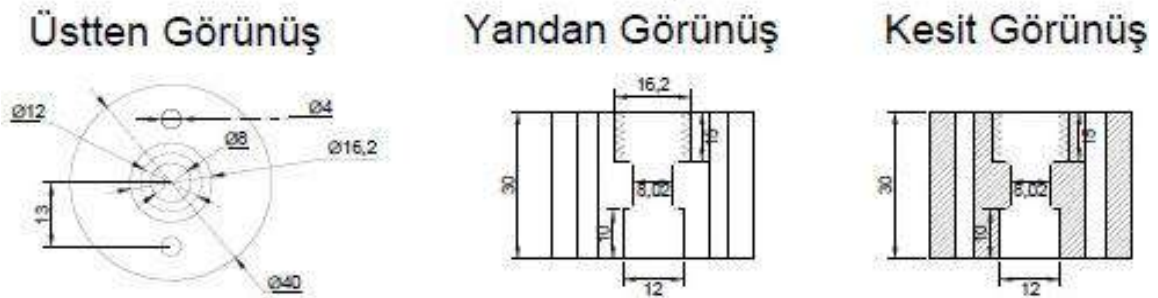
Şekil 2. Alternatif yakıt hattı ve kaçak kontrol ünitesi şematik görünümü

DeneySEL çalışmalarda turbojet motorunda farklı yakıtların kullanılması için yakıt hattı üzerinde yakıt hattının güvenliği ve optimizasyonu için bir takım cihazlar kullanılmıştır. Gaz yakıtların yanma odasına kerosen, eurodizel gibi sürekli değilde, kontrollü bir şekilde belirli aralıklarla püskürtülmesi için bir GDI enjektörü, debi kontrolü için bir termal kütleli debi ölçer, olası alev geri tepmesini önlemek için bir alev geri tepme valfi ve yakıt hattında basınç değerini ayarlamak için tank çıkışında bir basınç regülatörü kullanılmıştır.

2.3. YAKIT KÜTÜĞÜ

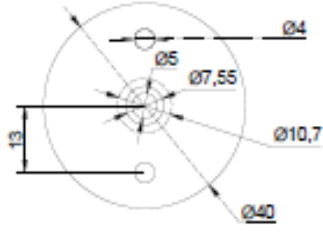
Alternatif gaz yakıtların (hidrojen, propan, doğal gaz v.b) yakıt tankından jet motoruna ulaştıran yakıt hattı üzerine monte edilen bir enjektör vasıtası ile kontrollü bir şekilde iletimi sağlanmıştır. Sistemde kullanılan enjektör, bir yakıt kütüğüne montajı gerçekleştirilmiştir. Yakıt kütüğü 2 ayrı kısımdan oluşmaktadır. 1. kısım yakıt tankından gelen yakıt hortumunun bağlandığı kısımdır. Enjektörün kafa kısmı buraya monte edilmektedir. 2. kısım ise enjektörün nozul kısmının girdiği ve buradanda yanma odasına yakıtın bir bakır boru ile aktarıldığı bölümdür. Yakıt kütükleri çelik malzemeden imal edilmiş olup, bağlantıları sırasında viton o ring conta ve teflon bant kullanılmıştır. Yakıt kütüğünün teknik resmi Şekil 3’de verilmiştir.

1. Parça

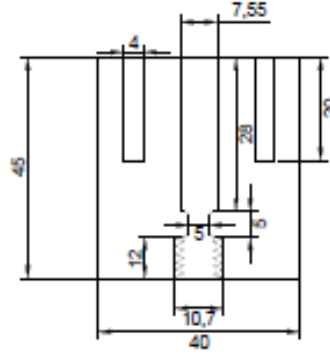


2. Parça

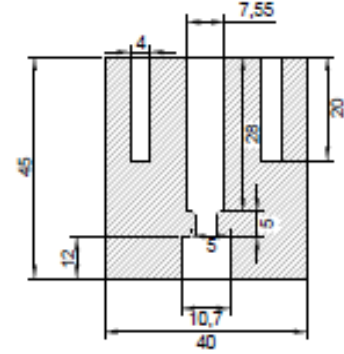
Üstten Görünüş



Yandan Görünüş



Kesit Görünüşü



Şekil 3. Yakıt kütüğünün teknik resmi

2.4. EGZOS EMİSYONLARININ ÖLÇÜLMESİ

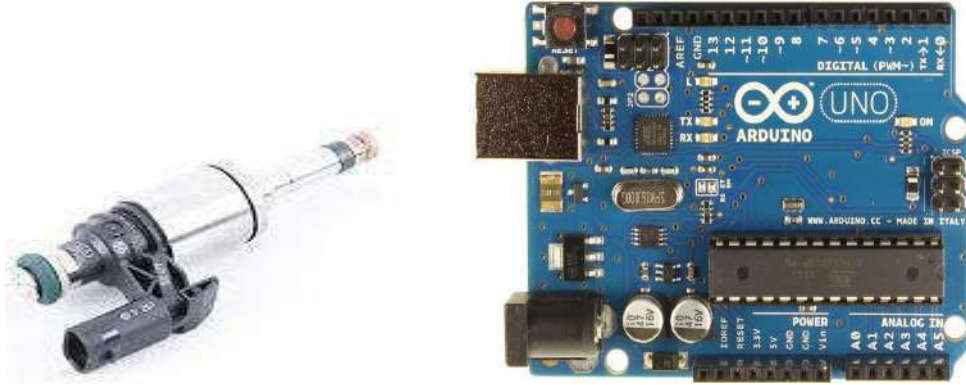
Motorun farklı devir ve yakıt türleri ile çalışması sırasında egzoz emsiyonları ve O₂ konstrasyonu ölçülmüştür. Bu ölçüm işleminde, IMR-FGA4000XDS emsiyon ölçüm cihazı kullanılmıştır. Emisyon cihazının resmi ve teknik özellikleri Şekil 4’de gösterilmiştir.

Teknik Özellikler		
HC emisyonu ölçüm aralığı	0-10000 ppm	Non-dispersive infrared
CO emisyonu ölçüm aralığı	0-10 %	Non-dispersive infrared
CO ₂ emisyonu ölçüm aralığı	0-20 %	Non-dispersive infrared
NO _x emisyonu ölçüm aralığı	1-5000 ppm	Elektrokimyasal sensör
O ₂ ölçüm aralığı	0-25 %	
Hava/yakıt oranı ölçüm aralığı	0-50 %	
Lamda (λ) ölçüm aralığı	0-5	
Ekran	0,8" parlak dijital LED	
Isınma süresi	≈ 5 dakika	
Güç gereksinimi	220 V AC	
Ağırlık	4,1 kg	
Boyut	33,5 x 27,4 x 16,5 cm	
Çalışma sıcaklığı	2 – 45 °C	

Şekil 4. IMR marka egzoz emisyon cihazı (Akçay,2015)

2.5. YAKIT ENJEKTÖRÜ ve KONTROLÜ

Deney düzeneğinde gaz yakıtların model turbojet motorunun yanma odasına kontrollü bir şekilde iletimini sağlamak ve motorun devrine göre gerekli yakıt miktarının yanma odasına göndermek için GDI enjektörü kullanılmıştır. Ayrıca bu enjektör sayesinde alevin geri tepmesi ve erken tutuşma gibi bazı yanma sorunlarında önüne geçilmesi planlanmıştır. Enjektörden püskürtülen yakıt miktarını kontrol etmek için kontrol devresi kurulmuştur. Farklı motor devirlerinde püskürtülen yakıt miktarının kontrolü PWM kontrollü bir Arduino-Uno kartı ile yapılmış olup, çalışılan motor devri ve yakıt türüne göre pulse değerleri ayarlanmıştır. Kullanılan GDI enjektörü ve Arduino-Uno kartın resmi Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. GDI enjektörü ve Arduino-Uno kart

2.6. DENEY DÜZENEĞİNİN KURULUMU ve DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmada, model turbojet motorunda konvansiyonel jet yakıtlarının dışında propan, hidrojen, doğal gaz gibi alternatif yakıtların kullanımı esnasında motor performans parametreleri ve egzoz gazlarının ölçülmesi için bir test düzeneği kurulmuştur. Test düzeneğinin resmi Şekil 6’da verilmektedir.



Şekil 6. Test düzeneğinin resmi

Test düzeneğinde ilk olarak, turbojet motorunun sabitlenerek net itki kuvvetinin ölçülebilmesi için demir profilden bir sehpa hazırlanmıştır. Model turbojet motoru, çalışması esnasında

oluşacak olan net itme kuvvetini ölçebilmek ve itki kuvveti doğrultusunda hareket serbestliği sağlamak amacı ile lineer rulmana sahip bir stant üzerine yerleştirilmiştir. Ayrıca stant ile deney düzeneği arasında yerleştirilen S tipi bir load-cell yardımıyla da testler sırasında model turbojet motorda oluşacak olan net itki kuvveti ölçülmüştür. Hidrojen, propan, doğal gaz gibi yakıtların yakıt tankından model turbojet motoruna iletimi bir GDI enjektörü ile sağlanması planlanmıştır. Enjektörün yanma odası ve yakıt iletim hattı ile bağlantısının yapılabilmesi için yakıt kütüğü imal edilmiştir. Enjektörün yakıt girişi yakıt kütüğünün 1. kısmına yerleştirilmiş, enjektörün yakıt çıkış ağzı yakıt kütüğünün 2 kısmına monte edilmiştir. Bu işlem sırasında viton o-ring contalar kullanılarak sızdırmazlık sağlanmıştır. Enjektörden çıkan yakıtın model turbojet motorunun yanma odasına iletimi ise bakır boru ile sağlanarak sistem için güvenli bir yakıt hattı oluşturulmuştur.

Deney sırasında jet motorda kullanılan alternatif yakıtların debilerini yakıt hattı üzerinde bulunan termal kütleli debi ölçerler yardımıyla ölçülmesi planlanmıştır. Bu sebeple yakıt hattı üzerine, kullanılan gaz yakıtına uygun termal kütleli debi ölçer monte edilmiştir. Testlerde, gaz yakıtlar için ekstra güvenlik önlemleri alınmıştır. Sistem üzerinde hidrojen, LPG ve doğal gaz kaçağını algılayarak erken uyarı veren bir kontrol ünitesi bulunmaktadır. Kontrol ünitesi 2 adet gaz dedektörü ve 1 adet selenoid vanayı kontrol etmektedir. Ortama yerleştirilen gaz kaçak dedektörleri herhangi bir kaçak olması durumunda kontrol ünitesine sinyal yollamakta ve böylece kontrol ünitesi yakıt hattına yerleştirilen selenoid vanayı kapatarak gaz akışını önlemektedir. Ayrıca kaçak sırasında yine kontrol ünitesi tarafından kontrol edilen bir uyarı korna flaşörü devreye girmektedir. Sistem üzerinde özellikle hidrojen için imal edilmiş olan bir alev geri tepme ventili bulunmaktadır. Olası alev geri tepmesi durumunda devreye girerek sistem güvenliğini sağlayacaktır. Şekil 7’de test düzeneğinin kurulumu gösterilmektedir.



Şekil 7. Test düzeneğinin kurulumu

Testler sırasında model turbojet motorundan çıkan yanmış egzoz gazlarının laboratuvar şartlarından atmosfere atılması ve egzoz gazlarının emisyonlarının ölçülmesi amacı ile egzoz hattı bağlanmıştır. Bu egzoz hattı 100 mm çapında galvanizli çelik borudan imal edilmiş ve çıkış hattı atmosfere verilmiştir. Egzoz gazların miktarını ölçmek için nozula dik bir şekilde emisyon cihazının aparatı yerleştirilmiştir. Yapılan egzoz hattı Şekil 8’de gösterilmektedir.



Şekil 8. Egzoz hattı

Test düzeneğinin kurulumundan sonra model turbojet motorunda yakıt olarak eurodizel kullanılarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Turbojet motoruna ilk hareket, kompresör giriş miline tek yönlü bir kavrama ile bağlanan starter motoru ile verilmektedir. Bu elektrik motoru jeti yaklaşık olarak 3500 devirlere çıkartarak, sistem için ilk hareketi sağlamaktadır. Bu devirde kompresör içeriye alınan havanın basıncını yanma odası basıncına, hava-yakıt karışımının tutuşma sıcaklığına yaklaşmasını sağlayabilmektedir. Motor bu devirlere geldiğinde yakıt pompası yardımı ile yanma odasına yakıt iletimi başlamaktadır. Yanma odası üzerinde bulunan bir adet kızdırma bujisi ile ilk ateşleme başlatılarak motorun artık kendi rejiminde çalışması sağlanmıştır. Model turbojet devri 10.000 rpm değerlerine gelince starter motoru devreden çıkmaktadır. Model turbojet motorunun rölanti çalışma devri değeri 35000 rpm dir. Model turbojet motorunda eurodizel yakıt kullanımı ile 35.000, 45.000, 55.000, 65.000 ve 75.00 d/d gibi 5 farklı motor devrinde motor performans parametreleri (Egzoz çıkış sıcaklığı, Net itki kuvveti, yakıt debisi ve egzoz emsiyonları HC, CO, O₂ ve CO₂) ölçülmüştür. Deney sırasında ortam sıcaklığı 6 °C olarak ölçülmüştür. Deneyde kullanılan yakıtın özellikleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Euro-Dizel yakıt özellikleri

Özellikler	Yakıt (Eurodizel)
Kinematik Vizkozite (40 ⁰ C)	2,5-3,5
Alt Isıl Değer (Mj/kg)	42,5
Yoğunluk (15 ⁰ C)	0,84
Alevlenme Noktası(°C)	55
Donma Noktası(°C)	-10
Setan İndeksi	46
Akma Noktası (°C)	-35....0

Model turbojet motorunun farklı devirlerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3.Farklı motor devirlerindeki deneysel sonuçlar

Devir (d/d)	Egzoz Sıcaklığı (°C)	Net itki (N)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	CO (%)	O ₂ (%)	Debi (g/d)
-------------	----------------------	--------------	----------	---------------------	--------	--------------------	------------

35000	550	15,2	40	0,53	0,04	20,09	58
45000	560	30,9	29	0,52	0,05	20,14	74
55000	579	43,9	21	0,52	0,07	20,16	94
65000	584	54,5	18	0,51	0,08	20,22	104
75000	590	78,9	12	0,49	0,09	20,24	116

2.7. GAZ TÜRBİNLİ MOTORLARIN PERFORMANS PARAMETRELERİ

Gaz türbinli motorların (GTM) tasarımları esnasında; kalkma, tırmanma, yatay hareket gibi özellikler için bazı parametreler önemli bir konumdadır. Bu parametreler uçağın performansını etkilediği için önem arz etmektedir.

2.7.1. İTKİ VERİMİ (η_p)

İtke verimi, moturun sahip olduğu gücün uçağı itmek için hangi oranda verimli kullanıldığını gösteren bir parametredir. Egzoz gazlarının çıkış yaptıktan sonra taşımış oldukları enerji miktarı bunun bir parçasıdır. Bu kapsamda;

$$\eta_p = \frac{\text{İtke Gücü}}{\text{Motorda Havaya Verilen Güç}} \quad (1)$$

Burada, η_p itki verimini ifade etmektedir. Motorda elde edilen itme kuvvetinin genel formülü,

$$F = \dot{m}_a[(1 + f)v_e - v] + (p_e - p_a)A_e \quad (2)$$

veya

$$F = \dot{m}v_e + (p_e - p_a)A_e \quad (3)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada, F itme kuvveti, \dot{m} kütleli debi, A_e egzoz ağız çıkış kesiti, v_e gazların çıkış hızı, p_a çevre basıncı ve p_e gazların çıkış basıncı olarak ifade edilmektedir (Şöhret, 2013)

2.7.2. ISIL VERİM (η_t)

Yanma odasında yakıtın yanması sonucu açığa çıkan ısı enerjinin, iş gazlarına ne kadarlık bir bölümünün aktarıldığı ısı verim ifadesi ile tanımlanır ve Eşitlik 3 ile hesaplanır.

$$\eta_{th} = \frac{\text{Havaya Aktarılan Enerji Miktarı}}{\text{Yanma Sonucu Açığa Çıkan Isı Miktarı}} \quad (4)$$

2.7.3. TOPLAM VERİM (η_o)

Toplam verim sistemdeki itki verimi ile ısı veriminin çarpımı ile elde edilmektedir.

$$\eta_o = \eta_{th} * \eta_p \quad (5)$$

2.7.4. ÖZGÜL İTKİ (St)

Özgül itki kuvveti, moturun ürettiği itki kuvvetinin, motordan geçen kütle debisi oranını ifade etmektedir. Buradaki kütlede yoğunluk ile hava bulunduğu için yakıtın kütle miktarı göz ardı edilebilir.

$$St = \frac{F}{\dot{m}_0} \quad (6)$$

Burada, F itki kuvveti, \dot{m}_0 havanın kütleli debisidir.

2.7.5. ÖZGÜL YAKIT YÜKETİMİ (ÖYT)

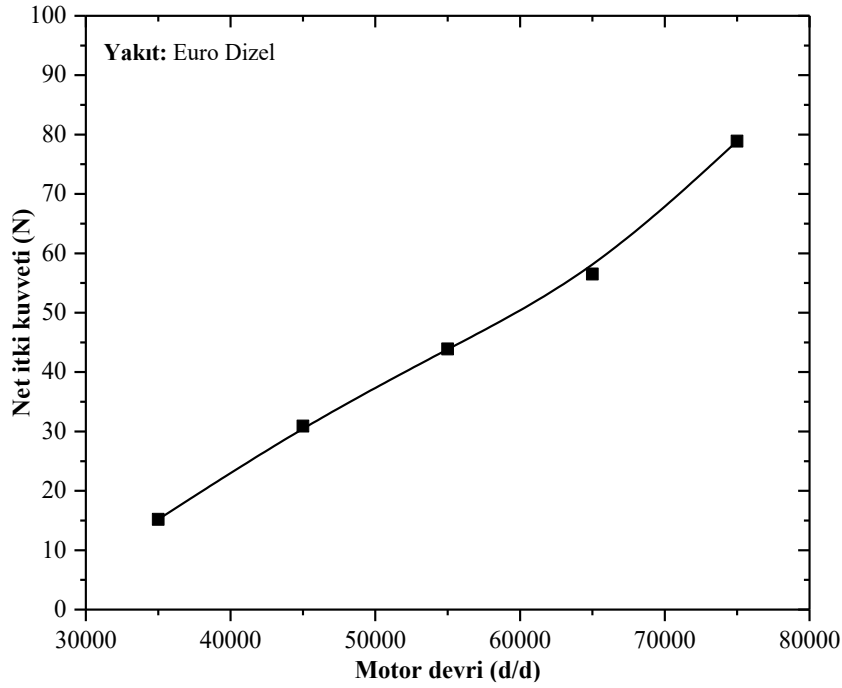
Herhangi bir çalışma koşulunda motora alınan yakıt miktarının net itki kuvvetine oranı ile tanımlanır (Şöhret, 2013).

$$\text{ÖYT} = \frac{\dot{m}_f}{F} \quad (7)$$

Burada, \dot{m}_f birim zamanda harcanan yakıt miktarını göstermektedir.

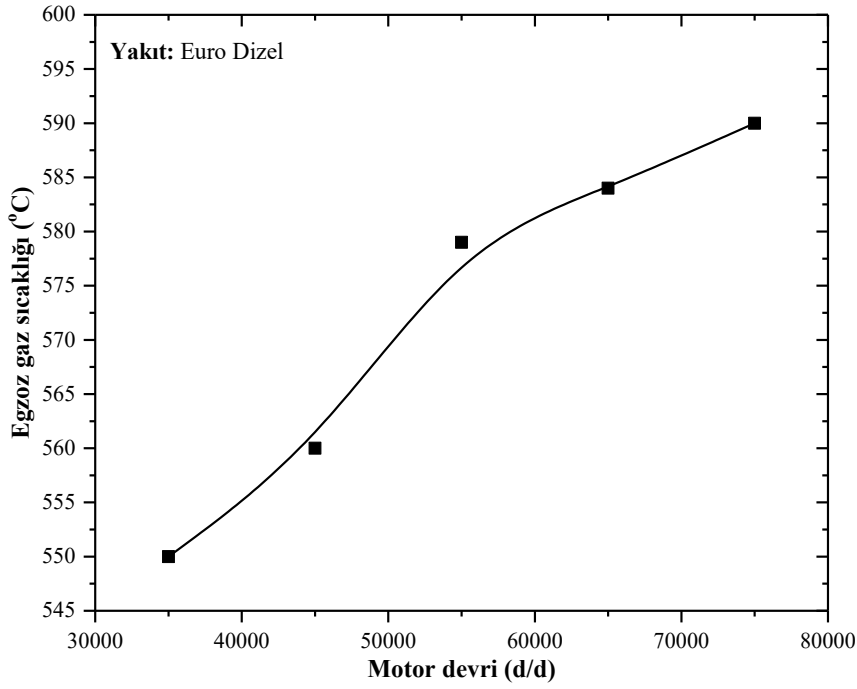
3. TARTIŞMA ve BULGULAR

Şekil 9'da motor devrinin artışı ile birlikte net itki kuvvetinin değişimi verilmiştir. Şekil 9'dan görüldüğü gibi motor devrinin artışı ile birlikte net itki kuvvetinin lineer olarak arttığı görülmektedir. Çalışılan minimum motor devrinde (35000 rpm) net itki kuvveti 15,2 N iken, çalışılan maksimum motor devrinde (75000 rpm) net itki kuvveti 78,9 N'a ulaşmaktadır.



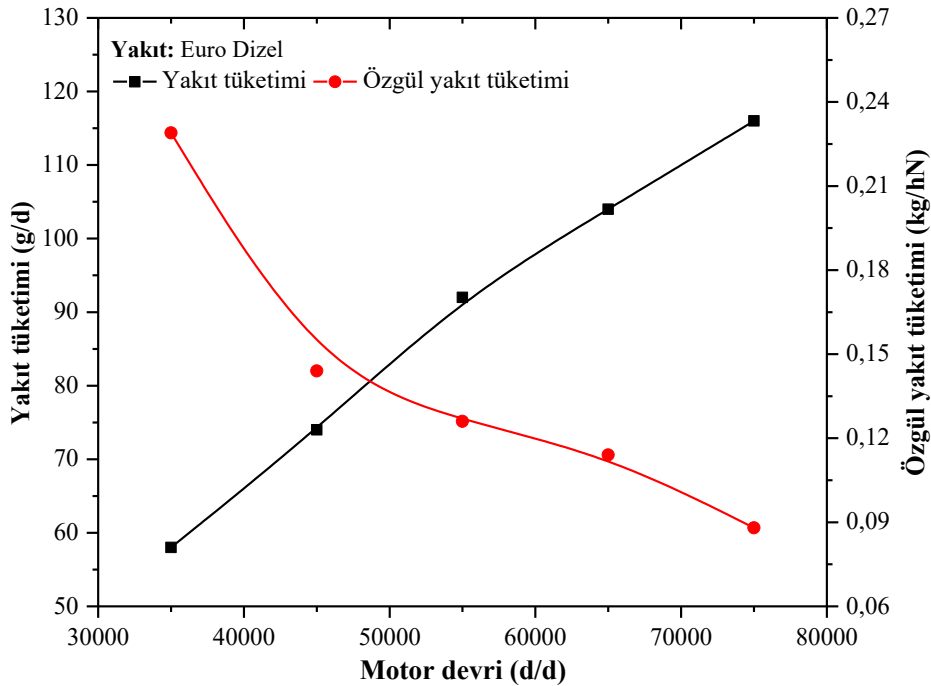
Şekil 9. Motor devri ile net itki kuvvetinin değişimi

Deney esnasında ortam sıcaklığı 6°C ölçülmüş ve bu değerde çalışmalar yapılmıştır. Bu sıcaklıkta havanın kompresörden girerek, yanmaya katıldıktan sonra yanmış gazların egzoz nozulundaki sıcaklık değerlerinin motor devrine göre değişimi Şekil 10'da gösterilmektedir. Motor devir sayısının artışı ile birlikte egzoz gazlarının sıcaklığının arttığı görülmektedir. Çalışılan minimum motor devrinde (35000 rpm) egzoz sıcaklığı 550°C iken, çalışılan maksimum motor devrinde (75000 rpm) egzoz sıcaklığı 590°C'ye ulaşmaktadır.



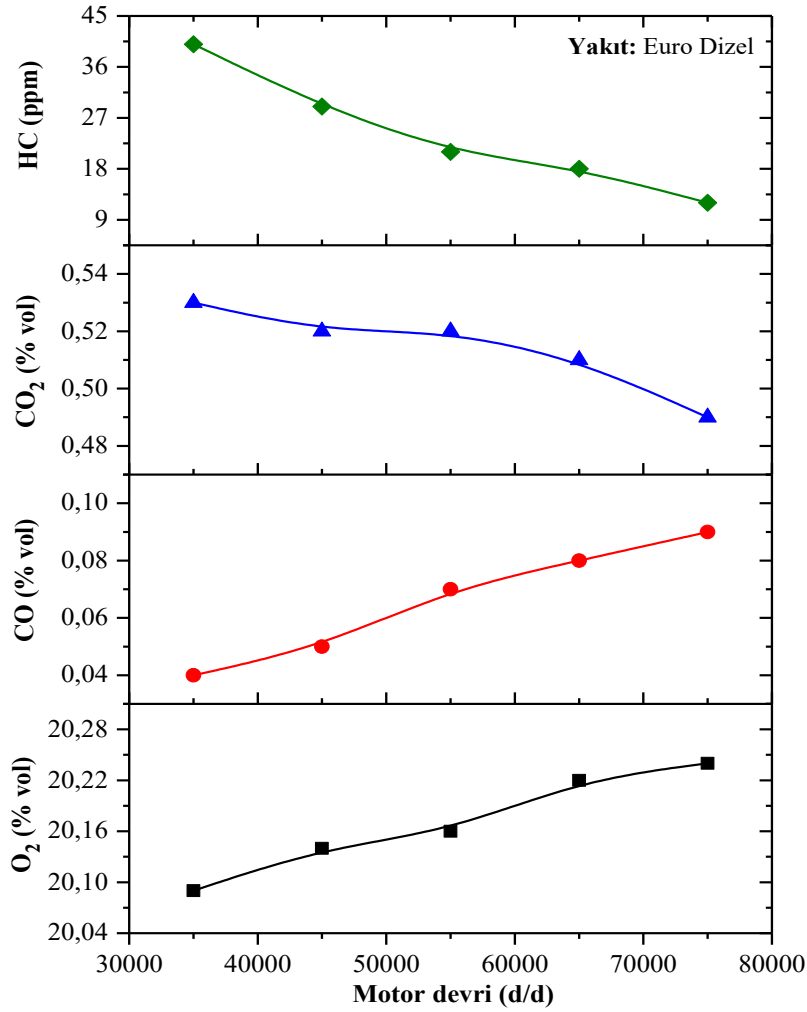
Şekil 10. Motor devri ile egzoz sıcaklığının değişimi

Motor devrinin artışı ile birlikte yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketiminin değişimi Şekil 11’de verilmektedir. 35.000 devirde jet tarafından kullanılan yakıt miktarı, en düşük miktar olarak görülmektedir. Motor devir sayısının artışı ile birlikte yakıt tüketiminin arttığı görülmektedir. Çalışılan minimum motor devrinde (35000 rpm) yakıt tüketimi 58 g/d iken, çalışılan maksimum motor devrinde (75000 rpm) yakıt tüketimi 116 g/d’ya ulaşmaktadır. Bununla birlikte, motor devrinin artışı ile özgül yakıt tüketiminin hızla azaldığı, çalışılan minimum motor devrinde (35000 rpm) özgül yakıt tüketimi 0,229 kg/Nh iken, maksimum devri 75000 rpm’de 0,088 kg/Nh’e azaldığı görülmektedir. Şekilde göldüğü gibi, artan motor devri ile birlikte yakıt tüketimi artmasına rağmen, artan net itki kuvvetine bağlı olarak özgül yakıt tüketimi azalmaktadır.



Şekil 11. Motor devri ile yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketiminin değişimi

Şekil 12’de motor devrinin değişimi ile egzoz gazlarının ve O₂ konsantrasyonunun değişimi görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, artan motor devri ile birlikte HC ve CO₂ emisyonlarının azaldığı, CO emisyonlarının ise arttığı görülmektedir. Burada, artan motor devrinin yanma odası içerisindeki yanma şartlarını iyileştirerek eksik yanma ürünü olan HC emisyonlarında azalma sağladığı, öte yandan motor devrinin artışı ile yanma odası içerisindeki alev sıcaklığının artışına bağlı olarak CO₂ emisyonlarının ısıl parçalanması ile CO’ye dönüşerek CO emisyonunun artışına neden olduğu ifade edilebilir. Ayrıca, motor devrinin artışı ile egzoz gazları içerisindeki O₂ konsantrasyonundaki artış, CO₂’in ısıl parçalanma ile CO’ye dönüşümünü bir kanıtı olarak gösterilebilir.



Şekil 12. Motor devri ile egzoz gazlarının ve O₂ konsantrasyonunun değişimi

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Model turbojet motorda farklı devir değerlerinde euro-dizel yakıt ile deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar 35.000, 45.000, 55.000, 65.000 ve 75.000 devir/dakika değerlerinde gerçekleştirilmiş olup net itme kuvveti, egzoz sıcaklık değerleri, yakıt tüketimi ve egzoz emisyon değerleri kayıt altına alınmıştır. Bu kapsamda model turbojet motorda;

- Deneysel çalışma koşullarında çalışılan minimum devirde elde edilen itki kuvveti 15,2 N iken, çalışılan maksimum devirde itki kuvveti 78,9 N olmuştur. Jet motorda devir sayısı arttıkça net itki kuvvetinde de artış gözlemlenmiştir.
- Ortam sıcaklığının 6⁰C olduğu çalışma koşullarında, minimum devir değerinde elde edilen egzoz sıcaklığı 550⁰C, maksimum devirde ise egzoz sıcaklığı 590⁰C ulaşmaktadır. Devir sayısı arttıkça yanma sonucu oluşan egzoz sıcaklık değerlerinin arttığı görülmüştür.

- Çalışılan Farklı devirlerde, jet motorunun yakıt tüketim miktarı minimum devirden, maksimum devre doğru lineer bir artış göstermiştir. Minimum devirde (35000) yakıt tüketimi 58 g/d, maksimum devirde ise 116 g/d olarak kayda geçmiştir. Buna karşın yüksek devirlerde artan itki kuvveti sebebiyle özgül yakıt tüketiminde düşme olduğu gözlemlenmiştir.
- Yakıt olarak euro-dizel kullanılması sonucu ortaya çıkan egzoz gazlarının emisyon değerleri çalışılan devre göre farklılık göstermiştir. Egzoz emisyon değerlerinde devir sayısı arttıkça HC ve CO₂ miktarları azalmakta, O₂ konsantrasyonun ve CO miktarının arttığı görülmektedir.

Bu kapsamda turbojet motorlarda yakıt tüketimini düşürecek, elde edilen net itki kuvvetini arttıracak, aynı zamanda emisyon değerlerini azaltacak alternatif yakıtlar üzerinde çalışmaların yapılması önem arz etmektedir.

5.KAYNAKLAR

- Akçay, H., 2015. Lpg ile Çalışan Buji Ateşlemeli Bir Motorda, Egzoz ve Soğutma Sisteminde Kaybedilen Isının Tej Modülü ile Kullanılabilir Enerjiye Dönüştürülmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89, Isparta
- Diamantis, B., Anstssios, S., 2016. Data Analysis and Performance Model Calibration of a Small Turbojet Engine. Deparmant of Mechanical Engineering, University of Thssaly, Greece.
- Eken, E., Başaran, E., Çoban, K., 2013. Küçük Ölçekte Özgün Bir Gaz Türbin Motorunun Yer ve Uçuş Testleri. TMMOB Makine Mühendisleri Odası VII. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendsiliği Kurultayı
- Ekici, S., 2015. Mini Turbojet/Turboprop Motorun İleri Ekserji Analizi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115, Eskişehir
- Güzelkök, R., Çetinkaya, S., 2009. Model Bir Jet Motorunun Yapımı ve Test Edilmesi. Politeknik Dergisi, 12, 29-33.
- İçke, R.Ö., Tunçer, O., 2016. Bir Mikro Turbojet Motorun Tersine Mühendislik ile İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik fakültesi Fen ve Mühendislik dergisi,18,562-579
- Küçük, H., 1995. Bir Turbojet Motorunun Performansının İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü. Yüksek Lisans Tezi, 105, İstanbul
- Söhret, Y., 2013. Deneysel Bir Turbojet Motorunun Yanma Veriminin Motor Emisyonlarıyla Belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86, Eskişehir.
- Turan, Ö. 2017. Füzelerde Kullanılan Küçük Bir Gaz Türbin Motorunun Deney Düzeneği, Testi ve Performans Ölçümü. Ömer Halis Demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6, 717-728
- Ozer, N.F., 2015. Küçük Bir İHA Turbojet Motoruna Ait Çeşitli Parametrelerin Performans Takibi ve Analizi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111, Eskişehir

**YÜN YIKAMA ATIK SUYUNUN KOAGÜLASYON VE FLOKÜLASYON İLE
ARITIMININ CEVAP YÜZEY YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU
OPTIMIZATION OF WOOL WASHING WASTE WATER TREATMENT BY
COAGULATION AND FLOCCULATION BY RESPONSE SURFACE METHOD**

Billur KÖFTER

Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Ayla ALTINTEN

Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Zehra ZEYBEK

Ankara Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada tekstil atık suyu olarak ham yün (yapağı) yıkama işlemi atık suyu seçilmiştir. Bu atık su oksitlenmiş biyobozunurluğu az olan yün gresi, biyobozunurluğu yüksek çözünmüş bir organik bileşen olan lanolin, çeşitli kir içeriği (gübre, toz gibi) ve yıkama esnasında kullanılan kimyasalları (deterjanlar, peroksit ve yardımcıları gibi) içermektedir. Bileşenleri nedeniyle bu atık suyun arıtımı zordur. Arıtma yöntemi olarak; ilk yatırım, işletme maliyeti, arıtım süresi, oluşan atıklar gibi etkenler incelendiğinde koagülasyon flokülasyon prosesinin uygun olduğu görülmüştür.

Çalışmada minimum kimyasal tüketimi ve maksimum giderim verimi ile atık suyun arıtılması amaçlanmıştır. Atık suyun arıtımı için işletim değişkenlerinin optimizasyonu Cevap Yüzey Metodu (CYM) kullanılarak yapılmıştır. Atık sudaki kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve askıda katı madde (AKM) giderim verimleri üzerinde koagülant miktarı, flokülant miktarı ve pH değişkenlerinin etkileri incelenmiştir. Kimyasal arıtım için en uygun işletim değişkenleri belirlenmiş ve prosesin kontrol edilmesi amacıyla matematiksel modeli oluşturulmuştur. İki yanıt değişkeni için geliştirilen kuadratik model, optimum koşulların pH 7,5'da 1282,5 ppm alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) ve 12,3 ppm flokülant miktarı olduğunu göstermiştir. Optimum koşullarda giderim verimleri % 92,34 KOİ ve % 94,11 AKM olarak bulunmuştur. Belirlenen değişkenlere göre oluşturulan matematiksel model kullanarak arıtma prosesinin otomasyon ve yazılımlar ile anlık kontrolü insan gücü olmadan sağlanabilir. Böylece kimyasal arıtma tesisleri de Endüstri 4.0'a uygun hale getirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Yün yıkama atık suyu, koagülasyon, flokülasyon, optimizasyon

ABSTRACT

The textile wastewater to be investigated in this study is formed as a result of the washing process of the raw wool (fleece). This wastewater contains oxidized wool grease with little biodegradable, highly biodegradable dissolved organic component lanolin, various dirt content (such as fertilizer, powder) and chemicals used during washing (such as detergents, peroxide and assistants). Treatment of this wastewater is difficult due to its components. Treatment method; when factors such as initial investment, operating cost, treatment time, waste generated were examined, it was found that the coagulation flocculation process was appropriate.

In this study, it is aimed to treat wastewater with minimum chemical consumption and maximum removal efficiency. Optimization of operating parameters for wastewater treatment was done using the Response Surface Methodology (RSM). The effects of coagulant amount, flocculent amount and pH parameters on chemical oxygen requirement (COD) and suspended solids (SS) removal efficiencies in wastewater were investigated. The most appropriate operating parameters for chemical treatment were determined and a mathematical model was created to control the process. The quadratic model developed for the two response parameters showed that the optimum conditions were 1282,5 ppm aluminum sulfate ($Al_2(SO_4)_3$) and 12,3 ppm flocculate dosage at pH 7.5. Removal efficiencies were found as

92,34% COD and 94,11% SS under optimum conditions. By using the mathematical model created according to the determined variables, instant control of the treatment process with automation and software can be achieved without human power. Thus, chemical treatment plants can be made compatible with Industry 4.0.

Keywords: Wool scouring wastewater, coagulation, flocculation, optimization

1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisi; Türkiye'de ham madde üretimi ve iş gücünün ucuz olması gibi sebeplerden dolayı her geçen gün büyüyen sanayilerin başında gelmektedir. Bu endüstri çok fazla atık üretmektedir. En önemli atık kaynağı ise atık sulardır. Bu sular, içerdikleri çeşitli kimyasallardan dolayı arıtılması zordur. Çeşitli organik maddeler, ağır metaller, çözünmüş tuzlar, yüksek pH seviyeleri içermesi ve yüksek sıcaklıklarda dış ortama verilmesi arıtma ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bu çalışmada tekstil atık suyu olarak ham yün (yapağı) yıkama işlemi atık suyu seçilmiştir. Araştırılan tekstil endüstrisinin alt dalı, benzer şekilde dünyada Avustralya ve Çin'de gerçekleştirilmektedir. Oluşan atık suyun arıtımı genel olarak özel laboratuvarlarda veya işletmeye özel gerçekleştirilen araştırmalardan ibarettir. Bu sebeple bu atık suyun arıtımı hakkında güncel literatür çok bulunmamaktadır. Bu çalışmayla beraber bu atık suyun kimyasal arıtma ile arıtılabilirliği ve bu arıtmanın modellenmesi amaçlanmıştır. Oluşturulacak model ile Endüstri 4.0'a uygun kontrol edilebilen arıtma tesisinin dayanağını oluşturacaktır.

Yapılan araştırmalarda bu atık suyun arıtılması genel olarak biyolojik yöntemin tercih edildiği görülmüştür [1-4]. Fakat bu yöntemin uzun bekleme süreleri, düşük giderim verimleri, bakterilerin olumsuz ve hızlı etkilenmesi gibi sebeplerden dolayı uygulamada yetersiz kalmıştır. Atık suyun içeriğinde bulunan oksitlenmiş biyobozunurluğu az olan yün gresi, biyobozunurluğu yüksek çözünmüş bir organik bileşen olan lanolin, çeşitli kir içeriği (gübre, toz gibi) ve yıkama esnasında kullanılan kimyasallar (deterjanlar, peroksit ve yardımcıları gibi) sonucunda atık su yüksek KOİ ve AKM içermektedir. Bu sebeple kimyasal arıtma prosesi (koagülasyon-flokülasyon) ile arıtılması uygun görülmüştür. Ayrıca kimyasal arıtma prosesinde kontrol edilebilecek değişkenlerin kolay müdahale edilebilir olması da bir tercih sebebidir. Matematiksel model CYM kullanılarak oluşturulmuştur. Bu metod; daha fazla bilgiye daha az deney ile ulaşılabilmesi, bağımsız değişkenlerin etkilerini beraber inceleme olanağı tanınması gibi sebeplerden dolayı seçilmiştir. CYM çok farklı atık sularda kimyasal arıtmanın modellenmesi amacıyla kullanılmıştır [5-10]. Oluşturulan model; değişkenlerin anlık ölçülmesi ve uygun otomasyonlar kullanılarak prosesin sağlıklı ve insan gücü olmadan anlık kontrolünün sağlanabilmesi Endüstri 4.0'a uygun arıtma tesisleri için önemlidir.

Çalışmada minimum kimyasal tüketimi ve maksimum giderim verimi ile atık suyun arıtılması amaçlanmıştır. Koagülasyon ve flokülasyon prosesi için en uygun koagülant ve flokülant seçilmiştir. CYM ile optimizasyon için kullanılan değişkenler; KOİ ve AKM giderim verimleri üzerinde koagülant miktarı, flokülant miktarı ve pH değişkenlerinin etkileri incelenmiştir. Kimyasal arıtım için en uygun işletim değişkenleri belirlenmiş ve prosesin kontrol edilmesi amacıyla matematiksel modeli oluşturulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

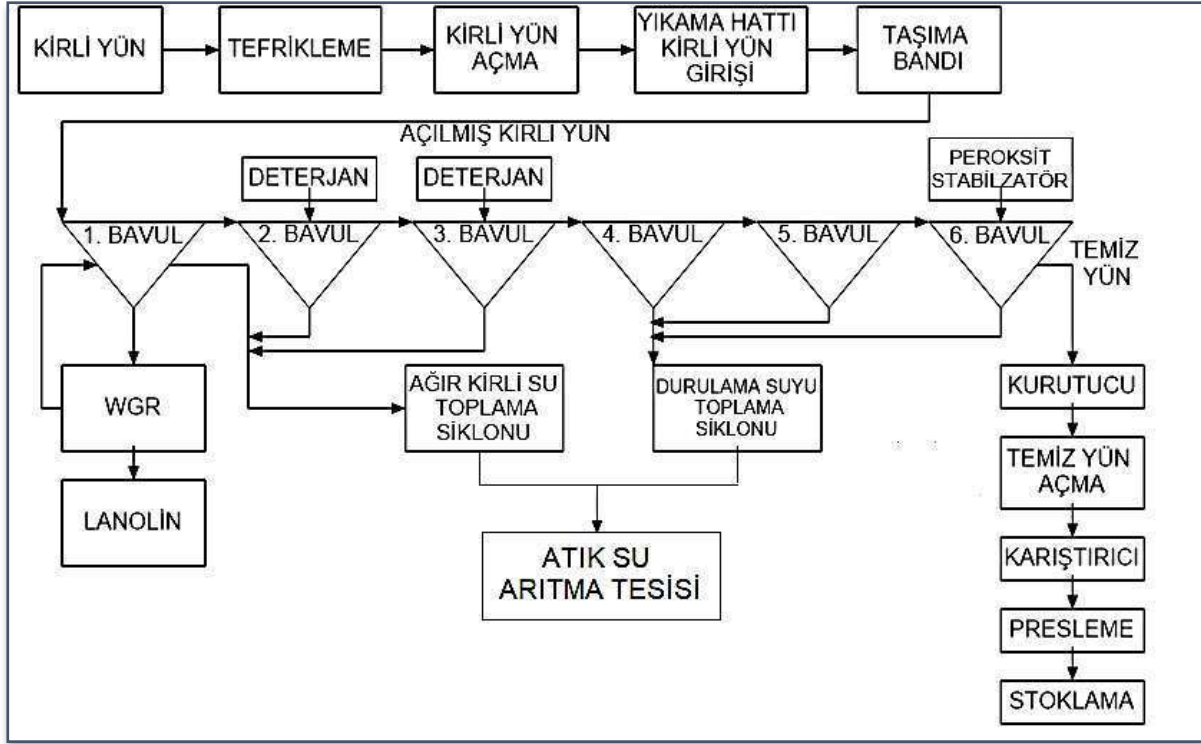
2.1. Atık Su Karakterizasyonu

Çalışılan numune yün yıkama fabrikasından alınan atık su örneğidir. Yıllık üretim kapasitesi 7.128 ton/yıl yıkanmış yün olan bir tesisten alınmıştır. Tesisten endüstriyel olarak çıkan atık su miktarı ortalama 288 m³/gündür. Tesisin iş akım şeması Şekil 1'de gösterilmektedir. Atık su yıkanan yünün cinsine ve yıkama şekline göre değişkenlik göstermektedir. Bunun sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- Koyun cinsi (Merinos, karaman vb.)

- Koyunun yetiştirildiği yöntem ve yöreye bağlı kirlilik miktarı (mera veya besi yöntemi) (Romanya, Fas, Yunanistan, Türkiye'nin bölümleri gibi)
- Yün lifinin çapı (18-30 mikron gibi)
- Kullanılan kimyasal maddeler ve kullanım miktarları (deterjan, soda külü, ağartıcı)
- Sisteme beslenen suyun sertliği, besleme miktarı
- Yıkama hattının mekaniksel özellikleri (bant hızı, yıkama ve kurutucu oda sıcaklıkları, geri besleme seviyeleri, atık su deşarj miktarı vb.)

24-26 mikron, %75 Türkiye %25 Fas karışımı, Merinos cinsi yünün yıkanması sonucunda oluşan atık suyun standart metotlara göre (SM,TS) karakterizasyonu Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Proses akım şeması

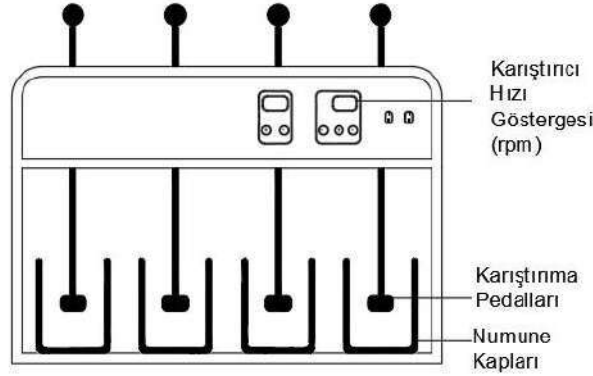
Tablo 1. Yün yıkama atık suyu karakterizasyonu

Değişken	Birim	Değer
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/l	25000-35000
Askıda Katı Madde	mg/l	4000-6000
Yağ ve Gres	mg/l	1500-1700
pH	-	7,3-7,4
Toplam Azot	mg/l	90-200
Toplam Krom	mg/l	0,5-4
Sülfür	mg/l	3-5
Serbest Klor	mg/l	0,1-0,5
Sülfid	mg/l	9-12

2.2. Jar Testi

Koagülasyon işlemi askıda veya kolloidal yapıdaki atıkları gidermek amacıyla uygulanır. Buradaki amaç flok oluşturan kimyasal bir reaktifi, çökelemeyen maddelerle birleştirmektir. Flokülasyon ise yavaş çöken askıda katıların daha hızlı çöktürmek için atık suya kimyasal ilavesini içermektedir [11]. Bu işlemin en uygun işletme değişkenlerini bulmak için yapılan testlere jar testi denilir. İncelemeler ve denemeler sonucunda bu atık suyun jar testi adımları [12-14]:

- Atık su numunesin 500'er ml 1000 ml'lik beherlere alınır. Beherler düzeneğe alınır ve karıştırıcılar, beherlere daldırılır.
- Koagülant eklenir. İlave edilen koagülant tüm su içerisine karıştıktan sonra (yaklaşık 2 dk) 100 rpm hızla karıştırıcılar çalıştırılır.
- Karıştırma hızı 40 rpm indirilir. Flokülant eklenir. Yaklaşık 5 dakika sonra flok oluşumu tamamlandığında, karıştırma işlemi durdurulur.
- Karıştırıcılar çıkartılarak süspansiyon çökelmeye bırakılır.
- 30 dakikalık bir çökelden sonra üst kısımdaki berrak sıvı arıtılmış su numunesi olarak alınır.

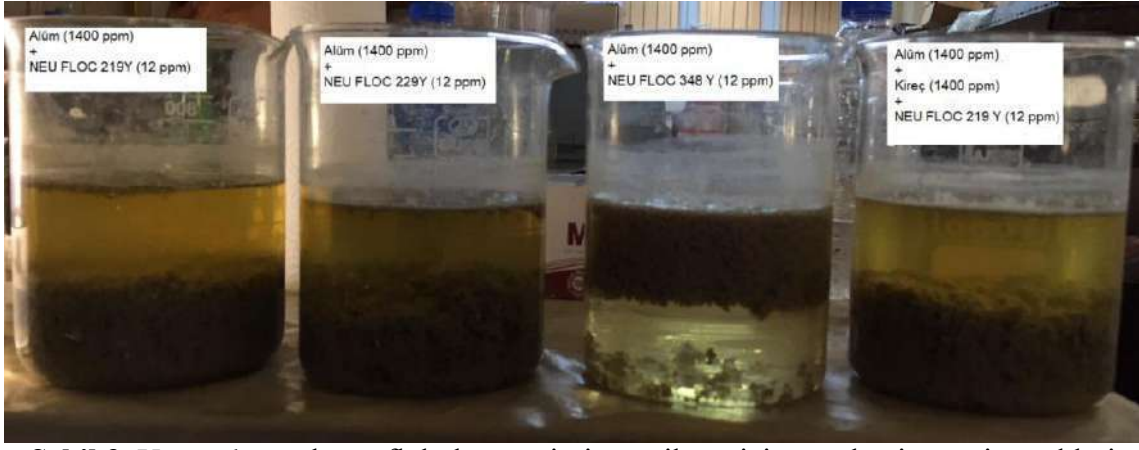


Şekil 2. Jar testi deney düzeneğinin şematik gösterimi

2.3. Uygun Koagülant ve Flokülantın Seçilmesi

Koagülant ve flokülant dozajının belirlenebilmesi için en uygun kimyasallar öncelikle seçilmelidir. Bu sebeplerle denemeler yapılmıştır. Denemelerde 2 çeşit koagülant denenmiştir. Bunlar alüm ($Al_2(SO_4)_3$) ve demir(III)klorür ($FeCl_3$)'dür. Bu kimyasalların seçilmesinin sebebi atık suda bulunan yağın asidik karakterle birlikte daha kolay ayrışabildiği gözlemlenmiştir. Asidik karakterdeki koagülantlar incelendiği zaman alümün kütlesinin en yüksek olduğu bu sebeple yük etkisinin çok olacağı, demir(III)klorürün ise diğer demir çözeltilerine oranla teminin ve maliyetinin daha uygun olması sebebiyle tercih edilmiştir. Flokülant olarak tesisin polielektrolitler konusunda çalıştığı NEUCHEMIE markasının polielektrolitleri denenmiştir.

Atık su ile yapılan denemelerde öncelikle koagülant olarak alüminyum sülfat miktarı belirlenmiş ve yaklaşık 1300-1400 ppm seviyelerinde iyi bir kırılma elde edilmiştir. Demir(III)klorürde de yaklaşık aynı kırılma elde edilmiştir. Fakat arıtılan suda oluşan renklilik, maliyetten dolayı tercih edilmemiştir. Bu kırılma ardından anyonik flokülantlar verildiğinde başarılı bir çöktürme elde edilememiştir. Alüminyum sülfat ardından yapılan katyonik polielektrolit beslemesinde çok berrak su ve çok iri flok yapısı elde edilebilmiş ancak oluşan floklar yüzme eğiliminde olduğu için uygunluk görülmemiştir. Son turda yapılan denemelerde alüm beslemesi sonrası alüm ile aynı miktarlarda kireç sisteme ilave edilmiş ve ardından verilen katyonik polielektrolit ile başarılı çöktürme sağlanabilmiştir. Kirecin buradaki bu denemedeki işlevi yük vermektan ziyade pH ayarlaması içindir. Bu sebeple kireç yerine asit eklenerek pH ayarlanması sağlanabilir. Böylece pH da sistem için önemli bir bağımsız değişken olmuştur. Yapılan denemelerden bazıları Şekil 3' de verilmiştir.



Şekil 3. Uygun koagülant - flokülant seçimi ve miktarı için yapılan jar testi örnekleri

2.4. KOİ ve AKM Analizleri

Deney sonucunda kullanılacak bağımlı değişkenlerin analiz yöntemi; kolay, ucuz, hızlı, kullanışlı ve ölçümünde rastgele hatanın minimum olacağı şekilde belirlenmiştir. Bu sebeple standart metodlar yerine spektrofotometrik olarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Kullanılan araç gereçler:

- HACH LANGE DR3900 spektrofotometre
- HACH LANGE LT 200 termoreaktör
- HACH LANGE HQ11D Dijital Prop
- HACH LANGE LCK 014- 1000-10000 mg/L O₂ KOİ küvet testi
- HACH LANGE KARE KÜVET

KOİ analizi:

- Hazır küvet testi ilk olarak spektrofotometrede ölçülür.
- Arıtılmış su numunesinden 0,2 ml örnek alınır. Hazır küvet testine eklenir.
- Küvetin içindeki gümüş sülfat (Ag₂SO₄) çözününceye kadar çalkalanır.
- Kit 150 °C'de 2 saat termoreaktörde ısıtılır. Oda sıcaklığına gelmesi beklenir.
- 605 nm dalga boyunda ölçüm yapılır.

AKM analizi:

- Spektrofotometreye uygun kare küvete saf su koyulur.
- 810 nm dalga boyunda spektrofotometre sıfırlanır.
- Farklı bir küvete arıtılmış su numunesi koyulur. Spektrofotometrede ölçüm yapılır.

2.5. Optimizasyon Deney Tasarımı

Oluşturulacak matematiksel model için 3 bağımsız değişken ve bu değişkenlerin değişim aralıkları seçilmiştir. Design Expert programı ile 18 adet deney uygun bulunmuştur. Deney tasarımına göre yapılan bu deneylerden ilk 8'i değişkenlerin birinci derece denklemin katsayılarını, tekrarlanan 4 deney modelin doğruluğunu arttırmak için ve son 6 deney ise değişkenlerin ikinci derece denkleminin katsayılarını belirlemek için yapılmıştır. Tablo 2'de deney tasarımı verilmiştir.

Tablo 2. Deney tasarımı

Deney no.	Bağımsız Değişkenler					
	Kodlanmış seviyeler			Kodlanmamış seviyeler		
	X ₁	X ₂	X ₃	Koagülant miktarı (ppm)	Flokülant miktarı (ppm)	pH
1	-1	-1	-1	1200	8	7,35
2	1	-1	-1	1600	8	7,35
3	-1	1	-1	1200	16	7,35
4	1	1	-1	1600	16	7,35
5	-1	-1	1	1200	8	9,35
6	1	-1	1	1600	8	9,35
7	-1	1	1	1200	16	9,35
8	1	1	1	1600	16	9,35
9	0	0	0	1400	12	8,35
10	0	0	0	1400	12	8,35
11	0	0	0	1400	12	8,35
12	0	0	0	1400	12	8,35
13	-2	0	0	1000	12	8,35
14	2	0	0	1800	12	8,35
15	0	-2	0	1400	4	8,35
16	0	2	0	1400	20	8,35
17	0	0	-2	1400	12	6,35
18	0	0	2	1400	12	10,35

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Deney tasarımına göre KOİ (Y₁) ve AKM (Y₂) giderimi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Yapılan deneysel çalışma ilgili örnekler Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Deneysel çalışma örnekleri

Tablo 3. Deney tasarımına göre sonuçlar

Deney No.	Kodlanmış seviyeler			Yanıt değişkenleri			
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁		Y ₂	
				(mg/l - %)		(mg/l - %)	
1	-1	-1	-1	2474	92,66	382	92,99
2	1	-1	-1	2549	92,44	435	92,03
3	-1	1	-1	2329	93,09	468	91,42
4	1	1	-1	2470	92,67	402	92,63
5	-1	-1	1	2982	91,15	442	91,90
6	1	-1	1	2998	91,10	563	89,68
7	-1	1	1	2928	91,31	699	87,19
8	1	1	1	2998	91,10	544	90,03
9	0	0	0	2878	91,46	291	94,67
10	0	0	0	2882	91,45	287	94,74
11	0	0	0	2891	91,42	298	94,54
12	0	0	0	2887	91,43	289	94,70
13	-2	0	0	2272	93,26	600	89,00
14	2	0	0	2544	92,45	433	92,06
15	0	-2	0	2985	91,14	578	89,41
16	0	2	0	2545	92,45	465	91,48
17	0	0	-2	2408	92,85	457	91,62
18	0	0	2	3296	90,22	825	84,88

4. BULGULAR

4.1 Kimyasal Oksijen İhtiyacına Bağlı Bulgular

Kimyasal oksijen ihtiyacı için bulunan denklem, deney sonuçları ile geriye doğru regresyon yöntemini kullanan regresyon modeli seçilmiştir. Modelin istatistiksel testi, varyans analizi için istatistiksel test (ANOVA) ile yapılmıştır. Bulunan sonuçlar Tablo 4 ve 5’de verilmiştir.

Tablo 4. KOİ için ANOVA sonuçları

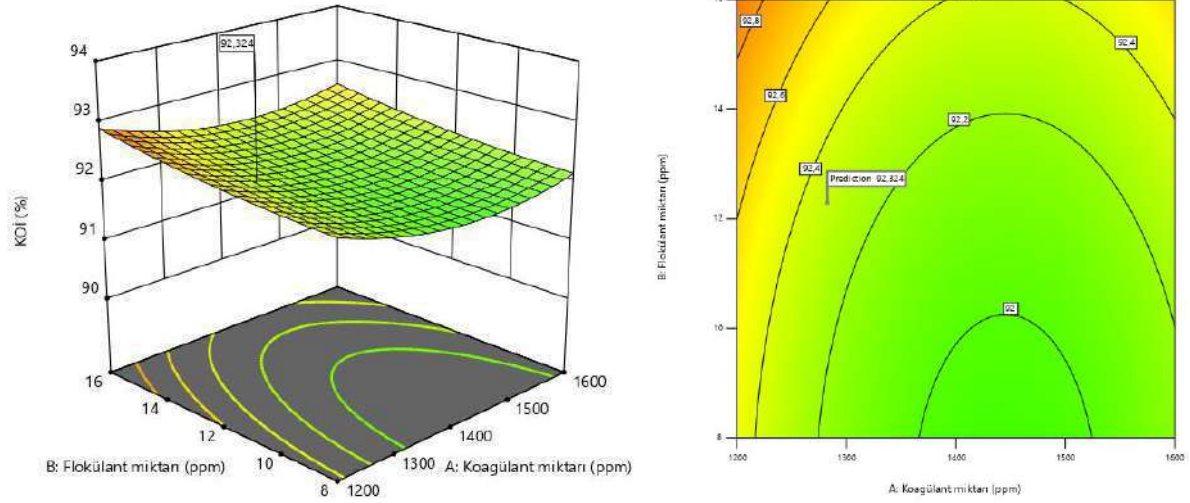
Kaynak	Kareler toplamı	df	Karelerin ortalaması	F değeri	p değeri
Model	12,26	5	2,45	79,28	< 0,0001
A-Koagülant miktarı	0,3939	1	0,3939	12,73	0,0039
B-Flokülant miktarı	0,7380	1	0,7380	23,86	0,0004
C- pH	8,20	1	8,20	265,10	< 0,0001
A ²	2,93	1	2,93	94,69	< 0,0001
B ²	0,1653	1	0,1653	5,34	0,0394
Artık	0,3712	12	0,0309		
Uyum eksikliği	0,3703	9	0,0411	144,52	0,0009
Saf Hata	0,0009	3	0,0003		
Toplam	12,63	17			

Tablo 5. KOİ için R² değerleri

Std. Sapma.	0,1759
Ortalama	91,87
R-Squared (R ²)	0,9706
Adj R- Squared (Ayarlanmış R ²)	0,9584
Pred R- Squared (Tahmini R ²)	0,8708
Yeterli hassasiyet	30,8742

Sonuçlara bakıldığında önerilen modelde $p < 0,0001$ olduğu görülmektedir. F değeri 79,28 bulunmuştur, bu da modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu durumda R^2 değeri 0,9706 olarak bulunmuştur. Bu sonuç toplam değişkenlerin ve yapılan çalışmaların % 97,06'sının bu model ile açıklanabileceği anlamına gelmektedir. ANOVA testinden sonra bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak verilen kuadratik model eşitliği:

$KOI = +115,68231 - 0,025099 * X_1 - 0,070079 * X_2 - 0,715875 * X_3 + 8,6837 * 10^{-6} * X_1^2 + 0,005157 * X_2^2$ olarak bulunmuştur. KOİ giderimine bağlı 3D yüzeyi ve kontür grafiği Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Koagülant ve flokülant miktarının KOİ giderimi için 3D yüzeyi ve kontür grafiği

4.2. Askıda Katı Maddeye Bağlı Bulgular

Askıda katı madde için bulunan denklem, deney sonuçları ile geriye doğru regresyon yöntemini kullanan regresyon modeli seçilmiştir. Modelin istatistiksel testi, varyans analizi için istatistiksel test (ANOVA) ile yapılmıştır. Bulunan sonuçlar Tablo 6 ve 7'de verilmiştir.

Tablo 6. AKM için ANOVA sonuçları

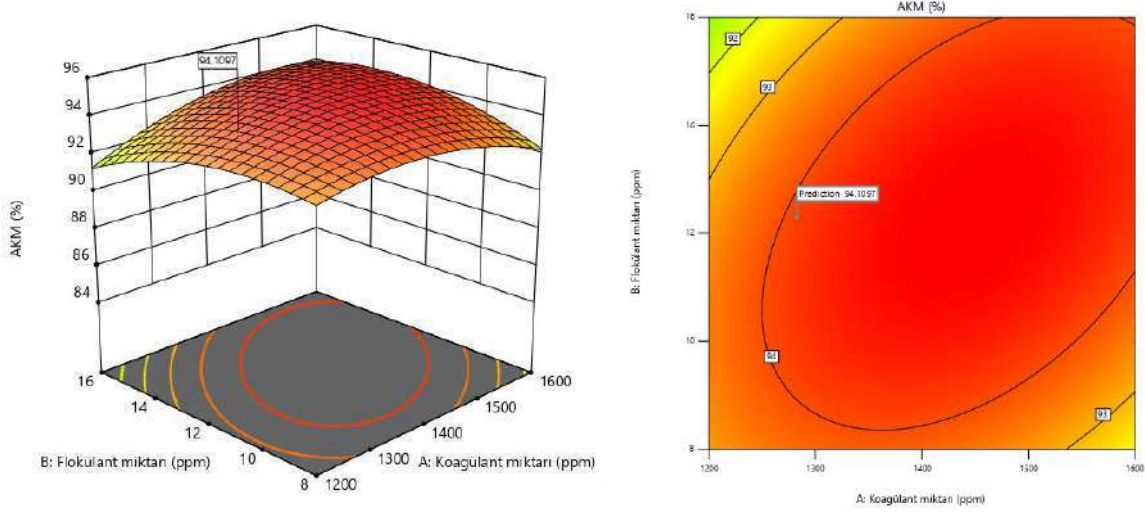
Kaynak	Kareler toplamı	df	Karelerin ortalaması	F değeri	p değeri
Model	112,11	7	16,02	15,25	<0,0001
A-Koagülant miktarı	3,05	1	3,05	2,90	0,1192
B-Flokülant miktarı	0,0887	1	0,0887	0,0845	0,7772
C- pH	35,32	1	35,32	33,64	0,0002
AB	6,55	1	6,55	6,24	0,0316
A ²	23,20	1	23,20	22,10	0,0008
B ²	24,25	1	24,25	23,09	0,0007
C ²	55,98	1	55,98	53,32	< 0,0001
Artık	10,50	10	1,05		
Uyum eksikliği	10,48	7	1,50	194,39	0,0006
Saf Hata	0,0231	3	0,0077		
Toplam	122,61	17			

Tablo 7. AKM için R² değerleri

Std. Sapma.	1,02
Ortalama	91,39
R-Squared (R ²)	0,9144
Adj R-Squared (Ayarlanmış R ²)	0,8544
Pred R-Squared (Tahmini R ²)	0,5414
Yeterli hassasiyet	13,7295

Sonuçlara bakıldığında önerilen modelde $p < 0,0001$ olduğu görülmektedir. F değeri 15,25 bulunmuştur, bu da modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu durumda R^2 değeri 0,9144 olarak bulunmuştur. Bu sonuç toplam değişkenlerin ve yapılan çalışmaların % 91,44'ünün bu model ile açıklanabileceği anlamına gelmektedir. ANOVA testinden sonra bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak verilen kuadratik model eşitliği:

$AKM = -48,45495 + 0,060797 * X_1 - 0,021020 * X_2 + 25,26353 * X_3 + 0,001131 * X_1 X_2 - 0,000026 * X_1^2 - 0,065887 * X_2^2 - 1,60175 * X_3^2$ olarak bulunmuştur. AKM giderimine bağlı 3D yüzeyi ve kontür grafiği Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Koagülant ve flokülant miktarının AKM giderimi için 3D yüzeyi ve kontür grafiği

5. SONUÇLAR

Atık sudaki kimyasal oksijen ihtiyacı ve askıda katı madde giderim verimleri üzerinde koagülant miktarı, flokülant miktarı ve pH değişkenlerinin etkileri incelenmiştir. Kimyasal arıtım için en uygun işletim değişkenleri belirlenmiş ve prosesin kontrol edilmesi amacıyla matematiksel modelleri oluşturulmuştur. İki yanıt değişkeni için geliştirilen kuadratik modeller, optimum koşulların pH 7,5'da 1282,5 ppm alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) ve 12,3 ppm flokülant miktarı olduğunu göstermiştir. Optimum koşullarda giderim verimleri % 92,34 KOİ ve % 94,11 AKM olarak bulunmuştur. Belirlenen değişkenlere göre oluşturulan matematiksel modeller kullanarak arıtma prosesinin otomasyon ve yazılımlar ile anlık kontrolü insan gücü olmadan sağlanabilir hale gelmiştir. Böylece kimyasal arıtma tesisinin de Endüstri 4.0'a uygun hale getirilebilir olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜRLER

Çalışmayı destekleyen PELENKOĞLU WOOL ve polielektrolit konusunda yardımcı olan NEUCHEMIE firmalarına teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- [1] Othman, M. Z. (2010). Treatment of Wool Scouring Waste Using Anaerobic Digestion with and without Chemicals Addition. *International Journal of Chemical and Molecular Engineering*, 4(2), 186-191.
- [2] Andrew, J. P., & Ralf, C. R. (2004). Treatment of strongflow wool scouring effluent by biological emulsion destabilization. *Water Res*, 38, 1419-1426.
- [3] Becker, P., Köster, D., Popov, M. N., Markossian, S., Antranikian, G., & Märkl, H. (1999). The biodegradation of olive oil and the treatment of lipid-rich wool scouring wastewater under aerobic thermophilic conditions. *Water Research*, 33(3), 653-660.
- [4] Mercz, T. I., & Cord-Ruwisch, R. (1997). Treatment of wool scouring effluent using anaerobic biological and chemical flocculation. *Water research*, 31(1), 170-178.

- [5] Kim, S. C. (2016). Application of response surface method as an experimental design to optimize coagulation–flocculation process for pre-treating paper wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 38, 93-102.
- [6] Moradi, M., & Ghanbari, F. (2014). Application of response surface method for coagulation process in leachate treatment as pretreatment for Fenton process: biodegradability improvement. *Journal of Water Process Engineering*, 4, 67-7
- [7] Wang, Y., Chen, K., Mo, L., Li, J., & Xu, J. (2014). Optimization of coagulation–flocculation process for papermaking-reconstituted tobacco slice wastewater treatment using response surface methodology. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(2), 391-396.
- [8] Trinh, T. K., & Kang, L. S. (2011). Response surface methodological approach to optimize the coagulation–flocculation process in drinking water treatment. *Chemical engineering research and design*, 89(7), 1126-1135.
- [9] Wang, J. P., Chen, Y. Z., Wang, Y., Yuan, S. J., & Yu, H. Q. (2011). Optimization of the coagulation-flocculation process for pulp mill wastewater treatment using a combination of uniform design and response surface methodology. *Water research*, 45(17), 5633-5640.
- [10] Khayet, M., Zahrim, A. Y., & Hilal, N. (2011). Modelling and optimization of coagulation of highly concentrated industrial grade leather dye by response surface methodology. *Chemical Engineering Journal*, 167(1), 77-83.
- [11] Samsunlu, A. (2011). Atık suların arıtılması. Birsen Yayınevi.
- [12] Krasner, S. W., & Amy, G. (1995). Jar-test evaluations of enhanced coagulation. *Journal-American Water Works Association*, 87(10), 93-107.
- [13] Black, A. P., Buswell, A. M., Eidsness, F. A., & Black, A. L. (1957). Review of the jar test. *Journal (American Water Works Association)*, 49(11), 1414-1424.
- [14] Cohen, J. M. (1957). Improved jar test procedure. *Journal (American Water Works Association)*, 49(11), 1425-1431.

**KONUŞMA SES SİNYALLERİNİN ANALİZİ İLE TIKAYICI UYKU
APNESİNİN TESPİTİ**
OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA DETECTION BY ANALYSIS OF SPEECH SOUND
SIGNALS

Yasemin UYAR TOPRAK
Başkent Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Derya YILMAZ
Başkent Üniversitesi
Doç. Dr. Metin YILDIZ
İzmir Demokrasi Üniversitesi,
Prof. Dr. Sinan YETKİN

Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü

ÖZET

Tıkayıcı Uyku Apnesi (TUA) en sık görülen uyku bozukluklarından biridir. TUA tanısında altın standart olarak kullanılan Polisomnografi, gece uykusu süresince birçok fizyolojik sinyalin kaydedilmesini ve bunların bir uzmanca değerlendirilmesini gerektirdiğinden, maliyeti yüksek ve uzun zaman alan bir yöntemdir. Bu dezavantajlarından dolayı son yıllarda Polisomnografinin yerine basitleştirilmiş yaklaşımların geliştirilmesi önem kazanmıştır. TUA'lı kişilerde uyku sırasında üst solunum yolu (ÜSY) kaslarında görülen değişimler, solunum ve horlama seslerinin akustik özelliklerinde değişime neden olduğundan, bir grup araştırmacı solunum ve horlama seslerinden apne tespiti üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu çalışmalar ışığında yakın zamanda; ses yolu üzerinde yer alan ve TUA hastalarında deforme olarak solunum yolunu tıkayan ÜSY kaslarının, kişinin normal konuşma seslerini de etkileyeceği hipotezinden yola çıkılarak, uyanırken alınan ses örneklerinin incelenmesi yönünde bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda seslerin akustik özellikleri çoğunlukla doğrusal analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

ÜSY, farklı biyomekanik özelliklere ve fonksiyonlara sahip düzensiz geometrik yapılar ve dokular içeren oldukça karmaşık bir sistemdir. Yumuşak dokular genellikle doğrusal olmayan viskoelastik davranışlarla yönetilir. Dolayısıyla bu doğrusal olmayan dinamikler, bu yoldan geçerek üretilen seslerin de durağan ve doğrusal olmayan bir yapıda olmasına neden olurlar. Kişiler uyanırken birkaç dakika içerisinde kaydedilecek seslere, doğrusal olmayan karakteristiklerini ortaya çıkarmaya yarayacak analizlerin uygulanması, TUA tanısı için önemli sonuçlar verebilir.

Bu hipotez ve literatürde yer alan çalışmaların ışığında bu çalışmada, 20 TUA hastası ve 20 sağlıklı bireyden uyanık durumda iken kaydedilen kısa süreli /i/ ve /ı/ sesi örnekleri; bir sistemin düzensizliğinin ölçüsü olarak değerlendirilen entropi temelli doğrusal olmayan özelliklerden; yaklaşım, örnek, Shannon entropileri ve rassal sürecin Gaussyanlıktan sapmasının ölçüsü olarak değerlendirilen, üçüncü ve dördüncü derece istatistikler olarak tanımlanan çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) parametreleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen özellik vektörü 60% eğitim 40% test kümesi olarak ayrılarak; k en yakın komşu ve topluluk ağacı sınıflayıcılarına uygulanmış; sırasıyla 91.9% ve 87.4% eğitim, 79.5% ve 80.8% test doğrulukları elde edilmiştir. Topluluk ağacı sınıflayıcısının test performansı k en yakın komşu sınıflayıcısından daha iyidir. Elde edilen sonuçlar TUA'nın kolay ve hızlı bir şekilde tanısı için ümit vericidir. Çalışma, oluşumunda ÜSY'nin daha etkin olduğu sessiz harfler için gerçekleştirilirse, daha yüksek sınıflama doğruluğu oranlarına ulaşılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tıkayıcı Uyku Apnesi, Entropi, Yüksek Dereceli Momentler

ABSTRACT

Obstructive Sleep Apnea (OSA) is one of the most common sleep disorders. Polysomnography, which is used as the gold standard in the diagnosis of OSA, is a costly and long-lasting method as it requires recording of many physiological signals during night sleep and evaluating them by a specialist. Due to these disadvantages, it has become important to develop simplified approaches instead of polysomnography examination in recent years. A group of researchers focused on the detection of apnea from breathing and snoring sounds, as changes in upper airway (UA) muscles during sleep caused changes in the acoustic properties of breathing and snoring sounds. In the light of these studies, recently; based on the hypothesis that the UA muscles located on the vocal tract and deforming the respiratory tract in OSA patients will also affect the person's normal speech sounds, some studies have been conducted to examine the sound samples taken while awake. In these studies, the acoustic properties of sounds were mostly evaluated by linear analysis methods.

UA is a highly complex system that includes irregular geometric structures and textures with different biomechanical properties and functions. Soft tissues are generally managed by nonlinear viscoelastic behaviour. Therefore, these nonlinear dynamics cause sounds produced through this path to have a non-stationary and nonlinear structure. Applying analysis to reveal the nonlinear characteristics of the sounds that will be recorded in a few minutes while the people are awake can give important results for the diagnosis of OSA.

In the light of this hypothesis and the studies in literature, in this study, short-term /i/ and /l/ voice samples, recorded from 20 OSA patients and 20 healthy individuals while awake, are analysed by approximate, sample, Shannon entropies which are entropy-based nonlinear features evaluated as a measure of the irregularity of a system, and skewness and kurtosis cumulants which are defined as third and fourth degree statistics and evaluated as the measure of the deviation of the random process from Gaussianity. The resulting feature vector is divided into approximately 60% training and 40% test data sets; applied to the k nearest neighbours and ensemble tree classifiers; 91.9% and 87.4% of training, 79.5% and 80.8% of test accuracy are obtained, respectively. The test performance of the ensemble tree classifier is better than the k nearest neighbours classifier. The results obtained are promising for easy and fast diagnosis of OSA. It is considered that higher classifying accuracy rates can be achieved if the study is carried out for consonants in which the UA is more effective in its formation.

Keywords: Obstructive Sleep Apnea, Entropy, High Order Moments.

1. GİRİŞ

Uyku sırasında solunumun durması (apne) sendromlarından biri olan Tıkayıcı Uyku Apnesi (TUA), abdomen ve torakstaki solunum çabasının sürmesine rağmen ağız ve burunda hava akımının olmadığı durumdur. TUA tedavi edilmemesi durumunda, uykuda ölümlere kadar varan ağır sonuçlar doğurabilir. Apnenin tanısında kullanılan yöntemler; klinik tanı, radyolojik tanı, endoskopik tanı ve polisomnografi (PSG)'dir [1]. Bunlardan PSG altın standart inceleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Polisomnografi, uykuda Elektroensefalografi (EEG), Elektromiyografi (EMG), Elektrokardiyografi (EKG), solunum efor kaydı gibi birçok fizyolojik parametrenin en az altı saat süreyle kaydedilmesini, bu kayıtların bir uzmanca değerlendirilip raporlanmasını gerektiren bir yöntemdir. Son yıllarda

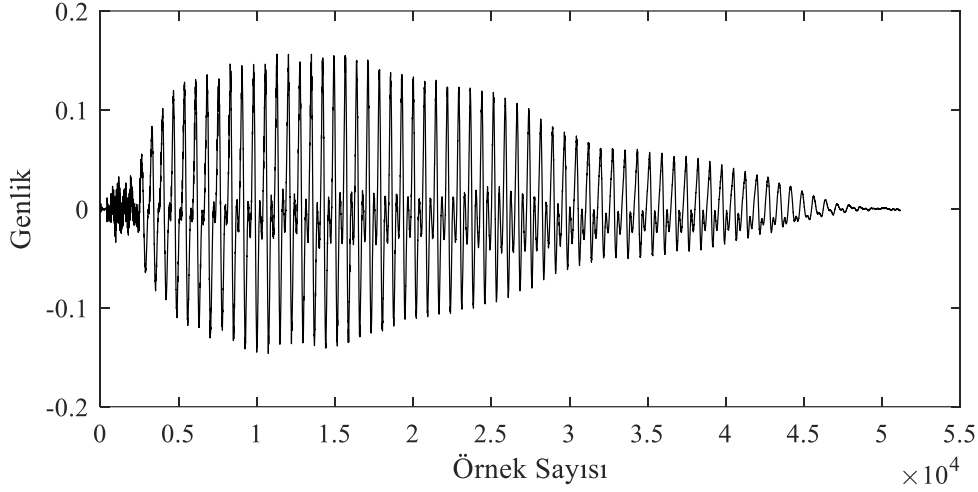
TUA tanısı için, maliyeti yüksek bir tetkik olarak değerlendirilen PSG'nin yerine daha az parametrenin kullanıldığı başka yöntemler araştırılmıştır. TUA'lı kişilerde uyku sırasında üst solunum yolu (ÜSY) kaslarındaki fiziksel değişimler, solunum yolunun dinamiklerine yansdığından, bu yolu kullanan solunum ve horlama seslerinin özelliklerinin de değişmesine neden olur. Bu doğrultuda yapılan bazı çalışmalarda solunum ve horlama sesleri değerlendirilerek apne tespiti yapılmaya çalışılmıştır [2-5]. Benzer bir yaklaşımla TUA sendromunun kişinin normal konuşma seslerini de etkileyeceği hipotezinden hareketle kişi uyanıkken alınan konuşma seslerinin akustik özelliklerinin doğrusal analiz yöntemleri ile incelenmesi yönünde çalışmalar yapılmış ve 80%'lerin üzerinde bir apne tespit başarısına ulaşılmıştır [6-11].

Yumuşak dokulardan oluşan ÜSY'nin fonksiyonel davranışları, ses üretiminde doğrusal olmayan mekanizmaların etkili olmasına neden olmaktadır [12]. Bu durumda ses sinyalleri de doğrusal olmayan özellikler gösterirler. TUA'lı hastalarda ÜSY'nin değişen aktivitesinin doğrusal olmayan yaklaşımlarla değerlendirilmesi TUA tanısı için önemli sonuçlar verebilir. Buradan hareketle bu çalışmada, TUA hastası ve sağlıklı kişilerden uyanık durumda iken kaydedilen birkaç dakikalık ses sinyalleri sistemin düzensizliğinin ölçüsü olarak değerlendirilen entropi temelli özellikler ve yüksek dereceli istatistikler kullanılarak analiz edilmişlerdir. Hesaplanan özelliklerin TUA tanısı için başarımı, k en yakın komşu ve topluluk ağacı sınıflayıcıları kullanılarak değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL ve METOD

2.1. Kullanılan Konuşma Sesi Verileri

Konuşma sesi; ses yolu üzerindeki ses telleri, boğaz, ağız, diş, dudak, burun gibi bileşenler tarafından şekillendirilerek üretilir. TUA hastalarında ses üretiminde etkili olan dil kökü, küçük dil ve gırtlaktaki kaslarda gevşemeler olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada şekillendirilmesinde ses telleri ile birlikte dil kökü (dilın arka kısımları), küçük dil ve gırtlığın etkili olduğu /a/, /ı/, /u/ ve üretimine dilin ön kısmının katıldığı /i/ ünlü sesleri kaydedilmiştir. Ses kayıtları Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü uyku laboratuvarına başvuran 20 sağlıklı (30-65 yaş 2 kadın, 18 erkek) 20 TUA hastası (31-65 yaş 6 kadın, 14 erkek) kişiden alınmıştır. Kayıtlar, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu izni ile, deneklere bilgilendirilmiş onam formu imzalatılarak alınmıştır. Denekler her bir sesi ardışık olarak beş kez tekrarlamışlardır. Kayıtlar 44100 örnekleme frekansı ile alınmış ve analizlerde 16000 örnek kullanılmıştır. Şekil 1'de TUA hastası bir denekten alınan bir /ı/ ses örneği yer almaktadır.



Şekil 1. Bir TUA hastasına ait /ı/ sesi örneği

2.2.Ses Sinyallerinden Hesaplanan Özellikler

Bu çalışmada istatistiksel bilgi temeline dayanan bazı entropilerle üçüncü ve dördüncü derece momentler hesaplanmıştır. Birçok alanda yararlanılan bir nicelik olan entropi, bir sistemdeki rastgelelik ve düzensizliğin ölçüsü olarak tanımlanır ve sistemden elde edilen her bir ölçüm değerinden kazanılan bilgi miktarının ölçüsü olarak değerlendirilebilir [13]. Bilginin ölçümü (h), sinyal bileşenlerinin görülme olasılığı p_i 'nin bir fonksiyonu olarak kabul edilirse; Shannon algoritmasına göre bilgi miktarı, $h(p_i)=-\log_2(1/p_i)$ olarak ifade edilir. $h(p_i)$ 'nin n adet örnek için, sinyalin istatistiksel dağılımına bağlı olarak beklenen bilgi toplamı Shannon entropiyi vermektedir (1).

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \log_2\left(\frac{1}{p_i}\right) \quad (1)$$

Sürekliliği veya düzenliliği ölçen bir parametre olarak değerlendirilen bir başka entropi yaklaşım entropisidir. Bu entropinin düşük değerleri sistemin düzenli ve öngörülebilir olduğunu gösterirken yüksek değerler, veriler arasında bağımsızlık, tekrarlanan yapının azlığı ve rastgelelik anlamına gelir. Örnek entropi ise düzenliliği ölçen alternatif bir istatistiktir.

Yüksek dereceli momentler olarak da tanımlanan çarpıklık ve basıklık parametreleri (üçüncü ve dördüncü derece istatistikler) bir sinyal dağılımının normal dağılım eğrisine göre durumunu değerlendirmekte kullanılır [14]. Çarpıklık, normal dağılımda simetrikliğin bozulma miktarıdır. Dağılımın sağa ya da sola çarpık olması çarpıklık değerini sıfırdan pozitif veya negatif değerlerde uzaklaştırır. Basıklık ise normal dağılıma göre dağılımın dikliğinin ya da düzlüğünün derecesidir ve sapma miktarına bağlı olarak pozitif/negatif değerler alır.

2.3.Kullanılan Sınıflandırıcılar

TUA hastaları ve sağlıklı kişilerin konuşma ses sinyalleri için hesaplanan özelliklerin TUA tanısının konmasında ne kadar başarılı olacağını anlamak üzere, k en yakın komşu ve topluluk ağacı sınıflama algoritmaları kullanılmıştır. Öncelikle /a/, /ı/, /i/, /u/ sesleri için hesaplanan

özelliklere istatistiksel testler uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre /ı/ ve /i/ sesleri için hesaplanan özelliklerin, /a/ ve /u/ için hesaplananlara göre daha yüksek derecede anlamlı farklar göstermesi nedeniyle, sınıflayıcı girişlerine /ı/ ve /i/ seslerine ilişkin özellikler uygulanmıştır. Hesaplanan özellik kümesinin yaklaşık 60%'ı eğitim, kalanı da test için kullanılmıştır.

K en yakın komşu metodu, örnek verideki her bir gözlem değerinin, belirli bir gözlem değerine olan uzaklıklarının hesaplanmasını gerektirir ve k adet en küçük uzaklığa sahip gözlemi seçerek sınıflama yapar [15]. Bu metotta uzaklık hesabında kullanılacak metodun seçimi ve komşu sayısını gösteren k parametresinin belirlenmesi önemlidir. Topluluk ağacı sınıflayıcısı topluluk öğrenmesi gerçekleştirir yani sınıflama işlemi birden çok ve farklı sınıflayıcı ile yapılır. Bu sınıflayıcılardan elde edilen sonuçlar ortalama, oylama vb. çeşitli yöntemlerle birlikte değerlendirilir. Yani bir tek sınıflayıcı modeli yerine birden çok sınıflayıcı temel alınarak karar verilir.

3. SONUÇLAR

/ı/ ve /i/ sesleri için hesaplanan özelliklere ilişkin ortalama±standart sapma değerleri Tablo 1'de verilmektedir. Tablo 1 incelendiğinde her üç entropi değerinin her iki ses örneği için de TUA hastaları ile karşılaştırıldığında, sağlıklı kişilerde daha düşük olduğu görülmektedir. Yani sağlıklı kişilere ait ses sinyalleri TUA'lı seslere göre daha düzenli ve öngörülebilirler. Çarpıklık ve basıklık parametreleri ise her iki ses örneği için sağlıklı durumda TUA'lı duruma göre daha yüksek değerlere sahiptir. Çarpıklık değeri tüm durumlarda negatiftir yani dağılım sola çarpıktır. Dağılım, sağlıklı /ı/ sesi için orta basıklıkta iken değerinin 3'den küçük olduğu diğer durumlarda nispeten düzdür.

Tablo 1.Hesaplanan özelliklere ilişkin sonuçlar

Ses	Grup	Shannon Ent.	Yaklaşım Ent.	Örnek Ent.	Çarpıklık	Basıklık
/i/	TUA	7.18±0.67	0.37±0.06	0.14±0.04	-0.13±0.52	2.65±0.46
	Sağlıklı	6.76±0.60	0.35±0.05	0.12±0.03	-0.31±0.53	2.81±0.48
/ı/	TUA	6.85±0.58	0.33±0.04	0.16±0.04	-0.08±0.54	2.92±0.54
	Sağlıklı	6.56±0.37	0.32±0.04	0.15±0.04	-0.28±0.56	3.00±0.60

Çalışmada deneklerden elde edilen 96 TUA'lı, 93 sağlıklı ses örneği kullanılmıştır, gürültülü kayıtlar çalışma dışı bırakılmıştır. Eğitim kümesinde 56 TUA'lı ve 55 sağlıklı ses kullanılırken kalanlar test için ayrılmıştır. K en yakın komşu algoritması ile sırasıyla 91.9% ve 79.5% eğitim ve test doğruluğuna, topluluk ağacı sınıflayıcısı ile de sırasıyla 87.4% ve 80.8% eğitim ve test doğrulukları elde edilmiştir. Yapılan sınıflama uygulaması sonunda k en yakın komşu ve topluluk ağacı sınıflayıcılarından elde edilen test sonuçları Tablo 2'de verilmektedir. Topluluk ağacı sınıflayıcısının test performansı k en yakın komşu sınıflayıcısından biraz daha iyidir.

Tablo 2.Sınıflayıcıların test performansları

	K en yakın komşu	Topluluk ağacı
Gerçek Pozitif (Oranı %)	32 (41%)	33 (42.3%)
Yanlış Negatif (Oranı %)	8 (10.3%)	7 (8.9%)
Gerçek Negatif (Oranı %)	30 (38.5%)	30 (38.5%)
Yanlış Pozitif (Oranı %)	8 (10.3%)	8 (10.3%)
Duyarlılık	80%	82.5%
Özgüllük	78.95%	78.95%
Doğruluk	79.5%	80.8%

Elde edilen sonuçlar konuşma seslerinin doğrusal olmayan özelliklerini ortaya koyan parametrelerin, TUA'nın kolay ve hızlı bir şekilde tespit edilebilmesine olanak verecek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmanın, üretiminde ÜSY'nin daha etkin olduğu sessiz harfler için tekrarlanması ve başka sınıflama algoritmalarının da denenmesi ile TUA tanısında daha yüksek doğruluk oranlarına ulaşılabileceği öngörülmektedir.

4.KAYNAKLAR

1. Arter JL, Chi DS, Girish M, Fitzgerald SM, Guha B, Krishnaswamy G. 2004. Obstructive sleep apnea, inflammation, and cardiopulmonary disease. *Front Biosci*, 9:2892-900.
2. Fiz JA, Abad J, Jane R, Riera M, Mananas M A, Caminal P, Rodenstein D, Morera J. 1996. Acoustic analysis of snoring in patients with simple snoring and obstructive sleep apnea, *Eur Resp J*, 9(11):2365-70.
3. De Silva S, Abeyratne UR, Hukins C. 2011. A method to screen obstructive sleep apnea using multi-variable non-intrusive measurements. *Physiol Meas*, 32:445-55.
4. Hou L, Xie S, Kai S, Song W. 2011. Detection of OSAHS using only time-domain property of snoring signal. *International Conference on Multimedia Technology (ICMT)*, 26-28 July 2011, Hangzhou, China.
5. Azarbarzin A, Moussavi Z. 2013. Snoring sounds variability as a signature of obstructive sleep apnea. *Medical Engineering & Physics*, 35:479-85.
6. Fernández-Pozo R, Blanco-Murillo JL, Hernández-Gómez L, López-Gonzalo E, Alcázar-Ramírez, J, Toledano DT. 2009. Assessment of severe apnoea through voice analysis, automatic speech, and speaker recognition techniques. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 1-11.
7. Goldshtein E, Tarasiuk A, Zigel Y. 2011. Automatic detection of obstructive sleep apnea using speech signals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 58(5):1373-82.
8. Espinoza-Cuadros F, Fernández-Pozo R, Toledano DT, Alcázar-Ramírez JD, López-Gonzalo E, Hernández-Gómez, LA. 2016. Reviewing the connection between speech and obstructive sleep apnea. *Biomedical Engineering Online*, 15-20.
9. Montero-Benavides A, Luis-Blanco J, Fernández A, Fernández-Pozo R, Toledano DT, Hernández-Gómez L. 2012. Using HMM to detect speakers with severe obstructive sleep apnoea syndrome. *Advances in speech and language Technologies for Iberian languages*. Editör: Toledano DT, Ortega A, Teixeira A, Gonzalez-Rodriguez J, Hernandez-Gomez, L, San-Segundo R, Ramos D, Springer.

10. Montero-Benavides A, Fernández-Pozo R, Toledano D T, Blanco Murillo J L, López-Gonzalo E, Hernández Gómez L. 2014. Analysis of voice features related to obstructive sleep apnoea and their application in diagnosis support. *Computer Speech and Language*, 28(2):434-52.
11. Solé-Casals J, Munteanu C, Martín OC, Barbé F, Queipo C, Amilibia J, Durán-Cantolla J. 2014. Detection of severe obstructive sleep apnea through voice analysis. *Applied Soft Computing*, 23:346-54.
12. Teager HM, Teager S. 1990. Evidence for nonlinear sound production mechanisms in the vocal tract. In: *Speech Production and Speech Modeling*. Editörs: Hardcastleand WJ, Marchal A. London: Kluwer Academic, 241-62.
13. Delgado-Bonal A, Marshak A. 2019. Approximate entropy and sample entropy: A comprehensive tutorial. *Entropy*, 21(6):541-78.
14. Yıldız N, Akbulut Ö, Bircan H. 1998. İstatistiğe giriş. Erzurum: Şafak Yayınevi.
15. Cover TM, Hart PE. 1967. Nearest neighbor pattern classification. *IEEE Transactions on Information Theory*, IT13(1):21-7.

**DÜNYADA KIRSAL ALAN SINIFLANDIRMALARI VE KIRSALLIK NİTELİKLERİ
BAĞLAMINDA ANKARA İLÇELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**
RURAL AREA CLASSIFICATIONS IN THE WORLD AND COMPARISON OF
ANKARA DISTRICTS IN THE CONTEXT OF RURALITY CHARACTERISTICS

Kübra YILDIRIM ÖZCAN
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

ÖZET

Sanayileşme ve küreselleşme faaliyetlerinin hızla artması sonucu kentleşme faaliyetleri de hızla artmaktadır. Bu noktada, kentsel alan ve kırsal alan tanımları yapılırken göze önüne alınan kriterler, yöntemler ve/veya esaslar her ülkede farklılık göstermektedir. Dünya örnekleri incelendiğinde, ülkelerin farklı parametrelerle kendilerine özgü kentsel ve kırsal alan tanımlarını ortaya koyduğu görülmektedir. Bu tanımların yanı sıra, OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) ve EU (Avrupa Birliği) gibi farklı uluslararası kuruluşlarca, ülkeleri belirli kriterlere göre karşılaştırabilmek amacıyla standart tanımlar da geliştirilmiştir. Ülkemizde ise yapılan literatür araştırmaları sonucunda, kırsal alanlara ilişkin çeşitli planlarda farklı tanımlar bulunmakla birlikte kırsal alanları nitelendirecek bir kriter listesinin ve kırsal alan sınıflamasının yer almadığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple çalışmanın amacı; Ülkemizde kırsallık niteliklerinin belirlenmesi ve kırsal alanların sınıflandırılması için kullanılacak kriterlerin ortaya konulmasına ve böylece de kavramsal çerçevenin geliştirilmesine katkı sunmaktır. Çalışmanın yöntemi ise; literatür taraması yapılması, TÜİK'ten elde edilen verilerle Ankara İlçeleri'nin kırsallık niteliklerinin yoğunluklarına göre Autocad Programı yardımı ile detaylı bir sentez paftası oluşturulması ve bu doğrultuda ilçe düzeyinde bir kırsal alan sınıflandırmasının yapılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Kırsallık, Kırsallık Nitelikleri, Ankara

ABSTRACT

As a result of the rapid increase of industrialization and globalization activities, urbanization activities are also increasing rapidly. At this point, while defining urban and rural areas, the criteria, methods and/or principles taken into account differ in each country. When the world examples are analyzed, it can be seen that the countries reveal their own specific definitions of urban and rural areas with different parameters. In addition to these definitions, standard definitions have been developed by different international organizations such as OECD (The Organization for Economic Co-operation and Development) and EU (European Union) in order to compare countries according to certain criteria. As a result of the literature studies in our country, it was observed that there are different definitions in various plans about rural areas, but there is no list of criteria to characterize rural areas and there is no rural area classification. For this reason the purpose of the study is; contributing to the revealing of the criteria that can be used and thus the development of the conceptual framework for the determination of rural characteristics and classification of rural areas in our country. The method of the study is; literature review, creating a detailed synthesis map with the help of the Autocad Program according to the density of the rural characteristics of Ankara Districts with the data obtained from TURKSTAT and accordingly, a rural classification is made at the district level.

Keywords: Rurality, Rurality Properties, Ankara

1.GİRİŞ

Zaman içerisinde toplumlarda yaşanan gelişmeler ile birlikte kırsal alan ve kentsel alan kavramlarında değişimler yaşanmıştır. Eski dönemlerde daha çok kale ve etrafındaki surlarla çevrili alan olarak göze çarpan kent kavramı, Sanayi Devrimi ile değişim göstermiştir. Tarımda makineleşme ve sanayileşme sonucu kentsel alanlarda oluşan iş imkanlarının ve sosyal olanakların artması sebebiyle kırdan kente göçün artması söz konusu olmuş ve daha çok tarım faaliyetlerinin ağırlıklı olarak devam ettiği bölgeler birçok kesim tarafından kırsal alanlar olarak nitelendirilmiştir. Yıllar içerisinde, değişen kırsal dinamiklerle her ülkenin kendine has kırsallık tanımı oluşurken; kırsal alanların kent merkezleri ile ilişkilerinin artması, kır ve kent arasındaki sınırların daha geçirgen olmasına yol açmıştır.

Bugün dünya üzerinde yaşanan demografik değişimler ve çevresel ihtiyaçlar sebebiyle değişen arazi kullanım talepleri gibi birçok etkenin oluşması ve bu etkenlerin de artması nedeniyle kırsal alanlar üzerindeki baskı da sürekli artmaktadır. Türkiye’de ise, Avrupa Birliğine giriş süreci, Avrupa Mekansal Gelişim Perspektifi, değişen arazi politikaları ile çevre ve sürdürülebilirlik tartışmalarına ek olarak 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 Sayılı Kanun ile özellikle yerel yönetim sisteminde yaşanan değişimler, kırsal alan ve kırsal alan planlaması konularını yeniden gündeme getirmiştir. Ancak mevcut mevzuat içerisinde direkt olarak “kırsal alan” tanımı yer almamaktadır (Çörek Öztaş ve Karaaslan, 2017:432-433). Tüm bu bilgilerden hareketle, kırsal alanı tanımlamak için literatürde birtakım çalışmalar yapılmış olsa da Ülkemizde kapsamlı ve tüm kesimler tarafından kabul görmüş bir tanıma, kırsal alanları niteleyecek kapsamlı bir kriter listesine ve kırsal alan sınıflandırmasına ulaşamamıştır.

2.DÜNYADA KIRSAL ALAN TANIMLARI

Günümüzde Dünya üzerinde, günde 1,25 Amerikan Doları’nın altında bir gelire bir milyardan fazla insan yaşamaya çalışmakta olup; bu sayının da yaklaşık % 75’i kırsal alanlarda yaşamaktadır (Demirdöğen vd., 2012:85). Avrupa’nın kırsal alanları ise; nüfusunun %25’ini barındırmaktadır (Leeuwen, 2006 ve Gülümser vd., 2010:135).

Kırsal alanların sahip oldukları ekonomik, sosyal, demografik, çevresel, kültürel ve mekânsal çeşitliliklerin değişen koşullar içerisinde zamanla farklı ve yeni anlamlar ile değerler kazanması sebebiyle kırsal alanlar için sabit bir tanımının yapılması zorlaşmaktadır. Dolayısıyla ülkeler kendi özelliklerine uygun kırsal alan tanımları yapmakta; hatta, aynı ülke içerisinde farklı çalışmalarda farklı kırsal alan tanımları da kullanılabilir. Örneğin turizm açısından kırsal alan; kentsel yerleşimlerden uzak, deniz turizmi merkezleri dışında kalan, tenha ve kırsal hayatla ilgili çeşitli aktivitelerin gerçekleştirildiği ve kırsala özgü doğal ve kültürel hayatın korunduğu yerler olarak tanımlanabilmektedir (Yemenoğlu vd. 2013:17, Çeken vd., 2007 ve T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, 2006a: 3). Bu noktada kırsal alanları tanımlarken OECD, nüfus yoğunluğunu baz alırken Avrupa Birliği’nde her ülke farklı kırsal alan tanımı yapmakta ve sosyo-ekonomik kriterleri de dikkate almaktadır. Dolayısıyla, kırsal alan tanımlarında arazi kullanımının yanı sıra tarımsal desen, kentlere yakınlık gibi göstergeler dikkate alınabilmekte ya da direkt sosyo-kültürel özelliklere bağlı olarak bir kent kır ayrımı yapılabilmektedir (T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, 2006b: 11, Uzunpınar, 2008: 10 ve Kafa, 2014:6). Buradan da görüldüğü üzere kırsal alanlar, farklı boyutları olan mekânsal alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Avrupa Komisyonu kırsal alanları karmaşık ekonomik, doğal ve kültürel alanlar olarak tanımlamakta ve nüfus yoğunluğu gibi tek boyutlu ölçütlerle değerlendirilemeyeceklerini belirtmektedir (European Commission, 1999:23 ve Gülümser vd., 2010:135). OECD üyesi olmayan pek çok ülke için kırsal alanlar, halen tarımsal faaliyetlerle

tarımsal alanlarla ilişkilendirilmektedir. Birçok FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) belgesinde ise, kırsal alanlar ve kırsal kalkınma, tarımsal faaliyetin olduğu ve toplam nüfusun ilgili bir yüzdesinin tarım sektöründe istihdam edilmesi ile alakalıdır (Pizzoli and Gong, 2007:2). Ancak çoğu zaman kırsal alanlar, kentsel olmayan alanlar veya tarımın ve peyzajın önemli olduğu alanlar olarak tanımlansa da bugünkü karmaşık kırsal alanları tanımlamakta bu yaklaşımlar yeterli görülmemektedir (Labrianidis, 2006 ve Gülümser vd., 2010:135).

Ülkemize bakıldığında ise; her ne kadar 442 sayılı ve 18/3/1924 tarihli Köy Kanunu yürürlükte olsa da bu Kanun'da kapsamlı bir "kırsal alan" tanımı yer almamaktadır. Kırsal alanlara ilişkin tanımlayıcı ilk ifadelerden birisi Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı içerisinde yer almaktadır. Planda, nüfusu 2.000 kişiden az olan yerleşmelerin kırsal alan tanımına girdiği ifade edilmektedir. (Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1979:24). 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyonu Raporu'nda ise Ülkemizde kırsal alan tanımının, 81'e çıkarılan il sayısı dahilinde, metropolitan yerleşimler dışında yer alan illeri kapsayan, ilçe, köy ve mezralarda her türlü sosyal güvenceden (iş olanakları, sigorta, emeklilik, eğitim, sağlık ve kültürel etkinlikler) yeterince yararlanamayan bireylerin sayısal çoğunluğu oluşturduğu mekansal büyüklüğü ifade ettiği belirtilmektedir (8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2000:6). 10. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda ise kırsal alan tanımının revize edileceği ve temel nitelikteki ulusal verilerin kır-kent ve il bazında yayımlanmasının sağlanacağı ifade edilmektedir (10. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2013:136).

Tablo 1: Kırsal Alan Tanımları

Türkiye	Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi'nde strateji belgesinin uygulanmasında; kalkınma planları ile uyumun sağlanması amacıyla kırsal alanlar, 20.000 kişi ve daha fazla nüfusa sahip kentsel yerleşmeler dışında kalan alanlar olarak kabul edilmektedir.
Danimarka	200 haneden daha az olan topluluklardır.
İngiltere ve Galler	Herhangi bir resmi tanımı olmamasına karşın, kırsal ajans nüfusu 10.000 kişiden fazla olan yerleşimleri hariç tutmuştur.
İrlanda	Toplam kentsel alan ve toplam kırsal alan arasındaki ayırım 100 yerleşim yeridir.
İtalya	10.000 kişiden daha az olan yerleşim yerleridir.
Norveç	200 haneden daha az olan topluluklar
Portekiz	10.000 kişiden daha az olan yerleşim yerleri
İskoçya	Kilometrekare başına 100 kişiden daha az olan yerel otorite bölgeleri
İspanya	10.000 kişiden daha az olan yerleşim yerleri
İsviçre	10.000 kişiden daha az olan yerleşim yerleri
OECD	Nüfus yoğunluğu kilometrekare başına 150 kişiden az olan yerlerdir.
Eurostat	Kilometrekare başına 100 kişiden az olan yerler olarak tanımlanmaktadır.

Kaynaklar: Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi. (2014), Ankara, Roberts L. ve Hall D. (2003), Rural Tourism and Recreation: Principles to Practice. CABI Publishing, 11, UK, EEA (1999), Environment in the European Union At The Turn Of The Century - "Rural Areas-Our Link To The Land", www.eea.europa.eu, 06.04.2019, Şerefoğlu C.

(2009), Kalkınmada Kırsal Turizmin Rolü- 2007-2013 Yılları Arasında Ülkemizde Uygulanacak Olan İpard Kırsal Kalkınma Programındaki Yeri, Önemi Ve Beklenen Gelişmeler, T. C. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Dış İlişkiler Ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Uzmanlık Tezi, 12, Ankara ve Kafa N. (2014), Kırsal Kalkınma Aracı Olarak Yoksul Yanlısı Turizm Yaklaşımı Edremit Körfezi Örneği, Doktora Tezi, 7, Balıkesir.

Tablo 1’de de görüldüğü üzere Avrupa Birliği’nin ortak bir kırsal alan tanımlaması bulunmamasıyla birlikte, OECD tarafından yapılan kırsal alan tanımlaması Avrupa Birliği tarafından da kullanılmaktadır. OECD sınıflandırmasına göre, AB topraklarının %86,8’i kırsal bölge olup; nüfusunun yaklaşık %26’sı da kırsal bölgelerde yaşamaktadır (Ekim, 2006:85-86). Yine Tablo 1’de de görüldüğü üzere, kırsal alanlar tanımlanırken; kilometrekareye düşen insan sayısı, nüfus ve hane sayısı kriterleri ön planda tutulmaktadır.

Kırsallık ve kırsal alan tanımları, kırsal yoksulluğun ölçülmesi ve kırsal politikaların kapsamaları üzerinde ciddi anlamda etkiye sahiptir. Türkiye gibi yerleşim yerlerinin çoğunun köy altı yerleşimlerden oluştuğu ülkelerde ise, kırsallık ve kırsal alan tanımları daha da büyük bir önem arz etmektedir (Alemdar vd., 2012:325). Ülkemizde de yukarıdaki örneklerle benzer şekilde TÜİK istatistiklerinde Türkiye’deki tüm yerleşim yerlerinden nüfusu 20.001 ve daha fazla olanlar "Kent", 20.000 ve daha az nüfusa sahip olanlar ise "Kır" yerleşim yerleri olarak kullanılmıştır (TÜİK Web Sitesi, 10.07.2019). Ancak, Türkiye’de kabul görmüş kapsamlı tek bir “kırsal alan” tanımı henüz yapılamamıştır. Farklı kırsal alan tanımlarının kullanılması ise önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlara ek olarak, 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 Sayılı Kanun ile kentsel ve kırsal alan tanımlarının Ülkemizde yeniden ele alınması gerekliliği görülmektedir.

Ülkemizde her ne kadar farklı kurumlarda uygulanan faaliyetlerin amaç ve kapsamına göre değişiklik gösteren birtakım kırsal alan tanımları yer alsa da, 6360 sayılı yasa ile yeniden düzenlenen mahalli idari yapı sebebiyle mahalleye dönüştürülen köyler ve beldeler ile birlikte kırsal yerleşimleri nitelendirmek güç bir hale gelmiştir. Mahallelerin tüzel kişilikleri olmaması sebebiyle şehirlerde yer alan mahalleler ile kırsal alanlarda yeni mahalleye dönüştürülen yerleşim birimleri arasında istatistik bir sınıflama yapmak söz konusu olmamaktadır. Buradan hareketle değişen dinamikler ve artan kır-kent etkileşimi, yeni bir kırsal alan tanımının oluşturulması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi 2014-2020, 2014:3-5).

3.KIRSAL ALAN TANIMLANMASINDA VE SINIFLANDIRILMASINDA KULLANILAN KRİTERLER

Literatürde yer alan kırsal alan sınıflandırmaları ve bunlar için kullanılan göstergelere bakıldığında çeşitli faktörlerin ele alındığı görülmektedir. Örneğin Pizzoli ve Gong’un 2007 yılında kırsal alan sınıflamasına ilişkin yapmış oldukları analiz çalışmasında nüfus yoğunluğu (km başına düşen nüfus), şehir merkezi dışında kalan nüfus, toplam nüfus, toplam bölgedeki ekilebilir arazi, kentsel alandaki toplam tarımsal alan, toplam bölgedeki tarım arazisi varlığı, alanlar üzerinde tarımdaki istihdam, ekonomik uzmanlaşma değeri olarak tarımsal istihdamın toplam istihdam içerisindeki oranı, tüm nüfus içerisinde belli bir eğitim seviyesindeki nüfus, kişi başına telefon hattı, toplam alan içerisindeki yeşil alanların (tarımsal alanlar, orman alanları ve doğal alanlar dahil) oranı gibi değişkenleri kullandıkları görülmektedir. Pizzoli ve Gong (2007), İtalya ve Çin örnekleri ile yaptıkları analiz çalışması sonucunda nüfus yoğunluğunun, kır ve kenti sınıflandırmak için yeterli bir kriter olmadığı; bu sınıflandırma için ilişkili olan tarım ve ekonomik uzmanlaşma, insan kaynakları ve becerileri, arazi örtüsü ve sosyal yaşamın mekansal boyutu gibi diğer değişkenlerin de olduğunu ve tüm bu değişkenlerin birlikte

kullanılmasının kır ve kenti sınıflandırmada daha doğru sonuçlar verebileceğini tespit etmişlerdir. (Pizzoli and Gong, 2007:5-13).

Ballas ve diğerleri (2003), AB içerisinde kırsal alanlara ilişkin özelliklerin çok farklılık göstermesi sebebiyle yeni bir kırsal alan sınıflandırması önerisi geliştirmek amacıyla yapmış oldukları analizlerinde NUTS3 düzeyinde; nüfus ve nüfus yoğunluğu, bölgenin alanı, patent başvuruları, otel sayıları, önemli uluslararası merkezlere farklı ulaşım modları ile gerçekleştirilen seyahat süreleri, 10.000 kişiden fazla nüfuslu yerleşim yerlerinde yaşayan nüfus ve bu nüfusun payı, 25 yaş altındaki işsiz nüfus, toplam işsiz nüfus, üretim, tarım ve hizmetler sektöründeki istihdamın payı, tarımın, üretimin ve hizmetlerin toplam brüt katma değer içindeki payı, GSYİH ve kişi başına düşen GSYİH, gerçek doğum ve ölüm oranları, yoğun nüfuslu, orta yoğunluklu ve seyrek nüfuslu bölgelerde hane halkının büyüklüğü gibi değişkenleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda kümelenme analizi ile periferik, yarı-periferik ve ulaşılabilir kırsal alanlar ile kentsel alanlar olarak bir kümelenme yapılmıştır. Bunun yanı sıra bölgeler ekonomik durumlarına göre nispeten düşük ve nispeten yüksek ekonomik performanslı, yüksek ve düşük ekonomik performanslı bölgeler olarak 4 tipte kümelenmiştir. Ayrıca bölgeler, düşük ve yüksek rekabet edebilirliğe sahip, gelişmekte olan ve geride kalmış bölgeler olarak da ayrılmıştır. Son olarak bölgelerin tarıma bağımlı olup olmamaları şeklinde iki ayrı sınıf belirlenmiştir (Ballas et al., 2003).

Jonard ve diğerlerinin (2009) yapmış oldukları çalışmada yerleşimlerin uzaklık ya da yakınlıklarını belirlerken en az 50.000 kişi nüfuslu bir şehir merkezine ulaşmak için 45 dakikalık seyahat süresi eşiği seçilmiştir. Arazilerin sınıflandırılması için de %75'lik bir oran eşik olarak belirlenmiş ve eğer yerel bir birimin en az % 75'i orman, tarımsal alan veya doğal alanlarla kaplıysa, açık alan; değilse, kapalı alan olarak tanımlanmıştır. Çalışmada benzer çalışmalarla karşılaştırma sağlanabilmesi ve mevcut tipolojilerle geriye dönük uyumluluk sağlanması amacıyla NUTS2 ve NUTS3 düzeyinde bir sınıflandırma geliştirilmiştir. Çalışma sonunda bölgeler 6 sınıfa ayrılmıştır: periferik kırsal, ulaşılabilir kırsal, orta açık alan, orta kapalı alan, kentsel açık alan ve kentsel kapalı alan. (Jonard et. al, 2009:20-22).

Depraz (2008) ise çalışmasında, Macar kırsal alanlarının tipolojisine ilişkin olarak kullandığı demografik evrim, istihdam ve gelir, tarımın gücü, tarımda refah, kırsal sanayi ve çeşitlilik, turizm ve hizmetler sektörü kriterleri ile Jonard ve diğerlerinin (2009) de yapmış oldukları kümelenme analizine benzer şekilde kümelenme analizi yaparak kırsal alanları sınıflandırmaya çalışmıştır. Bu doğrultuda kırsal alanları; yüksek turistik baskı altında olan kırsal alanlar, hafif kentsel etki altında olan kırsal alanlar, entegre büyük tarım alanlarına sahip kentsel alan çevresindeki veya dışındaki kırsal alanlar, kriz içerisinde ancak demografik stabilitesi olan kırsal alanlar, endüstriyel, çeşitlendirilmiş, oldukça entegre kırsal alanlar, güçlü tarımsal nüfus ve polikültür olan kırsal alanlar, işe gidiş gelişlerin giderek arttığı kentsel alan çevresindeki veya dışındaki kırsal alanlar, azalan polikültür ancak olası çeşitliliğin olduğu kırsal alanlar, tarımsal düşüşe sahip ancak çeşitlendirilmiş kırsal alanlar, tarımsal düşüşe sahip sosyal krizin olduğu kırsal alanlar, sosyal krizin olduğu büyük tarım yapılan kırsal alanlar ve demografik gerilemenin olduğu büyük tarım yapılan kırsal alanlar şeklinde ekonomik ve sosyal bileşenlerin de yer aldığı farklı kategorilerde sınıflandırmıştır (Depraz, 2008:7-8).

Gülümser ve diğerlerinin (2010) faktör analizi kullanarak yapmış olduğu çalışmada kaba doğum ve ölüm oranları, yıllık nüfus artışı (%), tarım, sanayi ve hizmet sektörlerindeki iş gücünün toplam iş gücüne oranı, birincil, ikincil ve üçüncül öğretime ilişkin okullaşma oranları, gelir dağılımı eşitsizliği, otoyol uzunluğu, konut sayısı, tarım alanının toplam alana oranı, kişi başı elektrik tüketimi, kişi başı karbondioksit emisyonu değişkenlerine ilişkin veriler Dünya

Bankası ve EuroStat kaynaklarından alınarak kullanılmış olup; Ülkemiz ile AB düzeyinde diğer ülkeler karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye en yüksek kırsallık değerini alırken; AB üyesi 25 ülkeden de oldukça uzak bir noktada kalmış ve Ülkemize en yakın ülkeler ise İrlanda ve Portekiz olarak ortaya çıkmıştır (Gülümser vd., 2010:138,142).

Öğdül (2010) ise çalışmasında tarımsal üretim, tarımsal olmayan üretim, istihdam yapısı, demografi, eğitim seviyesi, kişi başı gelir düzeyi, banka şubesi sayısı gibi göstergeler kullanmış ve faktör analizi yapmıştır. Yaptığı analizler sonucunda NUTS 4 düzeyinde %44.61'i baskın kırsal alan, % 38.02 geçiş bölgesi ve %17.14'i baskın kentsel alan olarak bir sınıflandırma elde etmiş ve NUTS 1 düzeyinde ise yoğun şehir bölgesi, yarı kentsel bölge, geçiş bölgesi, kırsal yoğunluklarla birlikte geçiş bölgesi, geçiş yoğunlukları ile kırsal bölge ve kırsal bölge olarak 6 grupta sınıflandırma yapmıştır. Çalışmada, Ülkemizin doğusunun daha kırsal olduğu ortaya çıkmıştır (Öğdül, 2010:1528-1537).

İrdem ve Mutlu ise çalışmalarında (2016), gerek mevzuat düzenlemelerinde gerekse TÜİK'in kurumsal tanımlamasında net bir kent tanımının yapılamadığını belirtmişlerdir. Bununla beraber söz konusu çalışmada, 2012 yılında çıkartılan 6360 sayılı Kanun'un kentler için geçerli olan ekonomik ve mali külfetlerin yine aynı yasayla mahalle olan köyler için de geçerli olacağı, bunun da kentteki gibi bir ekonomik işleyişin kırdaki olduğunun varsayılarak gerçekleştirilebileceği, oysa ki kırdaki hakim olan sektörün tarım sektörü olduğu ve sürekli gelir elde edilen işler yerine ağırlıklı mevsimlik çalışmaların yapıldığı, vergi yüklerinin artacağı, kırdaki yaşayan nüfusun çok kısa bir sürede kentleşmesinin çok mümkün olmadığı gibi birtakım ekonomik, sosyal ve kültürel sorunlara yol açabileceği ve bir kır-kent kavramı muğlaklaşmasını beraberinde getirdiği ifade edilmiştir (İrdem ve Mutlu, 2016).

Çörek Öztaş ve Karaaslan (2018) yapmış oldukları çalışmalarında 30 büyükşehir belediyesinde yer alan 519 ilçenin kırsallık kademelenmesini tespit etmek için nüfus, nüfus yoğunluğu, kırsal nüfus oranı, tarımda çalışan kişi oranı ve il merkezlerine kara yolu mesafesi verilerini ilgili kurumlardan elde ederek; coğrafi bilgi sistemleri ile analizler gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda baskın kırsal bölge, orta düzey kırsal bölge ve baskın kentsel bölge olmak üzere toplam üç adet sentez harita üretilmiş ve bu kategorilerde yer alan ilçeler tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada, 30 büyükşehir belediyesinin her bir alanının birbiriyle aynı özellikler göstermediği, bu sebeple büyükşehirlerde yer alan yerleşimlerin hepsinin kent statüsünde yer almaması gerektiği ve son olarak yerleşimlerdeki farklılıkların tespit edilerek sınıflandırılmalarının gerektiği belirtilmiştir (Çörek Öztaş ve Karaaslan, 2018: 163-182).

Özçağlar (2016) ise yapmış olduğu çalışmasında 6360 Sayılı yasa sonrasında yapılan değişikliklerle Ülke genelinde kır ve kent nüfusu oranlarının gerçekten uzaklaştığını ifade ederek; mahalle nüfuslarını TÜİK Adrese Dayalı Kayıt Sistemi üzerinden elde etmiş, Ankara'nın İlçeleri'ni yüzölçümleri ile birlikte değerlendirmiş ve mahalleye dönüştürülen köylerle birlikte nüfus yoğunlukları üzerinden bu ilçelerin kır ve kent nüfuslarını yeniden hesaplamaya çalışmıştır (Özçağlar, 2016).

Tüm bu verilere ek olarak; arazi kullanım durumu (yerleşim alanı, eğitim alanı, yeşil alan vb.), turizm tesisi sayısı, internet kullanım oranı, altyapıya ilişkin olarak asfalt yol oranı, içme suyu şebekesi ve kanalizasyon kullanım oranları, enerji ve doğal kaynaklara ilişkin kişi başı tüketim oranları, sağlık tesisi sayıları ve türleri ile turizm, sanayi, tarım ve hayvancılık sektörlerinin sektörel pasta içerisindeki oranları (%) da kırsallığın belirlenmesinde ve kırsal alanların sınıflandırılmasında kullanılabilecek diğer kriterler olabilir (Rothwell, 2001:1-26).

Görüldüğü üzere, birçok araştırmacı ve uluslararası kuruluş farklı kırsallık göstergeleri belirleyerek çeşitli kırsal alan tipolojileri geliştirmişlerdir. Tüm bu göstergeler, gelişmiş ülkelerde daha yerel ölçeklerde daha detaylı olarak elde edilebilmekte iken; Ülkemizde ise birçok gösterge daha çok il düzeyinde elde edilebilmektedir. Bu da, kırsallığın belirlenmesinde daha alt ölçekteki küçük yerleşim birimlerinin nitelendirilmesi ve sınıflandırılmasında dezavantaj oluşturmaktadır. Buradan hareketle, ilgili mevzuattaki değişimler de göz önünde bulundurulduğunda kapsamlı ve detaylı olarak daha yerel göstergelerle bir kırsal alan tanımlamasının ve sınıflandırmasının yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

4.DÜNYADA KIRSAL ALAN SINIFLANDIRMALARI

Literatürden de görüldüğü üzere gerçekleştirilen çalışmaların ortak amacı özellikle demografik olarak nüfus ve nüfus yoğunluğunun ön planda tutulduğu kır-kent ayrımı ve kırsal alan tanımlamalarının yetersiz kalması karşısında çok boyutlu yeni kırsal alan tanımlarının oluşturulmasıdır. Bu sebeple gerçekleştirilen faktör ve kümelenme analizleri içerisinde çok farklı sosyal, mekânsal, ekonomik ve demografik kriterlere yer verilmiştir.

Bahsi geçen çalışmalara ek olarak, Avrupa Komisyonu, kırsal alanları farklı niteliklere sahip olmaları ile birlikte karmaşık oldukları için sadece nüfus yoğunluğu, tarım ve doğal kaynaklar gibi tek boyutlu ölçütlerle değerlendirilemeyeceğini ileri sürmektedir (European Commission, 1999:23 ve Gülümser vd., 2010:135). Ayrıca söz konusu kırsal alan sınıflandırma çalışmalarının yanı sıra, çeşitli sektörel planlar için kullanılan sektörel odaklı kırsal alan sınıflandırmaları da yer almaktadır (Blunden et al., 1998, CIT, 2001, Copus et al., 2001, Satsangi et al., 2000, Malinen, 1995, Williams et al., 1995, Reading et al., 1994, Cloke, 1977, Gülümser vd., 2010:137).

AB kırsal alan tipolojilerine bakıldığında; Eurostat'ın kentleşme derecesine odaklanarak, yerel yönetim birimlerini üçe ayırdığı görülmektedir. Bunlar:

1-Şehirler (yoğun nüfuslu bölgeler):

Nüfusun en az % 50'sinin şehir merkezlerinde yaşadığı bölgelerdir.

2-Kasabalar ve banliyöler (orta yoğunluklu alanlar):

Nüfusun en az % 50'sinin kentsel kümelerde yaşadığı ve nüfusun% 50'sinden azının şehir merkezlerinde yaşadığı bölgelerdir.

3-Kırsal alanlar (seyrek nüfuslu alanlar):

Nüfusun en az % 50'sinin kırsal alanlarda yaşadığı bölgelerdir (EUROSTAT Web Site, 01.22.2020).

AB'nin diğer bir kırsal alan tipolojisi de Avrupa Mekansal Gelişim Programı'nın geliştirdiği bölgelerin sınıflandırılmasıdır. Burada, kentleşme oranı, herhangi bir kentsel yerleşime ortalama uzaklık, yerleşim büyüklüklerinin dağılımındaki farklılıkların derecesi, kırsal nüfus yoğunluğu, en büyük kentin öncelik durumu ve en geniş merkezin büyüklüğü dikkate alınarak 6 farklı tipten oluşan NUTS3 düzeyinde bir tipoloji oluşturulmuştur. Bu tipler ise; büyük bir metropoliten alanın baskınlığı altındaki bölgeler, küçük ve orta ölçekli kentlerin ağında yer alan kırsal alanlar, yüksek kentsel yoğunluktaki çok merkezli bölgeler, metropoliten alan etkisi altındaki kırsal alanlar, yüksek kentsel ve kırsal yoğunluklu çok merkezli bölgeler ve uzak erişilmesi zor kırsal alanlardır (Gülümser vd., 2010:136, SPESP, 2000).

OECD kırsal alan tanımlama metodolojisine bakıldığında ise; iki aşamalı bir yaklaşıma dayandığı görülmektedir. İlk olarak, yerel birimler (örneğin belediyeler), nüfus yoğunluğu

kilometrekare başına 150 kişinin altındaysa, kırsal olarak tanımlanmaktadır. Daha sonra ise, bölgeler (örneğin, NUTS3 veya NUTS2), 3 kategoriden birinde sınıflandırılmaktadır:

1. **Ağırlıklı Olarak Kırsal Bölge:** Bölge nüfusunun %50'den fazlası kırsal topluluklarda yaşamaktadır. (km² başına 150 kişiden az)
2. **Orta Bölge:** Bölge nüfusunun% 15 ila % 50'si kırsal yerel birimlerde yaşamaktadır.
3. **Ağırlıklı Olarak Kentsel Bölge:** Bölge nüfusunun % 15'inden azı kırsal yerel birimlerde yaşamaktadır (European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2006:3).

Konuyla ilişkili olarak ülke örneklerine bakıldığında; Kanada İstatistik Kurumu'nun sınıflandırmasına göre, **kırsal ve küçük kasaba alanlarına göre daha büyük şehir merkezleri ile kırsal ve küçük kasaba alanları** olmak üzere yerleşimler temelde iki sınıfa ayrılmaktadır. Söz konusu şehir merkezleri de metropoliten alan ve yığılmalar olarak iki ana sınıfta ele alınmaktadır. Metropoliten alan, kent çekirdeği ile yüksek derecede sosyal ve ekonomik entegrasyona sahip bitişik kentsel ve kırsal alanlarla (kent ve kırsal saçaklar olarak bilinir) birlikte çok büyük bir kentsel alan (kentsel çekirdek olarak bilinir) olarak tanımlanmaktadır. Bir metropol bölgesi, çekirdeğinde 50.000 veya daha fazla yaşayan en az 100.000 nüfusa sahip olmalıdır. Bir alan metropoliten alan olduğunda, 100.000 kişinin altına düşse bile metropoliten alan olarak korunmaktadır. Bir yığılma da benzer şekilde, kent çekirdeği ile yüksek derecede sosyal ve ekonomik entegrasyona sahip bitişik kentsel ve kırsal alanlarla (kent ve kırsal saçaklar olarak bilinir) birlikte büyük bir kentsel alan (kentsel çekirdek olarak bilinir) olarak tanımlanmaktadır. Ancak, bir yığılma en az 10.000 kişilik bir nüfusa sahip olmalı ve komşu alt bölümlerindeki yerleşik işgücünün %50 veya daha fazlası yığılmanın çekirdeğine gidiş geliş yapmalıdır. Yığılmanın nüfusu 10.000 kişinin altına düşerse o yerleşik alan yığılma olmaktan çıkmakta; önceki nüfus sayımına dayanarak nüfus en az 100.000 kişiye ulaştığında ise bir metropoliten alan olmaya uygun hale gelmektedir. Görüldüğü üzere kırsal alanlara ilişkin sınıflandırma yapılırken yine nüfus ve nüfus yoğunlukları ön plana alınmaktadır. Ancak burada, metropoliten alanlardaki ve kentlerdeki kırsal saçaklar ile diğer kırsal alanlar olarak ele alınan farklı yerleşimler dikkat çekmektedir. Bu da, Kanada'nın kırsal bölgelerinde nüfus yoğunlukları ile yaşam koşullarının büyük ölçüde değişebilmesinden kaynaklanmaktadır. Kırsal ve küçük kasaba alanları ise; temelde, metropoliten ve yığılmaların bir parçası olmayıp; **Metropoliten Alandan Etkilenen Bölge** içerisinde sınıflandırılmışlardır. Bunlar:

- **Güçlü Metropoliten Alandan Etkilenen Bölge:** Yerleşik iş gücünün %30 veya daha fazlasının herhangi bir metropoliten alan veya yığılmaya işe gidip geldiği bir kırsal ve küçük kasaba alanındaki alt bölümlerdir.
- **Orta Metropoliten Alandan Etkilenen Bölge:** Yerleşik iş gücünün %5 ila %29'unun herhangi bir metropoliten alan veya yığılmaya işe gidip geldiği bir kırsal ve küçük kasaba alanındaki alt bölümlerdir.
- **Zayıf Metropoliten Alandan Etkilenen Bölge:** Yerleşik iş gücünün %5'inden daha azının herhangi bir metropoliten alan veya yığılmaya işe gidip geldiği bir kırsal ve küçük kasaba alanındaki alt bölümlerdir.
- **Metropoliten Alandan Etkilenmeyen Bölge:** İşgücünün hiç bir metropoliten alan veya yığılmaya işe gidip gelmediği (veya işgücünün 40 çalışandan az olduğu) bir kırsal ve küçük kasaba alanındaki alt bölümlerdir.
- **Kırsal ve Küçük Kasaba Bölgeleri:** Whitehorse ve Yellowknife yığılmalarının dışında olan Yukon, Kuzeybatı Bölgeleri ve Nunavut'daki alt bölümlerdir (Statistics Canada, 1999:183,226, Statistics Canada, 2007 ve Statistics Canada Web Site, 02.08.2019).

Finlandiya örneğine bakıldığında, İstatistik Kurumu'nun kullandığı kırsal alanlara ilişkin yedi bölgesel sınıf bulunmakla birlikte, bunların 3 tanesi (**iç kentsel alan, dış kentsel alan, kent periferindeki alan**) şehir alanlarının sınıflarını oluştururken; 4 tanesi de (**kırsal alanlarda yerel merkezler, kentsel alanlara yakın kırsal alanlar, önemli kırsal alanlar, seyrek nüfuslu kırsal alanlar**) kırsal alanların sınıflarını oluşturmaktadır. Bu sınıflamalar yapılırken nüfus yoğunluğu, alan büyüklüğü, kent merkezine işe gidip gelen nüfus oranı, iş yeri sayısı, arazi kullanım yoğunluğu, bölgede yaşayan nüfusun çalışma alanlarının çeşitliliği ve uzaklık gibi eşikler belirlenmiştir. Ancak, kentsel alanların nüfus merkezleri 15.000 kişiden fazla yerleşik nüfusa sahip yığılmalar olarak belirtilmektedir (Joint Website of Finland's Environmental Administration, 23.08.2019 and Statistics Finland Web Site, 10.01.2020).

Hindistan Merkez Bankası tarafından kullanılan kırsal alan tanımı ve sınıflandırmasına bakıldığında ise nüfusun büyüklüğüne göre, banka şubesinin bulunduğu bir merkezin, **kırsal, yarı-kentsel, kentsel veya büyükşehir (metropoliten)** olarak nitelendirildiği ve sınıflandırıldığı görülmektedir. Buna göre 10.000 kişiden az nüfusu olan yerler kırsal, 10.000 kişi ile 100.000 kişi arasında nüfuslu yerlere yarı kentsel, 100.000 kişi ve 1.000.000 kişi arasında nüfuslu yerlere kentsel, 1.000.000 kişi ve üzerindeki nüfusa sahip yerlere ise büyükşehir (metropoliten) denmektedir (Reserve Bank of India Web Site, 22.02.2020). Kırsal alanların tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında görüldüğü üzere yine ön planda tutulan en önemli gösterge nüfus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bir diğer örnek olarak İrlanda'ya bakıldığında kentsel alanlar; **şehirler, uydu şehir kasabaları ve bağımsız kent kasabaları** olarak üçe ayrılmaktadır. Bunlar içerisinde 2016 nüfus sayımı tanımları kullanıldığında şehirler, 50.000 kişiden fazla nüfuslu yerleşimleri tariflerken; uydu şehir kasabaları, 1.500 kişi ve 49.999 kişi arasında nüfusa sahip ve yerleşik nüfusun işyeri adresinin %20'si veya daha fazlası şehirlerde olan yerleşimleri tariflemektedir. Buna ek olarak bağımsız kent kasabaları ise, yine 1.500 ve 49.999 kişi arasında nüfusa sahip ancak, yerleşik nüfusun işyeri adresinin %20'sinden daha azının şehirlerde olduğu yerleşimleri nitelendirmektedir. 2016 nüfus sayımı tanımları içerisinde kırsal alanlar ise; **yüksek kentsel etki altındaki kırsal alanlar, orta derecede kentsel etki altındaki kırsal alanlar ve son derece kırsal/uzak alanlar** olarak üçe ayrılmaktadır. Kırsal alanlar, nüfusu 1.500 kişiden az olan alanlar olarak nitelendirilmekte ve kentsel alanlara bağımlılıklarına göre üç sınıfa ayrılmaktadırlar. Kırsal alan sınıfları içerisinde de istihdam yeri tanımlayıcı değişken olarak yer almaktadır (Ireland Central Statistics Office Web Site, 20.02.2020).

İngiltere'ye bakıldığında; 2011 yılı sayımlarında 4 kentsel ve 6 kırsal sınıf kullanılmıştır. Yerleşim yerlerinin dışında kalan ve 10.000 kişiden fazla yerleşik nüfusa sahip alanlar kırsal olarak tanımlanmaktadır. Kentsel sınıflandırma kendi içerisinde; **seyrek olmayan (büyük bileşik kent, küçük bileşik kent, şehir ve kasaba)** ve **seyrek olan (şehir ve kasaba)** olarak ikiye ayrılmaktadır. Kırsal alanlar da aynı şekilde kendi içerisinde; **seyrek olmayan (kasaba ve saçak, köyler, mezralar ve izole edilmiş mesken alanları)** ve **seyrek olan (kasaba ve saçak, köyler, mezralar ve izole edilmiş mesken alanları)** olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunun dışında İngiltere'de 2011 Yerel Yönetimler İçin Kırsal Ve Kentsel Sınıflandırmaya bakıldığında 6 sınıfın olduğu görülmektedir. Bu 6 sınıf da kendi içerisinde; ağırlıklı olarak kırsal ve ağırlıklı olarak kentsel olmak üzere 2 grupta toplanmıştır. Yerleşik nüfusun %50 ve daha fazlasının kırsal alanlar ya da merkez kasabalarda yaşadığı grup ağırlıklı olarak kırsal olarak nitelendirilmektedir. Bunlar; **çoğunlukla kırsal alanlar** (merkez kasabalar dahil olmak üzere %80 ve üstü kırsal nüfusa sahip alanlar) ve **büyük ölçüde kırsal alanlar** (merkez kasabalar dahil olmak üzere %50 ile %79 arası kırsal nüfusa sahip alanlar) olarak ikiye ayrılmaktadır. Önemli kırsal kesim ise **önemli kırsal kesime sahip şehir** olarak da

nitelendirilmekte ve merkez kasabalar dahil olmak üzere %26 ile %49 arası kırsal nüfusa sahip alanlardır. Ağırlıklı olarak kentsel alanlar ise yerleşik nüfusun % 74 ve daha fazlasının kentsel alanlarda yaşadığı alanlar olarak belirtilmekte ve kendi içerisinde üçe ayrılmaktadır. Bunlar; **kent ve kasaba ile şehir, şehirle birlikte küçük bileşik kent ve şehirle birlikte küçük bileşik kent** olup; bunlar merkez kasabalar dahil olmak üzere %26'dan daha az kırsal nüfusa sahip alanlardır (UK Government Services Web Site, 02.02.2020)

Ülkemizde Şehir ve Bölge Planlama disiplini açısından bakıldığında da “kırsal alan” tanımına disiplinle ilişkili mevzuat içerisinde ulaşmak pek mümkün değildir. 1924 tarihli ve 442 sayılı Köy Kanunu'na göre nüfusu 2.000'den aşağı yurtlara (köy) ve nüfusu 2.000 ile 20.000 arasında olanlara (kasaba) ve 20.000'den çok nüfusu olanlara (şehir) denmekte olduğu ifade edilmektedir. Bununla birlikte cami, mektep, otlak, yaylak, baltalık gibi orta malları bulunan ve toplu veya dağınık evlerde oturan insanlar bağ ve bahçe ve tarlalarıyla birlikte bir köy teşkil ederler denmektedir. (442 Sayılı Köy Kanunu, Md. 1 ve Md. 2,1924). Ülkemizde kırsal alanlara ilişkin tek bir kabul görmüş kapsamlı tanım ve sınıflandırma henüz bulunmamakla birlikte kırsal alanla ilgili yapılan TÜİK istatistiklerinde Türkiye'deki tüm yerleşim yerlerinden nüfusu 20.001 ve daha fazla olanlar "Kent", 20.000 ve daha az nüfusa sahip olanlar ise "Kır" yerleşim yerleri olarak kullanılmıştır (TÜİK Web Sitesi, 10.07.2019). Ayrıca, 5393 Sayılı Belediye Kanunu'na göre nüfusu 5.000 ve üzerinde olan yerleşim birimlerinde belediye kurulabileceği ve il ile ilçe merkezlerinde belediye kurulmasının zorunlu olduğu belirtilmiştir (5393 Sayılı Belediye Kanunu, Md. 4, 2005). 442 Sayılı Köy Kanunu dışında sadece 3194 sayılı İmar Kanununa ait Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde gösterimsel açıdan İmar Uygulama ve Nazım İmar Planları içerisinde **köy sınırları**, Çevre Düzeni Planları'nda **kırsal yerleşik alan** ve **köy merkezleri** gösterilmekte ve kırsal yerleşme köy ile mahalle olarak belirtilmektedir. Tüm bunlarla birlikte mekânsal strateji planlarında **kırsal gelişim odakları** gösterilmektedir. Yine Mekansal Planlar Yapı Yönetmeliğinde kırsal yerleşim, kırsal yerleşme alanı ve kırsal alan gibi birtakım kavramlar kullanılmakta ancak, bu kavramlara ilişkin açık bir tanım yer almamaktadır (Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014 ve T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü Web Sitesi, 05.02.2020). Bunlara ek olarak kırsal yerleşik alanlar, çevre düzeni planları, uygulama hükümleri ve/veya bunlara ilişkin raporlarda genel ve ağırlıklı olarak kentsel yerleşme alanı dışında kalan alanlar ve/veya köy statüsündeki yerleşmeler olarak tariflenmektedir. Dolayısıyla geliştirilecek kapsamlı bir kırsal alan tanımı için 6360 sayılı kanun öncesindeki verilerin de incelenmesi ve ele alınması gerekmektedir. Ayrıca, AB ve OECD kırsal alan tanımlamaları ülkemiz idari yapısına uygun olmamakla birlikte sadece nüfusa bağlı olarak değil; gelişmişlik düzeyi, sosyo-ekonomik düzeyler gibi diğer göstergelerin de kent ve kırın tanımlamasında kullanılması gerekmektedir. Çünkü 6360 sayılı yasa ile dönüşen mahalleler de hesaba katıldığında farklı özellikleri olan birçok mahallenin aslında kırsal alan özelliklerini daha fazla taşıdığı görülebilmektedir.

Bu bilgilere ek olarak, Kırsal Kalkınma Eylem Planı'nda (2015-2018), Kırsal Alan Tanımlarının Revizyonu Çalışması'nın 2015-2016 yılları içerisinde 81 ilde diğer kuruluşlarla da işbirliği yapılarak; TÜİK sorumluluğunda gerçekleştirilmesi ve bu doğrultuda kırsal alan tanımının şehir merkezlerine uzaklık ve diğer uygun parametrelere göre kademeli şekilde tanımlanması ifade edilmiştir. Bununla birlikte mahalli idare yapısındaki değişimlerden etkilenmeyen ve istatistik üretimine esas bir tanım üzerinde çalışılacağı ve bunun için de AB ve OECD gibi teşkilatlar ile ulusal istatistik ajanslarının baz aldığı tanımların gözetileceği belirtilmiştir (T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015:47). Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi'nde (2014-2020) ise; TÜİK tarafından üretilen kırsal alan istatistiklerine bakıldığında iki farklı tanımın kullanıldığı, birinci tanım için temel kriterin yerleşim yerlerinin idari statüsü olduğu ve il ve ilçe merkezleri dışında kalan tüm yerleşimlerin köy (beldeler dâhil) olarak kabul

edildiği, ikinci tanımın temel kriterinin nüfus eşiği olduğu ve 20.000 kişilik nüfusun baz alındığı belirtilmiştir. Ancak, 6360 Sayılı Kanun ile mahallelerin tüzel kişiliklerinin bulunmaması sebebiyle şehirlerdeki mevcut mahalleler ile kırsal alanda oluşturulan mahalleler arasında istatistiki olarak bir ayrıma gidilemediği ve bu sebeple de mahalli idareler yapısındaki değişimlerden asgari düzeyde etkilenecek yeni bir kırsal alan tanımının üretilmesine ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra, oluşturulacak yeni kırsal alan tanımının üretilmesinde uzaklık ve nüfus yoğunluğuna ek olarak, dikkate alınması gereken diğer hususların ülkemizin idari yapısı, istatistiki bölge birimleri sınıflandırması, Köy Kanunu, belediye mevzuatı, 6360 Sayılı Yasa ile şekillenen yeni mahalli idare yapısı, tarımsal arazi mevzuatı, kır ve kent arasındaki fonksiyonel ilişkiler, kırsal alanlara ilişkin mekânsal planlama mevzuatı ile kırsal kesimdeki genel kalkınma dinamikleri olduğuna dikkat çekilmiştir (T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015:14-15). Ayrıca, ileride yapılacak kırsal alanlara ilişkin herhangi bir sınıflandırma çalışması için Ülkemizde çok farklı gelişmişlik düzeylerine sahip bölgelerin bulunduğu ve farklı boyutlardaki birtakım olanakların eşitsiz dağılımının söz konusu olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Gülümser vd., 2010:142-143).

5. ANALİZLER VE BULGULAR

Gelişmiş ülke örneklerinde de olduğu üzere köy veya mahalle düzeyinde nüfus gibi çok temel veriler dışında verilere ulaşmak Ülkemiz için henüz mümkün olmadığından, daha çok il düzeyinde ve kısmen de ilçe düzeyinde elde edilen verilerle kırsallığın nitelendirilmesi ve sınıflandırılması nispeten mümkün olabilmektedir. 6360 Sayılı yasa ile de metropoliten alan sınırı il sınırı ile 30 büyükşehirde aynı hale getirildiğinden, özellikle büyükşehirlerde ilçe düzeyinde kırsallık seviyelerinin irdelenmesi faydalı olacaktır. Her niteliğe ilişkin verilerin her yıl için bulunamaması durumu da göz önüne alındığında, TÜİK'ten tarih bakımından günümüze yakın 2018 yılına ilişkin ilçe düzeyinde alınan veriler doğrultusunda Ankara İli'nde yer alan her ilçe için puanlama yapılmıştır. İlçelere verilen bu puanlar üzerinden kırsallık nitelikleri bakımından ilçeler karşılaştırılmış ve sınıflandırılmıştır.

2018 yılı Ankara'nın ilçelerine ait nüfus verileri Tablo 2'de yer almaktadır. Görüldüğü üzere en fazla nüfusa sahip olan ilçeler Keçiören ve Çankaya olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun aksine en az nüfusa sahip olan ilçeler ise Evren ve Güdül'dür. Yine Tablo 2'den de görüldüğü üzere, Ankara İlçeleri arasında nüfus yoğunluğu en fazla olan Keçiören, Yenimahalle ve Altındağ'dır. Nüfus yoğunluğu en az olan ilçeler ise Kalecik, Nallıhan ve Ayaş'tır.

Tablo 3'e bakıldığında Ankara şehir merkezi olarak Kızılay Meydanı ve ilçe belediye binaları da ilçe merkezi olarak varsayılmak üzere İlçe Belediyelerin şehir merkezine olan yaklaşık uzaklıkları ortaya konmuştur. Ankara şehir merkezine en uzak ilçe belediyeleri Evren, Nallıhan ve Şereflikoçhisar Belediyeleri olup; yine Ankara şehir merkezine en yakın ilçe belediyeleri ise; Çankaya, Altındağ ve Keçiören Belediyeleri'dir. Tablo 4'e bakıldığında ise; elde edilen verilere ilişkin yapılan puanlamalar sonucunda, Ankara İli İlçeleri'nin almış oldukları toplam puanlar yer almaktadır. Kullanılan kriterler TÜİK'ten alınan 2018 yılı Ankara'nın İlçeler'ine ilişkin; **belediyelere göre yapı ruhsatı sayıları, toplam tarım alanı miktarı, doğum ve ölüm oranları, ortalama hane halkı büyüklüğü, verilen göç miktarı, nüfus artış hızı, küçükbaş ve büyükbaş toplamı olmak üzere canlı hayvan sayısı, yüksekokul veya fakülte bitiren kişi sayısı, yaşlı bağımlılık oranı, nüfus yoğunluğu ve ilçe belediyelerinin Ankara şehir merkezine olan uzaklığı** olup; bu veriler üzerinden analiz ve değerlendirme yapılabilmektedir.

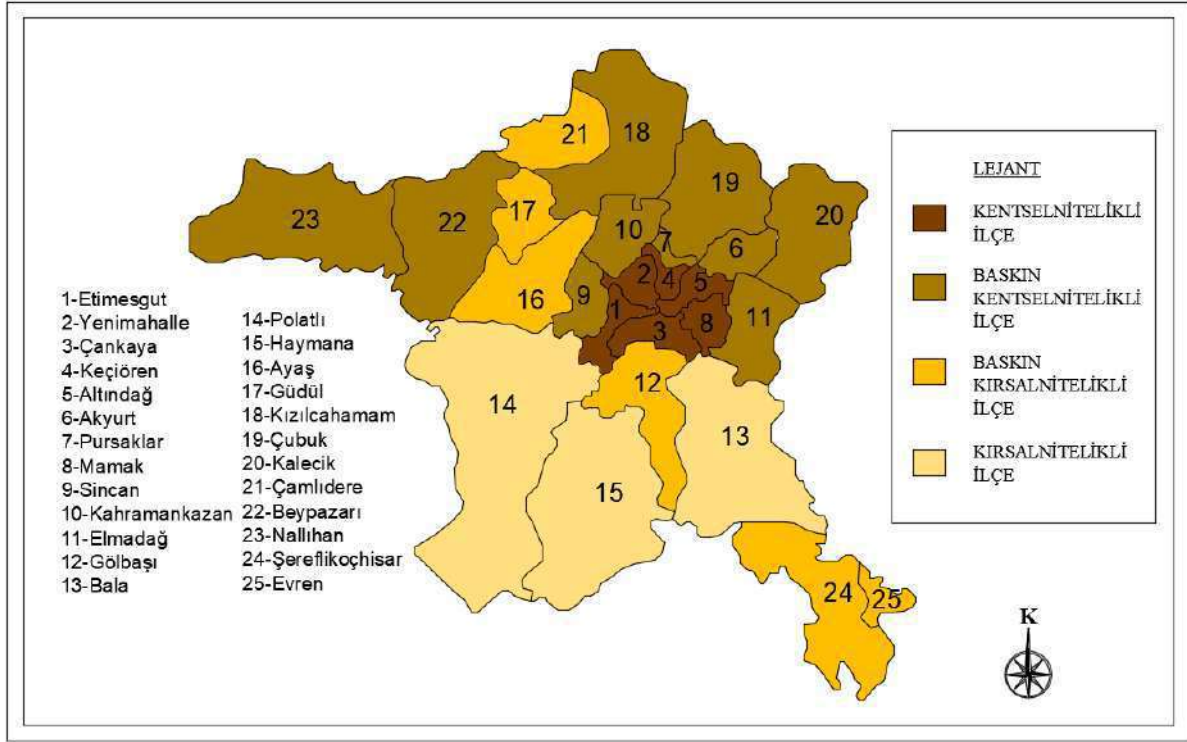
Tablo 2. 2018 Yılı Ankara İlçelerinin Nüfusları, Alan Büyüklükleri ve Nüfus Yoğunlukları*

İlçeler	2018 Yılı Nüfus	Alan Büyüklüğü (km ²)	Nüfus Yoğunluğu (kişi/km ²)
Akyurt	34.588	369	94
Altındağ	370.024	123	3.008
Ayaş	15.540	1.041	15
Bala	33.644	1.851	18
Beypazarı	48.274	1.697	28
Çamlıdere	15.148	782	19
Çankaya	920.890	483	1.907
Çubuk	89.046	1.198	74
Elmadağ	45.349	647	70
Etimesgut	570.727	273	2.091
Evren	3.606	222	16
Gölbaşı	134.378	1.364	99
Güdül	10.074	540	19
Haymana	45.931	2.164	21
Kahramankazan	53.522	547	98
Kalecik	13.450	1.110	12
Keçiören	909.787	159	5.722
Kızılcahamam	32.647	1.623	20
Mamak	647.252	321	2.016
Nallıhan	28.091	2.079	14
Polatlı	122.287	3.618	34
Pursaklar	143.055	169	846
Şereflikoçhisar	34.202	2.155	16
Sincan	518.893	880	590
Yenimahalle	663.580	219	3.030

*TÜİK İnternet Sitesi, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, 02.02.2020 ve Ulusal Haritacılık Kurumu Harita Genel Müdürlüğü, https://www.harita.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf, 03.02.2020 kaynaklarından elde edilen verilerle yazar tarafından hazırlanmıştır.

İlçelerdeki internet kullanım oranı gibi daha detaylı ve yerel verilere ulaşmak mümkün olmadığından yapılan değerlendirmenin ilçeler içerisindeki kentsel ve kırsal alanların ortaya konmasında yetersiz kaldığı görülmektedir. Örneğin Tablo 4 ve Harita 1’de görüldüğü üzere Gölbaşı ve Evren İlçeleri içerilerinde yer alan kentsel ve kırsal alanlara ilişkin detaylı yerel veri elde edilemediği için ilçenin tamamı üzerinden değerlendirme yapıldığında baskın kırsal nitelikli ilçeler olarak ortaya çıkmaktadırlar. İlerde detaylı ve yerel düzeyde verilerin elde edilmesi mümkün olduğunda, söz konusu ilçe düzeyindeki sınıflandırmanın yeniden yapılması ve mahalle düzeyinde daha alt kırsal sınıflandırmaların oluşturulması daha sağlıklı ve faydalı olacaktır. Harita 1’e bakıldığında; Ankara Şehir Merkezi’ne yakın olan ilçelerin kentsel nitelikli ilçeler olduğu ve şehir çeperlerine doğru baskın kentsel nitelikli, baskın kırsal nitelikli ve kırsal nitelikli ilçelerin yer aldığı görülmektedir. Ancak bu ilçelerin içerisinde kalmış ve statüsü değişmiş köyler ve diğer kırsal alanlara ilişkin detaylı veri elde edilemediği için elde edilen verilerle kırsal ve kentsel niteliklere ilişkin nispeten bir sınıflandırma yapılabilmektedir.

Harita 1. Ankara'nın İlçelerinin Kırsal ve Kentsel Nitelikler Bağlamında Sınıflandırılması****



****TÜİK Web Sitesi, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/03.02.2020> ve TÜİK İnternet Sitesi, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, 02.02.2020, TÜİK Kişisel İletişim 24.12.2019, ve Ulusal Haritacılık Kurumu Harita Genel Müdürlüğü, https://www.harita.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf, 03.02.2020 ve Google Haritalar, <https://www.google.com.tr/maps/dir/@39.8700681,32.6390483,14z>, 01.02.2020 kaynaklarından elde edilen verilerle yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tüm bunlara ek olarak yapılan literatür taraması ve dünya örneklerinin incelenmesi sonucu kırsal alanların tanımlanması ve sınıflandırılması için kullanılan kriterlerin (nüfus yoğunluğu, şehir merkezi dışında kalan nüfus, toplam nüfus, arazi kullanım durumu, toplam bölgedeki ekilebilir arazi, kentsel alandaki toplam tarımsal alan, toplam bölgedeki tarım arazisi varlığı, alanlar üzerinde tarımdaki istihdam, ekonomik uzmanlaşma değeri olarak tarımsal istihdamın toplam istihdam içerisindeki oranı, tüm nüfus içerisinde belli bir eğitim seviyesindeki nüfus, kişi başına telefon hattı, toplam alan içerisindeki tarımsal alanlar, orman alanları ve doğal alanlar dahil olmak üzere yeşil alanların oranı, göç, ekonomik yapı, performans, sosyal refah, eşitlik, çevre ve sürdürülebilirlik, tarım ve ekonomik uzmanlaşma, insan kaynakları ve becerileri, arazi örtüsü ve sosyal yaşamın mekansal boyutu, bölgenin alanı, patent başvuruları, turizm tesisi sayısı, sağlık tesisi sayıları ve türleri, önemli uluslararası merkezlere farklı ulaşım modları ile gerçekleştirilen seyahat süreleri, işsizlik oranları, toplam işsiz nüfus, üretim, tarım ve hizmetler sektöründeki istihdamın payı, tarımın, üretimin ve hizmetlerin toplam brüt katma değer içindeki payı, GSYİH ve kişi başına düşen GSYİH, gerçek doğum ve ölüm oranları, hane halkı büyüklüğü, internet kullanım oranı, yapılaşma oranı, banka şubesi sayısı, asfalt yolların toplam yollara olan oranı, içme suyu şebekesi ve kanalizasyon kullanım oranları, enerji ve doğal kaynaklara ilişkin kişi başı tüketim oranları vb.) yanı sıra şehir veya ilçe merkezlerine olan mesafelerin, ülkemizin idari yapısının ve istatistiki bölge birimleri sınıflandırmasının, ilgili mevzuatın, kırsal ve kentsel alanlar arasındaki etkileşimlerin ve kırsal alanların kendine özgü özelliklerinin de göz önünde bulundurulması ile kırsal alanların tanımlanması ve sınıflandırılması daha faydalı ve daha sağlıklı olacaktır. Ancak bunun için daha yerel düzeyde verilerin elde edilmesi gerekmektedir.

Tablo 3. Ankara'daki Büyükşehir ve İlçe Belediyeleri Arasındaki Mesafeler

İlçeler	Ankara İl Merkezi ile İlçe Belediyeleri Arasındaki Mesafeler*** (km)
Akyurt	38,6
Altındağ	4,6
Ayaş	62,5
Bala	67,4
Beypazarı	104,0
Çamlıdere	98,2
Çankaya	0,2
Çubuk	44,4
Elmadağ	46,4
Etimesgut	19,9
Evren	175,0
Gölbaşı	19,0
Güdül	105,0
Haymana	73,4
Kalecik	71,7
Kazan	49,3
Keçiören	8,1
Kızılcahamam	81,3
Mamak	14,3
Nallıhan	161,0
Polatlı	77,4
Pursaklar	18,9
Sincan	29,0
Şereflikoçhisar	147,0
Yenimahalle	6,7

Kaynak: Google Haritalar, <https://www.google.com.tr/maps/dir/@39.8700681,32.6390483,14z,01.02.2020>.

***Yaklaşık değerlerdir.

Tablo 4. Kırsal Nitelikler Bağlamında Ankara İlçeleri'nin 2018 Yılı Kırsal Alan Sınıflandırması**

Puan	İlçe	Nitelik	Puanlama
23,4	Çankaya	Kentsel	25-35: Kentsel Nitelikli İlçe 35-45: Baskın Kentsel Nitelikli İlçe 45-55: Baskın Kırsal Nitelikli İlçe 55-65: Kırsal Nitelikli İlçe
24,9	Keçiören	Kentsel	
29,0	Mamak	Kentsel	
29,6	Yenimahalle	Kentsel	
29,8	Altındağ	Kentsel	
30,3	Etimesgut	Kentsel	
37,4	Pursaklar	Baskın Kentsel	
37,8	Kahramankazan	Baskın Kentsel	
38,2	Akyurt	Baskın Kentsel	
38,4	Sincan	Baskın Kentsel	
38,6	Elmadağ	Baskın Kentsel	
40,5	Çubuk	Baskın Kentsel	
41,6	Kalecik	Baskın Kentsel	
41,7	Beypazarı	Baskın Kentsel	
41,9	Kızılcahamam	Baskın Kentsel	

43,7	Nallıhan	Baskın Kentsel
45,0	Evren	Baskın Kırsal
45,1	Ayaş	Baskın Kırsal
45,3	Gölbaşı	Baskın Kırsal
46,9	Şereflikoçhisar	Baskın Kırsal
47,7	Güdül	Baskın Kırsal
51,0	Çamlıdere	Baskın Kırsal
56,2	Polatlı	Kırsal
61,4	Haymana	Kırsal
62,0	Bala	Kırsal

**TÜİK'ten alınan verilerle yazar tarafından hazırlanmıştır. (TÜİK Web Sitesi, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/03.02.2020> ve TÜİK Kişisel İletişim 24.12.2019)

6.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

6360 Sayılı Kanun ile Ülkemizde sayıları 30 olan büyükşehir belediyelerinde köy tüzel kişiliklerine de son verilmiş ve köyler mahalle statüsü kazanmıştır. Böylece, büyükşehirlerde kentsel alanlar içerisinde kırsal nitelikli alanların kalması ve bunların aynı özelliklerde olmaması, mahalle düzeyinde çeşitli kırsal ve kentsel niteliklere ilişkin daha yerel ve mikro verilere ulaşmanın pek mümkün olmaması sebebiyle bu çalışmada, Ankara İli'nde kırsal alanların nitelikleri TÜİK'ten alınan ilçe düzeyindeki verilerle değerlendirilmiştir. TÜİK İnternet Sitesi'nde Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sisteminde mahalle ölçeğinde nüfus verilerine her ne kadar erişim sağlansa da gerek literatür gerekse de dünyadaki diğer değişmekte ve gelişmekte olan kırsal alan tanımları ve sınıflandırmaları için sadece nüfusun yeterli bir gösterge olmadığı açıktır. Özellikle Ülkemizde 6360 Sayılı yasa sonrasında meydana gelen değişimler sonucunda kır ve kent ayrımındaki farklılıkların kapsamlı ve net olarak ortaya konulması ve kırsal alanların tanımlanması ve sınıflandırılmasında, şehirlere işe gidiş geliş yapan nüfus, internet kullanım oranları, yapılaşma oranları ya da banka şube sayıları gibi bir takım farklı değişkenlerin ve eşiklerin oluşturulması gerekmektedir.

Ülkemizde kırsal alanlara ilişkin tek bir kabul görmüş kapsamlı tanımlama ve sınıflandırma henüz bulunmamakla birlikte kırsal alanlarla ilgili yapılan TÜİK istatistiklerinde 20.000 kişilik nüfus eşiği ve mevzuata göre köy şehir ayrımı baz alınmaktadır. Buradan hareketle örneğin; nüfusu 20.000 kişinin üzerinde olan ve sektörel açıdan tarımın ağırlıklı olduğu bir yerleşim birimi farklı uluslararası kuruluşların vermekte olduğu çeşitli desteklerden kuruluşların belirtmiş oldukları kırsal alan tanımlarına tam olarak uymaması sebebiyle faydalanamayabilmektedir. Ayrıca, AB veya OECD tarafından yapılan tanımlamalar Ülkemizdeki idari yapılanma ile birebir uyum göstermediğinden ileride sadece nüfus yoğunluklarını hesaba katan fakat içerisinde sosyo-ekonomik ve diğer ilişkili alanlardaki göstergelere yer vermeyen bir sınıflama yapıldığında Ülkemizdeki yerel birimlerin kırsal nitelikleri tam olarak yansıtılamayacaktır. Bu noktada, Türkiye'deki tanımlamaların uluslararası standartlara uyumlu hale getirilmesi faydalı olacaktır.

Tüm bu bilgilerin yanı sıra teknolojinin kırsal alanlarda da kullanımının hızla yayılması ve kır kent ilişkilerinin daha da yoğunlaşması ile kır ve kent birbirinden çok farklı iki bölge veya sosyo-demografik yapı olarak nitelendirilmekten uzaklaşmaktadır. Dolayısıyla kır ve kent

kavramları, farklı yoğunluk ve derecelerle ifade edilen kavramlar olarak yeniden yorumlanmaya başlamaktadır. Buradan hareketle, yapılacak sınıflandırma ve tanımlamalarda kır-kent bütünlüğü esas alınarak; kademeli ve ara geçişlere olanak tanıyan esnek bir sınıflandırma modeli ve bu modele uygun tanımlar oluşturulmalıdır. Ancak bu model oluşturulurken aşırı kırsal niteliğe sahip bir ilçeye bağlı bir köy ile daha kentsel nitelikler taşıyan bir ilçeye bağlı köy arasındaki farkın göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Son olarak, bu çalışma bahsi geçen sınırlılıklar dahilinde nispeten bir sınıflandırma geliştirmek, bunun için kullanılacak kriterleri ortaya koymak ve böylece kavramsal çerçevenin geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. İlgili kurum ve kuruluşların eşgüdümlü çalışması ile kırsal ve kentsel alan sınıflandırmalarının ve kavramsal olarak tanımlamalarının yapılması için mahalle düzeyinde verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Söz konusu verilerin elde edilmesi ve çalışmaların yapılması sonucunda, ilerde kırsal ve kentsel alan kavramlarının yeniden yorumlanması, kırsal ve kentsel alan sınıflandırmalarının oluşturulması ve bu sınıflandırmalar için kullanılacak kriterlerin belirlenmesi daha faydalı ve sağlıklı olacaktır. Bu noktada ilgili paydaşların katılımının sağlanması, oluşturulacak tanımların ve sınıflandırmaların kabul görmesi, kapsamlarının geliştirilmesi ile uygulanması bakımından önem arz etmektedir.

7.KAYNAKÇA

1. 442 Sayılı Köy Kanunu, Md. 1 ve Md. 2, 1924.
2. 5393 Sayılı Belediye Kanunu, Md. 4, 2005.
3. Alemdar T., Demirdöğen A. Ve Ören M.N. (2012 Eylül), Kırsal Yoksulluk Ölçüm Sorunu ve Türkiye. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya.
4. Ballas D., Kalogeresis T. And Labrianidis L. (2003 August), A Comparative Study Of Typologies For Rural Areas In Europe, 43rd European Congress of the Regional Science Association, Jyväskylä, Finland.
5. Blunden, J. R., Pryce, W. T. R. ve Dreyer, P. (1998), The Classification of Rural Areas in the European Context: An Exploration of a Typology Using Neural Network Applications, *Regional Studies*, 32, 149-160.
6. CIT. (2001), An overview of key issues, <http://www.cfit.gov.uk/reports/rural/key/07.html>, (20.01.2005)
7. Cloke, P. (1977), An Index of Rurality for England and Wales, *Regional Studies*, 11, 31-46.
8. Copus, A., Petrie, S., Shucksmith, J., Shucksmith, M., Still, M., ve Watt, J., eds. (2001), Pre-School Educational Provision in Rural Areas, Arkleton Occasional Report, the Scottish Executive Education Department, 1, Aberdeen.
9. Çeken, H., Karadağ, L., ve Dalgın, T. (2007), 'Kırsal Kalkınmada Yeni Bir Yaklaşım Kırsal Turizm ve Türkiye'ye Yönelik Teorik Bir Çalışma,' Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7(1), 1-14.
10. Çörek Öztaş Ç. ve Karaaslan Ş. (2017), Türkiye'de Kırsal Planlama ve Farklı Ükelere Ait Kırsal Planlama Örnekleri. Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi, Cilt: 10 Sayı: 4, 432-433.
11. Çörek Öztaş Ç. ve Karaaslan Ş. (2018), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) İle İlçeler Düzeyinde Kırsallık Kademelerinin Hazırlanmasına Yönelik Bir Yöntem Önerisi. ISSN: 2564-6761 Geomatik Dergisi Journal of Geomatics, 3(2), 163-182.
12. Demirdöğen A., Ören M.N. ve Alemdar T. (2012 Eylül), Türkiye'de Tarım Politikaları Kapsamında Sağlanan Destekler ve Kırsal Yoksulluk. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya.

13. Depraz S. (2008), Differentiating between Rural Areas: Indicators and Typologies. Péter Gajdoš. Regional Disparities in Central Europe, Académie des sciences de Slovaquie / Comité UNESCO de Slovaquie / CEFRES, Prague, 7-8, 978-80-85544-56-5. halshs-01547488v2.
14. EEA (1999), Environment in the European Union At The Turn Of The Century - "Rural Areas-Our Link To The Land". www.eea.europa.eu, 06.04.2019.
15. Ekim R.M. (2006), Avrupa Birliği Kırsal Kalkınma Politikaları Ve Türkiye'nin Uyumu. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Avrupa Birliği Anabilim Dalı Avrupa Birliği Programı, 85-86, Yüksek Lisans Tezi.
16. European Commission, ed. (1999), ESDP-European Spatial Development Perspective: Towards Balanced And Sustainable Development Of The Territory Of The European Union, Report. European Commission, 23, Brussels.
17. European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development. (2006), Rural Development In The European Union- Statistical and Economic Information Report, 3.
18. EUROSTAT Web Site, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/degree-of-urbanisation/methodology>, 01.22.2020.
19. Google Haritalar, <https://www.google.com.tr/maps/dir/@39.8700681,32.6390483,14z>, 01.02.2020.
20. Gülümser A.A., Baycan Levent T. Ve Nijkamp P. (2010), Türkiye'nin Kırsal Yapısı: AB Düzeyinde Bir Karşılaştırma, İtüdergisi/A Mimarlık, Planlama, Tasarım Cilt: 9, Sayı: 2, 133-144.
21. Ireland Central Statistics Office Web Site, <https://www.cso.ie/en/releasesandpublications/ep/p-urli/urbanandrurallifeinireland2019/introduction/>, 20.02.2020.
22. İrdem İ. ve Mutlu A., (2016 Mayıs), KAYSEM 10 Kamu Yönetimi Sempozyumu, İzmir.
23. Joint Website of Finland's Environmental Administration, https://www.ymparisto.fi/en-US/Living_environment_and_planning/Community_structure/Information_about_the_community_structure/Urbanrural_classification, 23.08.2019.
24. Jonard F., Lambotte M., Ramos F., Terres J.M and Bamps C. (2009), JRC Scientific and Technical Reports, Delimitations of Rural Areas In Europe Using Criteria Of Population Density, Remoteness And Land Cover, 20-22, Italy.
25. Kafa N. (2014), Kırsal Kalkınma Aracı Olarak Yoksul Yanlısı Turizm Yaklaşımı Edremit Körfezi Örneği. Doktora Tezi, 7, Balıkesir.
26. Labrianidis, L., (2006), Human Capital as the Critical Factor for the Development of Europe's Rural Peripheral Areas in Eds. Teresa de Noronha Vaz, Eleanor J. Morgan and Peter Nijkamp, The New European Rurality: Strategies for Small Firms, Ashgate, England.
27. Leeuwen, E.S. van ve Nijkamp P. (2006), The Embeddedness of Small Enterprises in the Rural Local Economy of Small and Medium-sized Towns. in de Noronha Vaz, T., Morgan, E. J. ve Nijkamp, P., eds. The New European Rurality: Strategies for Small Firms, Ashgate, 87-106, England.
28. Malinen, P., (1995), Rural area typologies in Finland, in LEADER, Bildiri, Workshop of Typology of European rural areas, Lüksemburg.
29. Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği, 14.06.2014 Resmî Gazete Sayısı: 29030.
30. Ögdül H.G. (2010), Urban and Rural Definitions in Regional Context: A Case Study on Turkey, European Planning Studies, 18:9, 1528-1537, DOI: 10.1080/09654313.2010.492589.

31. Özçağlar A., (2016 Ekim), Büyükşehir Belediyeli İllerde Kır ve Kent Nüfusunun Tespiti Mümkün Mü?. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
32. Pizzoli, E. and Gong, X. (2007), How to Best Classify Rural and Urban?, Forth International Conference on Agriculture Statistics (ICAS-4), National Bureau of Statistics of China, Beijing, China, 2-13.
33. Reading, R. Openshaw, S. ve Jarvis, S. (1994), Are Multidimensional Social Classifications of Areas Useful in UK Health-Service Research? Journal of Epidemiology and Community Health, 48, 2, 192-200.
34. Rezerve Bank of India Web Site, https://www.rbi.org.in/scripts/bs_viewcontent.aspx?Id=2035, 22.02.2020.
35. Roberts, L. ve Hall, D. (2003), Rural Tourism and Recreation: Principles to Practice. CABI Publishing, 11, UK.
36. Rothwell N. (2001), Rural and Small Town Canada Analysis Bulletin, Catalogue No. 21-006-XIE Vol. 3, No.3, 1-26, Statistics Canada.
37. Satsangi, M., Bramley, G., ve Storey, C. (2000), Selling and Developing Land and Buildings for Rent and Low Cost Home Ownership: the Views of Landowners, Report, Scottish Landowners Federation, Edinburgh.
38. SPESP, (2000), Final Report. Brüksel, Stokholm.
39. Statistics Canada. (1999), Cat. No. 92-351-UIE, 1996 Census Dictionary – Final Edition Reference, 183,226.
40. Statistics Canada. (2007), Census of Population, 2006: Ottawa - Gatineau (code 505), Ontario, 2006 Community Profiles, Catalogue no. 92-591-XWE, [Table]. Retrieved from: <http://www12.statcan.ca/census-recensement/2006/dp-pd/prof/92-591/index.cfm?Lang=E>, 04.08.2019.
41. Statistics Canada Web Site, <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/92-195-x/2011001/geo/ra-rr/ra-rr-eng.htm>, 03.08.2019.
42. Statistics Finland Web Site, http://www.stat.fi/meta/kas/kaupunki_maaseu_en.html, 10.01.2020.
43. Şerefoğlu C. (2009), Kalkınmada Kırsal Turizmin Rolü- 2007-2013 Yılları Arasında Ülkemizde Uygulanacak Olan İpard Kırsal Kalkınma Programındaki Yeri, Önemi Ve Beklenen Gelişmeler. T. C. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Dış İlişkiler Ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Uzmanlık Tezi, 12, Ankara.
44. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü Web Sitesi, <https://mpgm.csb.gov.tr/plan-gosterimleri-i-4926>, 05.02.2020
45. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2015), Kırsal Kalkınma Eylem Planı 2015-2018, 47.
46. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. (1979), Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1979-1983, Ankara, 24.
47. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. (2000), 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 6, Ankara.
48. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. (2006b), Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013). Kırsal Kalkınma Politikaları Özel İhtisas Alt Komisyonu Raporu. Ankara, Devlet Planlama Teşkilatı.
49. T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2013), 10. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 136.
50. TÜİK Web Sitesi, http://www.tuik.gov.tr/MicroVeri/YMA_2012/metaveri/tanim/index.html, 10.07.2019.
51. TÜİK Web Sitesi, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>, 03.02.2020.
52. TÜİK İnternet Sitesi, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, 02.02.2020.
53. TÜİK Kişisel İletişim 24.12.2019.

54. UK Government Services Web Site, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/597751/Defining_rural_areas_Mar_2017_.pdf, 02.02.2020.
55. Ulusal Haritacılık Kurumu Harita Genel Müdürlüğü, https://www.harita.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf, 03.02.2020.
56. Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi 2014-2020, 2014:3-5.
57. Uzunpınar, Adnan. (2008), Katılım Öncesi AB Kırsal Kalkınma Politikası ve Türkiye’de Uygulanacak IPARD Programı Kapsamında Proje Hazırlama, Değerlendirme ve Seçim Süreci. T.C. Tarım Ve Köyşleri Bakanlığı, AB Uzmanlık Tezi, Ankara.
58. Williams, N., Shucksmith, M., Edmond, H. and Gemmell, A., (1995), Scottish Rural Life Update: A Revised Socio-Economic Profile of Rural Scotland, Report, The Scottish Office, Edinburg.
59. Yemenoğlu E., Dalgın T., Çeken H. (2013), Geleneksel Festivallerin Kırsal Turizm Üzerindeki Etkiler: Denizli-Honaz Kiraz Festivali Örneği, Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, 3 (1): 16-21, 17, ISSN: 1307-1149, E-ISSN: 2146-0086.

**Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ BƏRK MƏHLUL KRISTALLARININ QURULUŞU VƏ
TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

**CRYSTAL STRUCTURE AND TERMOELECTRICAL PROPERTIES OF Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃
SOLID SOLUTION**

Elmi işçi, Sevinc İBRAHİMOVA

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Fizika İnstitutu

Prof. Dr. İman ƏSGƏRZADƏ

Ankara Universitesi Bilgisayar Mühendisliyi Bölümü

K. ü. fəlsəfə doktoru, dos., Qəhrəman HÜSEYNOV

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Fizika İnstitutu

F. ü. Fəlsəfə doktoru, dos., Şərif İSMAYILOV

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Radiasiya Problemləri İnstitutu

ÖZƏT

Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ bərk məhlul kristalları stexiometriyaya uyğun olaraq götürülmüş, Ga, In, Se elementlərinin birbaşa kimyəvi qarşılıqlı təsir üsulu ilə sintez edilmişdir. Aparılan rentgen-diffraksiya analizi ilə nümunənin qəfəs parametrləri təyin edilmiş və müəyyən edilmişdir ki sintez edilən nümunə heksoqanal qəfəsdə kristallaşır və onun qəfəs parametrləri a=7.051(3)Å, c=19.148(2)Å, fəza qrupu P61, Z=6, V=824.4332(4) Å³, ρ=5.379(2) g/sm³.

Ritvaldın polikristal maddələr üçün hazırladığı üsuldan istifadə edərək tədqiq edilən kristalın quruluşu öyrənilmişdir. Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ bərk məhlulunun kristal quruluşu, ovuntu D8 ADVANCE difraktometrində alınmış diffraksiya məlumatlarından istifadə edərək TOPAS-4.2 proqramı vasitəsi ilə öyrənilmişdir. Quruluş analizindən alınan məlumatlar əsasında, atomların koordinatları, atomlararası məsafələr müəyyən edilmişdir. Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ - kristal quruluşunun əsasını Se atomlarının heksoqonal kip yerləşmə qaydası təşkil edir. Quruluşda tetraedrik boşluqları (3Ga + 3In) atomları tuturlar. M= (3Ga + 3In)-Se məsafələri ≈2.443(1)Å. Hesablanmış atomlararası məsafələrin qiymətinə görə quruluşda tetraedrik koordinasiya hissədə kimyəvi rəbitə ion-kovalent xarakterlidir. Quruluşda In atomlarının əksər hissəsi beşlik koordinasiya triqonal dipiramidada məskunlaşmışlar. Əlbəttə bu vəziyyət müəyyən qədər qeyri adi təsir bağışlayır, çünki In atomlarının müxtəlif növ kristal quruluşlarda adətən ya tetraedrik ya da oktoedrik boşluqlarda paylanırlar. Qeyd edək ki, In atomları üçün də beşlik koordinasiya xarakterikdir. Məsələn, Al atomlarının GaAlS₃-ün quruluşunda, In atomlarının müəyyən hissəsinin GaInS₃ və GaInSe₃ birləşmələrinin quruluşunda koordinasiya ədədləri 5-ə bərabərdir. Bu vəziyyət onu göstərir ki, tədqiq etdiyimiz nümunənin kristal quruluşu eyni ölçülü atomların sıx yerləşmə qaydasından karkas tip quruluşlara keçid prosesinə uyğundur. Triqonal dipiramidada yerləşən In atomlarının Se atomları ilə məsafəsi belədir: eyni müstəvi üzərində yerləşən 3Se atomu ilə ≈2.647(1)Å və dipiramidanın təpələrində yerləşən Se atomları ilə ≈2.911(3)Å məsafə təşkil edir.

Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃- üçün həm də 300-450K intervalında elektrik keçiriciliyi (σ) və termoelektrik hərəkət qüvvəsi (termo-e.h.q.) (S) ölçülmüşdür. σ(T) asılılığına görə yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisinin qiymətindən müəyyən olunmuşdur ki, T<350K-də Δε=0.92eV, T>350K-də Δε=0.85eV tərtibində dəyişir. Başqa sözlə temperaturun artması ilə yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisi qismən azalır və otaq temperaturuna nisbətən elektrik keçiricilik (σ₄₅₀/σ₃₀₀)=2.4 dəfə artır.

Termo-e.h.q. (S)-nin qiyməti temperatur T≤350K olduqda çox dəyişmir və təcrübə xətası tərtibində təxminən 620 μV/K-ə bərabərdir. Temperaturun sonrakı artımında T≥360 termo e.h.q.-nin qiymətində monoton azalma müşahidə olunur və bu azalma S~T^{-3.4} qanunu ilə dəyişir. Təcrübədən alınan nəticələrin analizi göstərir ki, tədqiq etdiyimiz Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃

kristalının energetik zona quruluşu mürəkkəbdir və yükdaşıyıcıların akustik fononların pyezoelektrik səpilməsi üstünlük təşkil edir və temperaturun artması ilə intensivləşir. Yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisinin analizinə əsasən nümunənin qismən kompensasiya olunmuş p-tip keçiriciliyə malik kristal olduğunu ehtimal etmək olar.

Açar sözlər: Kristal, struktur, qəfəs, bərk məhlul, termo-e.h.q., elektrik keçiricilik

ABSTRACT

Solid crystals $Ga_{0.5}In_{1.5}Se_3$ were synthesized by direct chemical interaction of Ga, In, Se elements obtained according to stoichiometry. The x-ray parameters of the sample were determined by x-ray diffraction analysis and it was determined that the synthesized sample crystallizes in the hexagonal structure and its lattice parameters: $a=7.051(3)\text{Å}$, $c=19.148(2)\text{Å}$ with space group P61, $Z=6$, $V=824.4332(4)$, $\rho=5.379(2)$. The crystal structure of the synthesized material was studied by Rietveld method for polycrystalline substances. The crystal structure of $Ga_{0.5}In_{1.5}Se_3$ was studied by D8 ADVANCE powder diffractometer and obtained diffraction data was analyzed using TOPAS 4.2 program. Based on the data obtained from the structure analysis, atomic coordinates and the distance between the atoms were determined. The basis of the crystal structure of $Ga_{0.5}In_{1.5}Se_3$ is the hexagonal crystal structure of the Se atoms. Tetrahedral cavities in the structure are occupied by (3Ga + 3In) atoms Distances $M=(3Ga + 3In)-Se \approx 2.443(1)\text{Å}$. It was determined based on the calculated interatomic distances that the chemical bond is ionic-covalent on the tetrahedral coordinate part in the structure. Most of the In atoms in the structure are located in the trigonal di-pyramid in a five-coordinate arrangement. Of course, this situation is somewhat unusual, because various types of In atoms usually are distributed either in tetrahedral or octahedral cavities in the structure. Note that, the five-coordinate is also characteristic for In atoms. For example, the coordinate numbers of Al atoms in the structure of $GaAlS_3$, and the certain part of In atoms in the structures of $GaInS_3$ and $GaInSe_3$ compounds are equal to 5. This situation shows that crystal structure of the sample corresponds to the transition process from the dense arrangement of atoms of the same size to carcass type structures. The distance between the In and Se atoms in the trigonal di pyramid are: $\approx 2.647(1)\text{Å}$ when the 3Se atom located on the same plane and $\approx 2.911(3)\text{Å}$ when the Se atoms on the hills of the di-pyramid.

For $Ga_{0.5}In_{1.5}Se_3$ also was measured electrical conductivity and the thermal electromotive force (thermo-emf) in the range of 300-450K. According to $\sigma(T)$ dependence, it was determined from the value of the activation energy of charge carriers, that $\Delta\varepsilon=0.92\text{eV}$ at $T<350\text{K}$ and $\Delta\varepsilon=0.85\text{eV}$ at $T>350\text{K}$. In other words, with increasing temperature, the activation energy is partially decrease, and electrical conductivity are $(\sigma_{450}/\sigma_{300})=2.4$ times higher than room temperature.

The value of S does not change more at $T\leq 350\text{K}$ on the temperature dependence of S and is approximately $620\text{ }\mu\text{V/K}$ within the experimental error. There are observed monotonous decrease in the value of thermo-emf with the subsequent increase of temperature ($T\geq 360$) and this decrease varies according to the law $S\sim T^{-3.4}$

An analysis of the obtained results from experiments shows that the energy band structure of the $Ga_{0.5}In_{1.5}Se_3$ crystal is complex and piezoelectric scattering of acoustic phonon carriers prevails and the intensity increase with increasing temperature. Based on the analysis of the activation energy of the carriers, it can be assumed that the sample is partially compensated p-type crystal.

Keywords: Crystal, structure, lattice, solid solution, thermo-emf, electrical conductivity

1. INTRODUCTION

Some data on the component interaction in the $Ga_2Se_3-In_2Se_3$ quasi-binary cut of the Ga-

In–Se ternary system can be found in (Papovic, S., 1977; Tonejc, A., 1980; Schiraldi, A., 1980; Strok, O.M., 2013). An analysis of the experimental data reported in (Papovic, S., 1977; Tonejc, A., 1980; Schiraldi, A., 1980; Strok, O.M., 2013) shows that the character of interaction in the Ga_2Se_3 – In_2Se_3 system is fairly complicated. The main factor of complexity is the formation of two intermediate phases (γ_1 and γ_2) in the system with wide homogeneity ranges of solid solutions on the basis of the initial components, Ga_2Se_3 and In_2Se_3 . Among the aforementioned studies, the authors of (Strok, O.M., 2013) performed a more detailed experimental study of the character of the chemical interaction between components in the Ga_2Se_3 – In_2Se_3 quasi-binary cut. They constructed a phase diagram of the Ga_2Se_3 – In_2Se_3 system based on the data in the literature and their own experimental differential-thermal and X-ray diffraction data on $(\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x)_2\text{Se}_3$ solid solutions with $0 \leq x \leq 1$. All boundaries of one- and two-phase states of the formed solid solutions are determined and the crystal structure of the $(\text{Ga}_{0.65}\text{In}_{0.35})_2\text{Se}_3$ alloy is refined. Note that the experimental data of ((Papovic, S., 1977; Tonejc, A., 1980; Schiraldi, A., 1980; Strok, O.M., 2013) on the chemical interaction in the Ga_2Se_3 – In_2Se_3 system are insufficient for understanding the nature of chemical interaction in the Ga–In–Se ternary system, because there are a number of questions about the phase formation in this system to be answered. For example, it is unclear why, along with solid solutions, ordered and disordered phases with structures of framework and layered types are formed in the In–Se and Ga_2S_3 – In_2S_3 systems, whereas only ordered solid solutions arise in the Ga_2Se_3 – In_2Se_3 system. On the other hand, the X-ray diffraction reflections reported in (Strok, O.M., 2013) clearly indicate the presence of three portions of solid solutions with a pronounced boundary: Ga_2Se_3 -based solid solutions; solid solutions based on the In_2Se_3 ordered hexagonal phase, where the percentage of Ga exceeds that of In; and solid solutions based on In_2Se_3 , where the percentage of In is larger than the percentage of Ga. It is also unclear why are identical parameters given for the last two homogeneous phases, which have different diffraction patterns. According to (Guseinov, G. G., 1988; Amiraslanov, I. R., 1987), several tens of polytype single crystals, crystals of three compounds with original structures, and solid solutions were grown by the gas-transport reaction method from three compositions (GaInS_3 , $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{2.5}\text{S}_3$, and $\text{Ga}_{0.25}\text{In}_{1.75}\text{S}_3$) in different temperature ranges. Therefore, one must use another technological approach to obtain the necessary experimental data in such cases. In this paper we report the results of synthesizing the $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ phase and determining its crystal structure and possible phase transition.

It should be noted that the investigation of the temperature dependence of physical properties is very important, because various stoichiometry and structures of compounds and solid solutions formed in Ga, In, S(Se, Te) systems have wide applications in the active solar batteries (Bashkirov, S.A., 2016; Khemiri, N., 2009; Rincon, C., 2003).

2. SYNTHESIS OF $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$

The $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ solid solution was obtained by alloying the initial elements Ga, In, and Se (with a purity no less than 99.9998%), taken in stoichiometric ratios (weight of 5 g). The components were placed in a quartz ampoule, which was evacuated to a residual pressure of 10^{-4} Torr, sealed, and then placed in a single-zone furnace with a previously set temperature $T = 600$ K. After 1 h exposure at 600 K, the temperature in the furnace was raised with a rate of 50 K/h up to 1245K. After keeping the ampoule at this temperature for 1 h, the temperature was reduced to 750 K. The alloy was annealed at this temperature for 15 days in order to homogenize it. A visual analysis of the synthesized sample in a microscope showed that the alloy is reddish in the compact state.

3. X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS

A fine powder was prepared from a synthesized ingot to carry out X-ray diffraction analysis.

All experiments were performed on a D8 ADVANCE powder diffractometer (Bruker, Germany) (CuK α radiation, $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$, 40 kV, 40 mA). Figure 1 shows the Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ diffraction pattern. It was established (using the TOPAS software packet) that the synthesized sample has a hexagonal structure with the unit-cell parameters $a = 7.051 \text{ \AA}$, $c = 19.148(2) \text{ \AA}$, sp. gr. P61, $z = 6$, $V = 824.433(3) \text{ \AA}^3$ at 300 K.

After determining the lattice parameters, we performed a high-temperature study to reveal possible structural and phase transitions. To this end, we recorded high-temperature diffraction patterns in the range of 300–1550 K. The sample was kept at a specified temperature for 20 min before each X-ray collection. Diffraction patterns were recorded with a step of 50° . A comparison of all diffraction patterns and their processing showed that the sample under study does not undergo any significant structural changes up to $T = 1050 \text{ K}$. The diffraction pattern changes radically at temperatures above $T = 1050 \text{ K}$: many of reflections observed at room temperature disappear and three new reflections arise. A processing of these diffraction patterns showed that the changes observed do not correspond to a phase transition. The new three peaks are reflections from the platinum substrate; i.e., crystal undergoes decomposition above the aforementioned temperature and begins to melt.

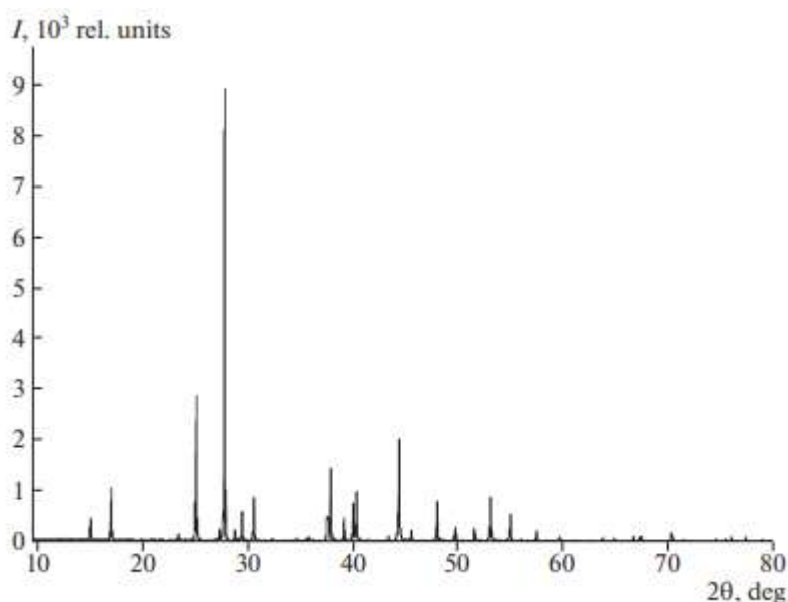


Fig. 1. Diffraction pattern of Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ crystal.

4. DETERMINATION OF THE CRYSTAL STRUCTURE OF THE Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ PHASE

The crystal structure of the Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ phase was determined based on the full-profile analysis of the diffraction reflections fixed in the X-ray diffraction powder pattern presented in Fig. 1. The structure was solved in the isotropic approximation of atomic displacements using the TOPAS software packet. The main crystallographic data are listed in Tables 1–3. A model of the crystal structure (Akhmedova, S.I., 2016) is shown in Fig. 2.

Table 1. Crystallographic data, experimental details, and results of refinement of the Ga_{0.5}In_{1.5}Se₃ structure

$V, \text{Å}^3$	824.4332(4)
$a, c, \text{Å}$	7.051, 19.148
Number of atoms per cell	30.0
$D_x, \text{g/cm}^3$	5.379(20)
Absorption coefficient, cm^{-1}	628.4(26)
Radiation, $\lambda, \text{Å}$	$\text{CuK}\alpha, 1.5406$
Calculation method	Full-profile analysis
Number of parameters	22
$R_{\text{Bragg}}, \%$	2.564
Scale	$1 \text{ e} - 0.05$
Preferred orientation	(1 : 001)

Table 2. Coordinates of basis atoms in the $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ structure

Atom	x/a	y/b	z/c	B_j	Site occupancy	Coordination number
In	-0.0116(4)	0.3133(4)	0.0	1.46(4)	In	4 or 5
Ga	0.3160(3)	-0.141(4)	0.0278(6)	0.94(5)	50%In+50%Ga	4
Se ₁	-0.0480(4)	-0.315(3)	-0.0059(13)	0.53(5)	Se	3
Se ₂	0.0248(4)	0.3706(4)	0.1475(7)	2.56(5)	Se	3
Se ₃	0.0550(3)	-0.3133(5)	0.3454(3)	1.81(6)	Se	3

Table 3. Interatomic distances in the $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ structure

In-Se ₃	2.568(4)	Ga-Se ₃	2.402(4)
-Se ₂	2.615(4)	-Se ₁	2.462(3)
-Se ₁	2.759(4)	-Se ₂	2.534(4)
-Se ₂	2.846(1)	-Se ₁	2.564(3)
-Se ₃	2.977(7)		

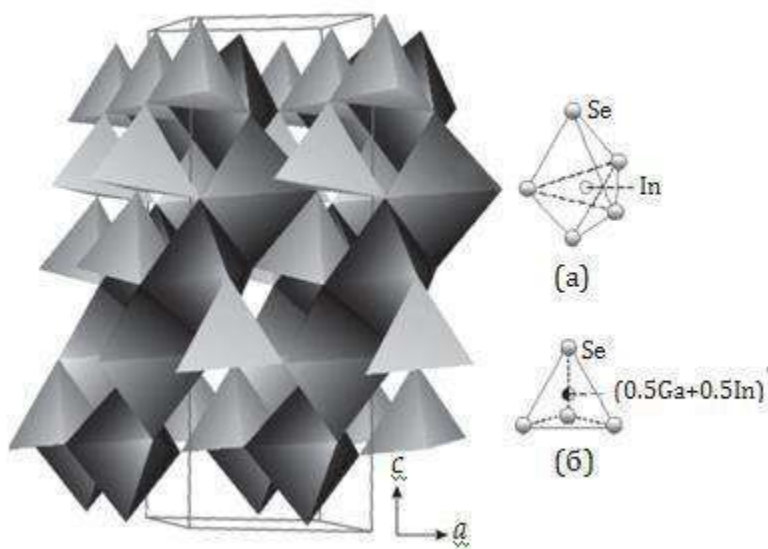


Fig. 2. Model of the $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ crystal structure: (a) six indium atoms in trigonal bipyramids and (b) $(3\text{Ga} + 3\text{In})$ atoms in tetrahedra.

On the basis of the data obtained, it was found that the structure is a closest hexagonal packing of Se atoms. Tetrahedral voids are filled with $(3\text{Ga} + 3\text{In})$ atoms. M–Se interatomic distances are on average 2.443 Å. Taking into account the length of interatomic distances, we concluded that chemical bonding in tetrahedra is basically covalent and partially ionic admixture.

Most In atoms in the structure have a coordination number of 5, being located in trigonal bipyramids. This arrangement looks somewhat unusual, because indium atoms in different structures fill generally tetrahedral and octahedral voids with coordination numbers of 4 and 6. Nevertheless, atoms with a coordination number of 5 also exist in reality. For example, aluminum atoms in the GaAlS_3 structure and indium atoms in the GaInS_3 and GaInSe_3 structures (Schulte-Kellinghaus, M., 1979; Guseinov, G. G., 1987; Kyazimov, M. G., 2002) were found to have a coordination number of 5. The interatomic distances between indium and selenium atoms in trigonal bipyramids are as follows: 2.647 Å (on average) between indium atoms and three selenium atoms located in approximately the same plane and 2.911 Å (on average) between the two Se atoms occupying bipyramid vertices. The chemical bonding has an ionic–covalent character.

5. TERMOELECTRICAL PROPERTIES

The electrical conductivity (σ) of a $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ crystal and the thermo-electromotive force (thermo-emf) (S) was studied in the temperature range $T = 300\text{--}450\text{K}$. The measurements were carried out in circuit of a stationary electric current. During the measurements were used TEC-41_x model of current source, devices model of B5-49, B7-21A, ammeter model of US4313, P33 Resistance Standard Box Resistors and the teraohmmeter E6-13A. Geometric dimensions of the sample was in the form of parallelepiped, which is $(4 \times 5 \times 12.4) \text{ mm}^3$. In the example, the In (indium) alloy was used to create a ohmic contact. The value of the electric current was $I = (2\text{--}2.2) \times 10^{-7} \text{ A}$, and the temperature difference between the probes was $\Delta T = (6\text{--}8)$. Resistance of the sample was determined by teraohmmeter E6-13A. Experimental error was not more than 2.1%.

The electrical conductivity of the sample was calculated by the formula (Burkov, A.T., 2015) $\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \frac{S}{L}$, $(\text{Om} \cdot \text{sm})^{-1}$. Here, ρ – specific resistance, R - electrical resistance, L – distance between probes, S - cross section of the sample. The value of thermo-emf (S) was calculated

using the expression, $S = \frac{\Delta U}{\Delta T} \cdot \gamma \cdot \left(\frac{V}{K}\right)$, where ΔU – the potential between probes, ΔT – the temperature gradient between probes, γ – indicates the sensitivity of thermocouples at the given temperature.

$\sigma(T)$ and $S(T)$ dependencies were given and analyzed based on the obtained experimental results. The temperature dependence of electrical conductivity (σ) and thermo-emf (S) are shown in Figure 3. As can be seen from the temperature dependence of the σ , the electrical conductivity of the $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ crystal increases proportionally and intensively depending on the T in the temperature range of 300-450K. The change of the dependence $\sigma(T)$ can be divided into two parts. In the first part, the value of σ changes in according to the law $\sigma \sim T^{0.28}$ in the temperature range of 300-350K. But in the second part, it changes according to the law $\sigma \sim T^{0.31}$ in the temperature range of 350–450 K. The activation energy of the charge carriers were calculated based on the $\sigma(T)$ dependence in logarithmic scale and it was determined that $\Delta\varepsilon = 0.92\text{eV}$ at $T < 350\text{K}$ and $\Delta\varepsilon = 0.85\text{ eV}$ at $T > 350\text{K}$. In other words, the activation energy partially decreases with increasing the temperature and, the electrical conductivity increases by $(\sigma_{450}/\sigma_{300})=2.4$ times relatively to the room temperature. As seen from the temperature dependence of thermo-emf, the value of the S does not change much at $T \leq 350\text{K}$ temperature and equal to approximately $620\ \mu\text{V/K}$, which is within the experimental error. With a subsequent increase of the temperature up to $T \geq 360\text{ K}$, monotonic decrease is observed in thermo-emf, and this decrease changes according to the law $S \sim T^{-3.4}$. An analysis of the experimental results shows that the energy band structure of the studied $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ crystal is complex and predominates the piezoelectric scattering of acoustic phonons of electric carriers and intensifies with increasing of temperature.

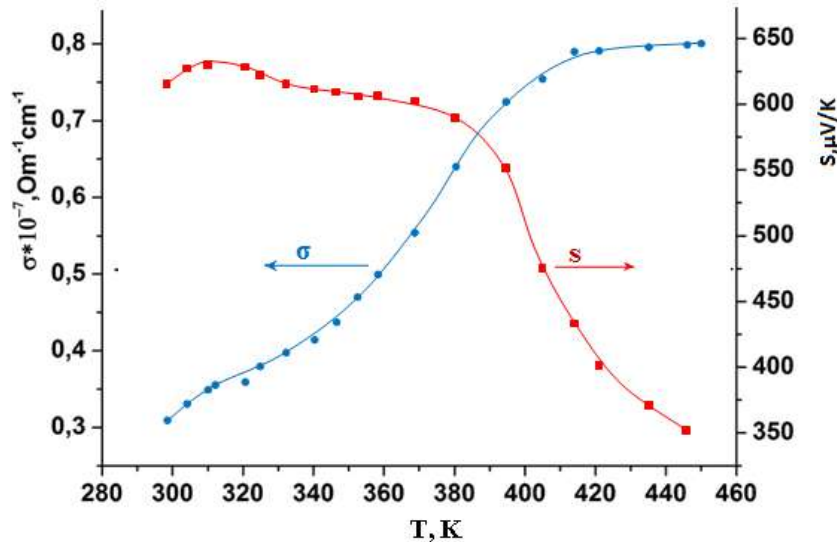


Fig. 3. The temperature dependences of electrical conductivity (σ) and thermo-emf (S) of $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ crystal.

6. CONCLUSIONS

We synthesized $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ solid solution and determined the parameters of its hexagonal lattice: $a = 7.051\ \text{\AA}$, $c = 19.148\ \text{\AA}$, sp. gr. P61, $Z = 6$. The crystal structure of $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{1.5}\text{Se}_3$ was determined and the In atoms in its lattice were found to be of two types: some In atoms are located in triangular bipyramids (coordination number 5), while the other In atoms and Ga atoms (in dissolved state) occupy tetrahedral voids (coordination number 4).

Based on the analysis of the activation energy of the carriers it can be assumed that the presented sample is partially compensated crystal of p-type.

REFERENCES

1. Papovic, S., Celuctka B., and Ruzic Z.(1977), “X-ray diffraction study and semiconducting properties of the system $Ga_2Se_3-In_2Se_3$ ”, Phys. Status Solidi A 41, 255-262
2. Tonejc, A., Popovic S.,and Grzeta-Plenkovic B. (1980), “Phases, lattice parameters and thermal expansion of $(Ga_xIn_{1-x})_2Se_3$, $1 \geq x \geq 0$, between room temperature and melting point”, J. Appl. Crystallogr. 13, 24-30
3. Schiraldi A., Mitra V., and Pezzati E. (1980), “Phase Diagram of the Solid State System $Ga_2Se_3-In_2Se_3$ ”, Zeitschrift für Physikalische Chemie Neue Folge. 123. 2. 193-198.
4. Strok, O.M., Olekseyuk, I.D., Zmiy, O.F., Ivashchenko, I.A., Gulay, L.D. (2013), ”The Quasi-Ternary System $Cu_2Se-Ga_2Se_3-GeSe_2$ ” J. Phase Equilib. Diffus. 34 (2). 94–103.
5. Guseinov, G. G., Amiraslanov, I. R., Mamedov, Kh. S., and Guliev, A. S. (1988), “Crystal structure of three-packet polytype of $GaInS_3$ (III)” Kristallografiya. 33 (3). 767.
6. Amiraslanov, I. R., Guseinov, G. G., Guliev, A. S., and Mamedov, Kh. S., (1987) ” Rhombic the crystal structure $GaInS_3$ ” Kristallografiya. 32 (1). 243-247.
7. Bashkirov, S.A., Kondrotas, F., Gremenok, R.,Juskenas, R.L., Tyukhov,I.I. (2016), “ $Cu_2ZnSn(S, Se)$ thin films for application in third generation solar cells”International Scientific Journal. 15(16). 203-206.
8. Khemiri, N.,Kanzari, M., (2009),” Synthesis, elaboration and characterization of the new material $CuIn_3S_5$ thin films”J.Mater. Sci 44. 4743-4749.
9. Rincon, C., Wasim, S.M., Marin, G. and Sanchez Perez, G.(2003), ”Optical absorption spectra near the fundamental band edge in $Cu_2In_4Se_7$ bulk crystals”Applied Physics. 93. 8939.
10. Akhmedova, S.I., Asadov, Yu.G., and Guseinov, G.G.(2016), “Crystal structure of $Ga_{0.5}In_{1.5}Se_3$ solid solution” Crystallography Reports. 61 (1). 35-38.
11. Schulte-Kellinghaus, M. and Krämer, V. (1979). “Structure of Alminium Indium Trisulphide” Acta Crystallogr. 35 (12). 3016-3017.
12. Guseinov, G. G., Amiraslanov, I. R., and Guliev, A. S. (1987), “ The crystal structure $GaInS_3$ and $GaInSe_3$ ” Neorg. Mater. 23 (5). 854-856.
13. Kyazimov, M. G., Guseinov, G. G. Mehdiyev G.S. Isaeva E.A. (2002), “The crystal structure of $Cu_{0.33...n}Ga_xIn_{1.67-x}S_x$ ($n=1; 1,5; 3; x=0,5; 0,7; 0,833$) and influence of excess cations on them” Transactions of Azerb. Nation. Akademy of Sciences. XXIII (2).78-83.
14. .Burkov, A.T., Fedetov, A.I., Kasyanov, A.A., Pantelev, R.I., Nakama, T. (2015), “Methods and technique for thermopower and electrical conductivity measurements of thermoelectric materials at high temperatures” Scientific and Technical Journal of Information Technolgyics, Mechanics and optics. 15 (2), 173-195

$Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ SİSTEMİNİN KİNETİK VƏ MAQNİT XASSƏLƏRİ
THE KINETIC AND MAGNETIC PROPERTIES OF $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ SYSTEM

Prof. Dr. Edil EYVAZOV
Dr. Öğr. Üyesi Sultanəli QURBANOV
Dr. Öğr. Üyesi Vidadi HÜSEYNOV
 Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

ÖZET

Hazırki işdə ilk dəfə olaraq kristallokimyəvi təhlil nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, xrom halkoşpinellərində oktaedrik 3d-4f kation əvəzləməsi aparmaqla yeni maqnit materialları almaq olar. Deyilənlərə əsaslanaraq bərk fazada sintez üsulu ilə $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ ($0.0 \leq x \leq 0.6$) sistemi alınmış, onun bir sıra fiziki xassələri tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, $x = 0.2$ -də konsentrasiya maqnit faza keçidi baş verir. $x = 0.0$ və 0.2 tərkibləri ferromaqnit -, $x = 0.4; 0.6$; tərkibləri isə ferrimaqnit nizamlı maqnetikdirlər. Qadoliniumun konsentrasiyasının artması ilə Kuri temperaturu ciddi azalır ($x = 0.0$ və 0.6 üçün, uyğun olaraq, $T_c = 417K$ və $T_c = 240K$ -dir).

Paramaqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının molekulyar sahə yaxınlaşması çərçivəsində təhlil göstərir ki, $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ -ün ferrimaqnit tərkiblərində altqəfəslər daxili ($I_{AA}; I_{BB}$) və altqəfəslər arası (I_{AB}) mübadilə inteqralları eyni tərtiblidirlər, yəni ferrimaqnit tərkiblərdə maqnit momentlərinin nizamlılığı qeyri - kollineardır.

Müəyyən olunmuşdur ki, $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ – də konsentrasiya maqnit faza keçidinin baş verməsi və T_c – nin azalması sərbəst elektronlar və anionlar vasitəsilə həyata keçən ifrat mübadilələrin birgə təsiri nəticəsində reallaşır.

Elektrik keçiriciliyinin geniş temperatur intervalında tədqiqi və təhlili göstərir ki, tədqiq olunan bütün tərkiblər maqnitnizamlı oblastda cırlaşmış yarımkeçiricilərdir. Tərkibdə qadoliniumun konsentrasiyasının artması ilə cırlaşma dərəcəsi azalır. Paramaqnit oblastda keçiricilik yarımkeçirici xarakterlidir. Ferrimaqnit-paramaqnit maqnit faza keçidi zamanı müşahidə olunan metal-yarımkeçirici keçidi enerji zona və səviyyələrin spin cırlaşmasının enerji spektrinə təsiri ilə izah olunur.

Anahtar Kelimələr: maqnit materialı kation əvəzləməsi, mübadilə qarşılıqlı təsiri, maqnit faza keçidi.

ABSTRACT

In the for the first time it was determined by the results of crystallochemical analysis that it is possible obtain new magnet materials by octahedral 3d-4f cation substitutions in chrome chalcosplines. Basing to it in solid phase $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ ($0.0 \leq x \leq 0.6$) system has been obtained by synthesis method, its electric, and magnetic properties have been investigated. It was defined that at $x = 0.2$ concentration magnetic phase transition took place. The compositions of $x = 0.0$ and 0.2 ; ferromagnet -, but the compositions of $x = 0.4; 0.6$; are ferrimagnet order magnetics. When the concentration of gadolinium increases, the Kuri temperature decreases (for $x = 0.0$ and 0.6 , $T_c = 417K$ and $T_c = 240K$).

The investigation of temperature dependence of paramagnet susceptibility in molecular field approach shows that the internal low cells ($I_{AA}; I_{BB}$) and low cells (I_{AB}) the exchange integrals are same order and in ferrimagnet compositions $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ magnet moments are non-collinear. It was determined that the concentration magnetic phase transition in $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ substitution and the decrease of T_c were realized by the joint influence of the extreme exchanges, out by free electrons and anions.

The investigation and analysis of electric conductance large temperature interval show that the investigated compositions are degenerated semiconductors in magnet order region. When the concentration of gadolinium increases in the composition, the degeneration degree decreases. In paramagnet region the conductance is of semiconductor character. During the ferrimagnet-paramagnet magnetic phase transition the observed metal-semiconductor transition is explained by the influence of energy zone and levels to the energy spectra of spin degeneration.

Keywords: magnetic material cation substitution, exchanges interaction, magnetic phase transition.

Ümumi yanaşma

İlk dəfə olaraq kristallokimyəvi təhlil nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, xrom halkoşpinellərində oktaedrik 3d-4f kation əvəzləməsi aparmaqla yeni maqnit materialları almaq olar[1]. Bu zaman zona quruluş modelinə və oktaedrik ionların maqnit və kinetik xassələrin əmələ gəlməsində oynadığı rola xüsusi diqqət etmək lazımdır. Deyilənlərə əsaslanaraq tərəfimizdən bərk fazada sintez üsulu ilə $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ ($0.0 \leq x \leq 0.6$) sistemi alınmış, spektrometriya, rentgenequruluş və fiziki-kimyəvi analiz metodları ilə nümunənin bütün tərkiblərinin biricins və eyni fazaya malik olması, həmçinin şpinel struktura əsasında formalaşması təsdiq olunmuşdur[2]. Faradey metodu ilə maqnit qavrayıcılığının tədqiqi[3]. göstərdi ki, qavrayıcılığın temperatur asılılığı Neel hiperbolu ilə verilir.

Qavrayıcılığın temperatur asılılığından Neel parametrləri (χ_0^{-1} , θ , σ) və onların köməyi ilə molekulyar sahə nəzəriyyəsiəndən ferrimaqnitlər üçün doğru olan ifadələr vasitəsi ilə molekulyar sabitlər (n , α və β) [1] qiymətləndirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, $x=0,2$ -də konsentrasiya maqnit faza keçidi baş verir. $x=0,0$ və $x=0,2$ tərkibləri ferromaqnit, $x=0,4$; $0,6$; $1,0$ tərkibləri isə ferrimaqnit nizamlı maqnetikdirlər. Küri temperaturu zəif maqnit sahəsində ($8 \cdot 10^3$ A/m) induksiya metodu ilə təyin olunarkən qadaliniumun konsentrasiyasının artması ilə Küri temperaturunun ciddi azalması müşahidə olunur ($x=0,0$ və $1,0$ üçün uyğun olaraq $T_c=417$ K və $T_c=240$ K-dir). Maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı $T=200$ K ÷ 800 K intervalında Faradey metodu ilə tədqiq olunmuşdur[4].

Paramaqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının molekulyar sahə yaxınlaşması çərçivəsində təhlili göstərir ki, $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ -ün ferrimaqnit tərkiblərində ($x \geq 0,4$) altqəfəslər daxili (J_{AA} ; J_{BB}) və altqəfəslər arası (J_{AB}) mübadilə inteqralları eyni tərtiblidirlər, yəni ferrimaqnit tərkiblərdə maqnit momentlərinin nizamlılığı qeyri-kollineardır[5].

Yüksək temperatur oblastında ($T > 450$ K) bütün tərkiblər üçün Küri-Beyss qanununun tətbiq edərək $P_{\text{eff}} \approx \sqrt{2,84C}$ (C-Küri sabitidir) ifadəsinin köməyi ilə effektiv maqnit momenti hesablanmışdır.

Müəyyən olunmuşdur ki. $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ əvəzləməsində konsentrasiya maqnit faza keçidinin baş verməsi və T_c –nin azalması sərbəst elektronların və anionlar vasitəsi ilə həyata keçən ifrat mübadilələrin birgə təsiri nəticəsində reallaşır[6].

$Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ sistemində $x=0; 0,2; 0,4; 0,6$; və $1,0$ tərkiblərinin geniş temperatur intervalında elektrikkeçiriciliyi, termo e.h.q.-si və istilikkeçirməsi tədqiq olunmuşdur. Bütün seçilmiş tərkiblərin p-tip yarımkəçirici olduğu və termo e.h.q.-nin temperatur asılılığının bütün tərkiblər üçün oxşarlığı müəyyən olunmuşdur.

Bütün tədqiq olunan temperatur oblastında ($140K \leq 650K$) $x=0,0$ və $0,2$ tərkiblərinin elektrikkeçiriciliyi metallik xarakter daşıyır. Küri temperaturunun yaxınlığında ($T \approx T_c$) elektrikkeçiriciliyi kəskin azalır. Ferrimaqnit tərkiblər $x > 0,2$ maqnit düzlüzlü oblasta metallik. paramaqnit oblasta isə yarımkəçirici keçiriciliyinə malik olur.

Elektrikkeçiriciliyin və termo.e.h.q –nin geniş temperatur intervalında tədqiqi və təhlili göstərir ki, tədqiq olunan bütün tərkiblər maqnitnizamlı oblastda ($T < T_c$) cırlaşmış yarımkəçiricilərdir. Tərkibdə qadolimumun konsentrasiyasının artması ilə cırlaşma dərəcəsi azalır. Paramaqnit oblastda ($T > T_c$) isə keçiricilik yarımkəçirici materiallara uyğun xarakterdə dəyişir. Ferrimaqnit-paramaqnit maqnit faza keçidi zamanı müşahidə olunan metal-yarımkəçirici keçidi enerji zona və səviyyələrinin spin cırlaşmasının enerji xarakterinə təsiri ilə izah olunur[6].

Elektikkeçiriciliyinin $f=(0,35 \div 6) \cdot 10^6$ Hs tezlik intervalında $T=450K$ və $560K$ temperaturlarda tezlikdən asılılığının tədqiqi zamanı $x=0,4$ və $0,6$ tərkibləri üçün keçiriciliyin tezlikdə asılı olmaması müəyyən olunmuşdur.

$Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ sistemində $x= 0.0$ və 0.6 nümunələri üçün $T=200K \div 600K$ temperatur intervalında stasionar metod ilə istilikkeçirmə tədqiq olunmuşdur. Aşağı temperatur oblastında ($T < T_c$) hər iki nümunədə temperatur artdıqca ümumi istilikkeçirmənin zəif azalması, $T > T_c$ oblastında isə zəif artım müşahidə edilmişdir[7].

Ədəbiyyat

1. E .Ə.Eyvazov, Safarov A.F, Mamedov S.M, S.Ş.Qurbanov, Aliyev Ş.K. Prinçipi poluçeniya novix maqnitnix materiallov na osnove şpineley $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ Tezisi dokladov respub. simpozium po fiziçeskim svoystvam maqnitnix polupr-ov i rodstvennix im soidineniy. Baku, 1992, c.11
- 2.E .Ə.Eyvazov,Safarov A.F, QurbanovS.Ş.QambarovD.M Sintez i issledovanie sistemi $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ tezisi dokladov Vsesayuznoy konferensii po fizike i ximii redkozemelnix p/p. Saratov,1990,s50
- 3.Y.M.Abbasov, E .Ə.Eyvazov, S.Ş.Qurbanov, V.İ. Hüseynov Maqnitnaya vosprimçivost $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ Aktualnie problemi fiziki. Respublikanskaya konferençiya. Baku, 2001, s.73
- 4.Ə.Eyvazov, Y.M.Abbasov, A.F.Safarov S.Ş.Qurbanov. Paramaqnitnaya vosprimçivost sistemi $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$. İzv.A.N.SSSR. Neorq. Mat. 1992 t.28 № 7 s. 1565-1569.
- 5.E .Ə.Eyvazov, S.M.Ataşiev, S.M.Qurbanov,V.İ.Quseynov Effektivnie obmennie vzaimodeystviya v sisteme $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$. Aktualnie problemi fiziki Respubliknskaya konferençiya. Baku, 2004, s.38
- 6.Y.M.Abbasov, S.Ş.Qurbanov, E .Ə.Eyvazov, U.S.Paşabəyova. Konçentraçionniy maqnitniy fazoviy perexod v $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ İzv.AQPU ser.Estestv.Nauk № 2, Baku. 2005. S.45-50

7.Е .Ə.Eyvazov, A.F. Safarov , S.Ş.Qurbanov, Y.M.Abbasov, Теплопроводность системы $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$. Тезиси докладов теплофизической конференции SNQ. Махаçкала, 1992, с.219.

Ədəbiyyat

1. Эйвазов Э.А., Сафаров.А.Ф., Мамедов С.М., С.Ш. Гурбанов, Алиев Ш.К. Принципы получения новых магнитных материалов на основе шпинелей. Тезисы докладов респуб.симпозиума по физическим свойствам магнитных полупр-ов и родственных им соединений. Баку, 1992, с.11.
- 2.Эйвазов Э.А., Сафаров.А.Ф., Гурбанов.С.Ш., ГамбаровД.М.Синтез и исследование системы $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по физике и химии редкоземельных п/п. Саратов, 1990. С.50.
3. Аббасов Я.М., Эйвазов Э.А., Гурбанов.С.Ш., Гусейнов В.,И.Магнитная восприимчивость $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$. Актуальные проблемы физики. Республика конференция. Баку, 2001, с.73
4. Эйвазов Э.А., Аббасов Я.М., Сафаров.А.Ф., Гурбанов.С.Ш. Парамагнитная восприимчивость системы $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$. Изв.АН. СССР. Неорг. Мат. 1992т.28№7с. 1565-1569..
5. Эйвазов Э.А., Атакишиев С.М., Гурбанов С.Ш., Гусейнов В., И. Эффективные обменные взаимодействия в системе $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$. Актуальные проблемы физики Республиканская конференция. Баку, 2004. С.38.
6. Аббасов Я.М., Гурбанов.С.Ш., Эйвазов Э.А., Пашабеков У.С. Концентрационный магнитный фазовый переход в $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ Изв. АГПУ сер. Естествов. Наук №2, Баку. 2005.с. 45-50.
7. Эйвазов Э.А., Сафаров.А.Ф., Гурбанов С.Ш., Аббасов Я.М. Теплопроводность системы $Cu[Cr_{2-x}Gd_x]S_4$ Тезисы докладов теплофизической конференций СНГ. Махачгала, 1992, с.219.

SWAT MODELİ VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI
SWAT MODEL AND ITS APPLICATIONS IN TURKEY

Dr. Nermin ŞARLAK
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

ÖZET

Su kaynakları yönetiminde geçmişte arz-talep dengesi sağlanmaya çalışılıyordu. Günümüzde ise miktar ve kalite beraber ele alınarak su kaynakları yönetim stratejileri geliştirilme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşım alansal boyutta kaynaktan başlayarak bir bütünlük içerisinde su miktarı, suyun toprak ve hava ile ilişkileri, noktasal veya yayılı kirletici kaynakların belirlenmesi gibi unsurların bir arada düşünülerek yönetilmesini gerekli kılmaktadır. Toprak ve Su Değerlendirme Aracı (SWAT) bu amaca hizmet eden bir modeldir. Havza ölçeğinde farklı çevre şartlarında hidrolojik ve çevresel değerlendirme gibi çok geniş bir alanda dünya çapında etkili bir araç olmaya başlamıştır. Model iklim ve/veya arazi kullanımı değişim senaryoları, sulama stratejilerinin iyileştirilmesi, alternatif en iyi yönetim pratiklerinin etkisi, nitrat taşınımında drenajın etkisi, sediment, besin ve/veya pestisit kirletici taşınımı gibi farklı tipteki analizlerin gerçekleştirilmesine imkân vermektedir. Türkiye'de SWAT modeli ile ilgili yirmi-dört çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan sadece bir tanesi Hollanda'daki şirket çalışanları tarafından hazırlanan rapor olmasına karşın, diğerleri akademik çalışmalardır. Çalışmaların %29'u tez olarak, %67'si makale ve konferans bildirisi olarak yayınlanmıştır. Çalışmalardan bazılarının amacı, belirli bir havza ölçeğinde SWAT model performansının değerlendirmesi ile sınırlı kalmıştır. Ancak iklim değişimi senaryoları ve farklı arazi kullanım durumunun havza davranışı üzerindeki etkisini değerlendirme üzerine de çalışmalar mevcuttur. Veri toplama ve hazırlamada karşılaşılan zorluklar nedeni ile modeller ülkemiz için belirlenen yirmi-beş akarsu havzasının alt havzalarına uygulandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, SWAT modeli hakkında bilgi vermeyi ve literatürde yer almış ülkemiz havzalarına uygulanan çalışmaları ortaya koymayı hedeflemiştir.

Anahtar Kelimeler: SWAT, Su kaynakları yönetimi, Türkiye

ABSTRACT

The supply-demand balance was tried to be achieved in the water resources management in the past. Nowadays, it is necessary to develop management strategies of water resources by considering the quantity and quality together. This approach makes the necessary to manage by considering together the factors such as the amount of water, the relations of the water with the soil-air and the determination of point or diffuse pollutant sources in an integrity starting from the spring in spatial dimension. The Soil and Water Assessment Tool (SWAT) is a model to serve this purpose. It has started to be an effective tool worldwide in a wide area such as hydrological and environmental assessment in different environmental conditions in the basin scale. The model allows making different types of analysis such as climate and/or land use change scenarios, improving irrigation strategies, the impact of alternative best management practices, the effect of drainage in nitrate transport, sediment, nutrient and/or pesticide contaminant transport. It was come across twenty-four studies related to SWAT model in Turkey. Although only one of these studies is a report prepared by company employees in the Netherlands, others are academic studies. 29% of those studies were published as a thesis versus 67% were published as journal and conference papers. The purpose some of the studies was limited to the evaluation of SWAT model performance at a certain basin scale. However, there are also some studies on evaluating the effect of climate change scenarios and different land use conditions on the basin behavior. It was concluded that the models were applied to the sub-basins of twenty-five river basins due to difficulties in data collection and preparation. This

study aimed to give information about the SWAT model and to display the studies applied to the basins of our country published in the literature.

Keywords: SWAT, Water resources management, Turkey

1. GİRİŞ

Rasyonel ve sürdürülebilir su kaynakları yönetiminden kasıt şimdi ve gelecekte yeterli kalite ve miktarda su sağlamayı garanti altına alabilmektir. Canlının en temel hakkı olan tatlı su doğada sınırlı olmasına karşın; günümüzde nüfus artışı, zirai faaliyetlerin ve endüstrinin artması ile birlikte suya talep artarken su kalitesi açısından problemler oluşmaya başlamıştır. Geçmişte su kaynakları problemlerini oluşturan değişkenler belirli bir noktada zamansal olarak incelenirken, bilgisayarların yazılım ve donanım olarak güçlenmesi ile birlikte alansal değişkenlikleri de dikkate almak mümkün hale gelmiştir. Bu şekilde havza içerisinde yapılan müdahalelerin oluşturacağı olumlu ve olumsuz etkilerin hem alansal hem de zamansal incelemesi yapılarak su kaynakları için bütüncül yönetim stratejileri belirlenebilmektedir. Son yıllarda bütüncül yönetim stratejileri türetmede gerekli olan arazi kullanımındaki değişikliklerin etkileri, mekânsal değişkenliğe sahip girdi-çıkıtı etkileri, besin- pestisit kirlenici-sediment hareketleri ve ölçüm istasyonu bulunmayan havzalardaki hidrolojik tepkilerin tahmini için coğrafik bilgi sistemli (CBS) tabanlı modeller geliştirilmektedir. Söz konusu modeller CBS'in büyük hacimli coğrafi verileri; toplama, depolama, işleme, mekânsal analiz, sorgulama ve görsel olarak sunabilme özelliklerinden faydalanmışlardır. Nitelik ve nicelik olarak su problemlerinin çözümüne yönelik pratik araçlar ortaya koyup geliştirilen karar destek araçlarının oluşturulmasına imkân veren CBS tabanlı modellerden biri Toprak ve Su Değerlendirme Aracıdır (SWAT). İnternette ücretsiz indirilebilmesi, akademik camia tarafından sürekli geliştirilmesi ve düzeltilmesi, havza ölçeğinde farklı çevre şartlarında hidrolojik, ekolojik ve tarımsal alanları değerlendirme gibi çok geniş alanda kullanılabilmesi modelin dünya çapında etkili bir araç olmasını sağlamıştır. SWAT ile iklim, arazi kullanım, toprak işleme, toprak erozyonu, sulama vb. değişiklikleri dikkate alan çeşitli senaryolar oluşturulup havzanın verilen kararlara tepkisi irdelenebilmekte ve sonuçlar görüntülenerek karar verici kurum veya kişilere sunulabilmektedir. Modelin ilk sürümünün geliştirilmesindeki amaç, ölçüm istasyonu bulunmayan havzalardaki yönetim stratejilerinin su, sediment ve zirai kimyasal kirlilik miktarına etkisinin tahmin edilmesi olduğundan kalibrasyona gerek duyulmamıştır (Arnold ve ark., 1998). Yıllar içinde geliştirilen modelde kalibrasyon ve doğrulama yapılabilmesi olanağı da sağlanmıştır.

Bu çalışmada son yıllarda Türkiye'de de ilgi gören modelin uygulamalarından bahsedilecektir. Yaklaşık 280 bin km²'si tarım arazisi olmak üzere 784 bin km²'nin üzerindeki Türkiye'nin coğrafik alanı pek çok çevresel ve iklimsel durumu barındırmaktadır. Ülkede yağış dağılışı alansal olduğu kadar zamansal olarak ve yağışı akışa çevirmede transfer sistem olarak kullanılan havzalar da jeomorfolojik (alan, şekil veya eğim) ve hidrolojik (bitki örtüsü, toprak durumu veya süzülme kapasitesi) olarak farklılık göstermektedirler. Söz konusu değişkenlikleri barındıran yirmi-beş havzaya ayrılan ülkemizde rasyonel ve sürdürülebilir bütüncül yönetim stratejileri geliştirilmesine yardımcı olmak amacıyla 2004-2019 yılları arasında SWAT ile yapılan çalışmalar ulusal/uluslararası dergi makalesi, konferans bildirisi ve tez olarak yayımlanmıştır. Bu çalışmada tez olarak yapılan çalışmalardan üretilen makale ve bildiriler yüzdeler belirlenirken ayrı çalışma olarak ele alınmıştır. Çalışmaların büyük çoğunluğunun Türkiye'nin güneyindeki Seyhan Havzasında gerçekleştirildiği tespit edilmiştir.

2. TOPRAK VE SU DEĞERLENDİRME ARACI (SWAT)

SWAT CBS tabanlı havza ölçeğinde hidrolojik ve su kalitesi süreçlerini modellemek üzere kullanılan bir modeldir. Uzun dönemli projeksiyon yapabilme yeteneğine de sahiptir. Arnold ve ark., (1998) hidrolojik modelin geliştirilmesinde su dengesi denklemini kullanmışlardır. Bitki büyümesi, sediment, besin, pestisit, patojen hareketini etkileyen itici gücün de su dengesi

olduğunu belirtmişlerdir. Model dijital ortamda havzaları fiziksel olarak tanımlayabilmek için pek çok veriye ihtiyaç duymaktadır. Bu veriler: topoğrafya (sayısal yükseklik haritası), iklim (günlük ölçülmüş veya aylık istatistiksel hava verisi), hem toprak hem de arazi kullanımını (harita ve fiziksel parametreler). Verilerin eksiksiz, uzun dönemli ve sağlıklı bir şekilde ölçülmüş olması önem arz etmektedir. Aksi takdirde, veriden kaynaklı belirsizlikler model sonuçlarındaki belirsizliği artırmaktadır. Fiziksel model sonuçlarındaki belirsizliği artıran bir diğer etmen de hidrolojik modellerin iklim, topoğrafya, bitki örtüsü, arazi kullanımı, toprak ve jeoloji gibi hidrolojik tepki davranışlarını etkileyen faktörlerdeki heterojenliğin göz ardı edilmesidir. Nehir ana kolunun drenaj alanına göre belirlenmiş havzalar yan kolların drenaj alanlarına göre alt havzalara ayrılrsa da alt havzaların tüm yönlerden homojen olması beklenemez. Arnold ve ark., (1998) bu sorunu homojen hidrolojik tepki birimleri (HTB) belirleyerek çözmeye çalışmışlardır. Arazi kullanımı, yönetimi, topoğrafya ve toprak karakteristiğinin homojenliğine göre belirlenen HTB mekânsal olarak değil alt havzaların yüzdeleri şeklinde tanımlanmaktadır.

Dijital havza oluşturulduktan sonra model için gerekli günlük yağış, maksimum hava sıcaklığı, güneş radyasyonu, rüzgâr hızı ve bağıl nem gibi su dengesini kontrol eden gözlenmiş iklim değişkenleri direk olarak yüklenen girdi dosyalarından okunabilmektedir. Gözlenmiş aylık istatistiksel iklim verilerinin mevcut olduğu durumlarda model, olasılık dağılım fonksiyonları yardımıyla çalışma zamanı için günlük veri türetilmesine imkân vermektedir. Yağış verisinin kar olup olmama durumu ortalama günlük sıcaklığa göre belirlenebilmektedir. Buharlaşmayı dolayısı ile su hareketini ve toprağa suyun süzülme miktarını etkileyen toprak sıcaklığı da modelden tahmin edilebilmektedir. Modelde toprak yüzey sıcaklığı günlük maksimum ve minimum hava sıcaklığı, kar ve bitki değişkenlerinden belirlenebilmektedir. Yağış-akış modeli olarak Amerika Toprak Koruma Servisi tarafından geliştirilen SCS yöntemi tercih edilmiş olup, Potansiyel evapotranspirasyon Hargreaves ve Samani, Priestly-Taylor ve Penman-Monteith denklemlerinden biri kullanılarak hesap edilebilmektedir. Penman-Monteith bu üç denklem arasında ölçülmüş veriye en yakın sonuçları vermesi bakımından tercih edilmesi gereken bir denklem olmasına rağmen, ölçülmüş verinin olmadığı bölgelerde diğer denklemlerin kullanılmasından başka seçenek bulunmamaktadır. Su dengesi ve belirlenmesi için gerekli olan değişkenler hakkındaki detaylı bilgiye Arnold ve ark., (1998) çalışmasından ulaşılabilir.

Modellerden elde edilen sonuçların iyi olduğu iddia edilse dahi, doğruluğu, aslında kullanılabilirliği tartışılmayan modellerden elde edilen sonuçlar ile karar verici mercileri ikna etmek zordur. Bu bakımdan SWAT, kurulan modellerin kalibrasyonlarının, doğrulamalarının ve belirsizlik analizlerinin yapılmasına imkân veren yapıda tasarlanmıştır. Model aslında fiziksel olayların basitleştirilmiş hali olduğundan, fiziksel olayları etkileyen her bir değişkenin dahil edilmesi tercih edilmez. Bu durum modelin kurulma sebebi olan problemin çözümünü zorlaştırır ve göz önüne alınan değişken sayısı arttıkça model karmaşık hale gelir. Fiziksel olayları etkileyen tüm değişkenleri dahil etmek istesek bile söz konusu değişkenlerin değerlerini ölçmek ve bunu sürekli yapmak nerdeyse imkansızdır. Bu gibi etmenler modelden elde edilen değerler ile ölçülmüş değerler arasında farklar oluşturmaktadır. Söz konusu farkların iki temel nedenden dolayı oluştuğu düşünülmektedir. İlki değişken ölçüm verilerindeki mevcut hatalardır. Bu hatalara cihazın arızalanması, kalibrasyonunun yapılmaması, ölçüm yerinin değiştirilmesi vb. etmenler neden olabilmektedir. İkincisi modelden kaynaklı hatalardır. Bu tip hatalar fiziksel olayı etkileyen ama modelde dikkate alınmayan değişkenlerin bulunması ile ilgilidir (Dingman, 2008). Fiziksel olayların modellenmesi ile elde edilen çıktı sonuçların ölçülmüş veriler ile bire bir aynı olması imkansızdır. Ancak, model performansları ölçülmüş verilerle kıyaslanarak hatalardan kaynaklı belirsizlikler ortaya konulmalı ve kabul edilebilir olup olmadıkları değerlendirilmelidir. SWAT ile modellemede bu işlem kalibrasyon ve doğrulama adımlarında yapılabilmektedir. Kalibrasyon modelin kurulmasında kullanılan değişkenleri daha iyi hale getirmek için verilen çabadır ve model çıktı tahminindeki belirsizlikleri azaltmak için kullanılmaktadır. Kalibrasyon

işlemi sırasında mevcut değişkenlerin ağırlıkları düzeltilmeye çalışıldığından, çözülmesi beklenen problemi etkileyen en önemli değişkenler modelde yer almaz ise kalibrasyon işleminden durumu düzeltmesi beklenmemelidir. Bu bakımdan problem çözümü için gerekli değişkenlere karar verilmesinde duyarlılık analizinin kullanılması önerilmektedir. Duyarlılık analizi kalibrasyonda kullanılacak değişkenlerin ve model çıktıları üzerindeki hassasiyetlerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Doğrulama adımı kalibrasyon adımı belirlenen değişkenler ile daha önce kullanılmamış veriler tahmin edilmektedir. Amaç, belirlenen model yapısının “yeterince doğru” tahmin üretebildiğini göstermektir. “Yeterince doğru” denilmesinin sebebi çalışma amacına göre kabul edilebilir hata oranlarının değişkenlik göstermesindedir. Değerlendirme işleminde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da kalibrasyon ve doğrulama adımları için ayrılan verilerin seçimidir. Her iki adımdaki veri setleri minimum, orta ve maksimum değerleri içerecek şekilde oluşturulmalıdır. Sadece minimum değerler kullanılarak kalibre edilen bir modelden doğrulama aşamasında maksimum değerlerin tahmin edilmesini beklemek yanlış olacaktır.

3. TÜRKİYE’DE SWAT UYGULAMALARI

Literatür araştırması sonucunda saptanan tez, makale, bildiri ve rapor olarak yayımlanmış yirmi-dört çalışmanın ilki 2004 yılında tez olarak yayımlanmıştır (Aydın, 2004). Ulaşılan çalışmaların %63 gibi büyük çoğunluğu İngilizce yazılmış, geri kalanı Türkçe yazılmıştır. Bu çalışmalardan sadece bir tanesi Hollanda’dan şirket çalışanları tarafından hazırlanan rapor olmasına karşın, diğerleri akademik çalışmalardır. Akademik çalışmaların %29’u tez olarak, %67’si makale ve konferans bildirisi olarak yayınlanmıştır. Makale ve konferans bildirilerinin %69’u uluslararası/ulusal dergilerde makale olarak ve %19’u konferans kitaplarında tam metin bildiri şeklinde yayımlanmıştır. Bildiri çalışmalarından iki tanesi özet olarak yayımlanmıştır. Çalışmaların büyük çoğunluğunda (%35) Seyhan havzası uygulama alanı olsa da (Akgül, 2015; Akgül ve Çetin, 2016; El-Sadek ve Irvem, 2014; Gölpınar ve ark., 2016; Gölpınar, 2017; Gölpınar ve ark., 2018; Irvem ve El-Sadek, 2018; Sarı ve Dönmez, 2018), farklı havzalar (Ankara, Garzan, Gediz, Güvenç, Filyos, Köyceğiz Dalyan, Melen, Mogan Gölü, Porsuk Çayı, Sarısu-Eylükler) için de çalışmalar mevcuttur (Akiner ve Akkoyunlu, 2012; Atalay ve ark., 2018; Aydın, 2004; Cüceloğlu ve ark., 2017; Droogers ve Loon, 2007; Duru, 2015; Ertürk ve ark., 2014; Güngör ve Göncü, 2013; Güzel, 2010; Karas, 2005; Özcan, 2016; Özcan ve ark., 2016, 2017a, 2017b; Özdemir ve Leloğlu, 2014; Özdemir ve Güngör, 2019). Hollandalı şirket çalışanlarının hazırladığı raporda, sulamanın önemli olduğu alanlardan sorumlu kişi ve kuruluşların kararlarını desteklemek için SWAT modelinin uygunluğunun gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Gediz havzası uygulama alanı olarak seçilmiştir (Droogers ve Loon, 2007).

En genel anlamda yapılan çalışmalar akış, sediment ve besin/pestisit miktarlarının belirlenmesi şeklinde üç sınıfa ayrılabilir. Çalışmaların %63’ü akış, %13’ü akış ve sediment yükü, %0,8’i akış ve besin tespiti üzerine olup, %17’si akış, sediment ve besin/kirlenici tahmin etme üzerinedir. Çalışmalardan bazılarının amacı, belirli bir havza ölçeğinde SWAT model performansının değerlendirmesi ile sınırlı kalmıştır. Ancak farklı arazi kullanım durumu ve iklim değişikliğinin havza davranışı üzerindeki etkisini değerlendirme üzerine de çalışmalar mevcuttur.

Çalışmaların %50’sinde SWAT modeli 1 000 km²’den küçük havzalara uygulanmıştır. %17’sinde ise 10 bin km²’den daha büyük havzalara uygulanmıştır. Uygulama yapılan en büyük havza alanı 20 164 km²’dir. Bu durum SWAT modelinin daha büyük havzalarda uygulanmasına ve su yönetim stratejilerinin geliştirilmesine ihtiyaç olduğunun bir işaretidir ki; modelin gelecekte de kullanım alanı bulacağını göstermektedir. Ancak gerekli format, nitelik ve nicelikte meteorolojik-hidrolojik verilere erişim zorluğu SWAT modelinin büyük havzalara uygulanabilirliğinin önünde engel olarak durmaktadır. Verileri gözlemleyen ve sitelerinde yayınlayan hükümet kuruluşları ya da bireysel olarak veri toplayan kişilere (özel sektör veya üniversite görevlileri gibi) ait verilerinin tek bir santralde homojen olarak toplama kapasitesine

sahip ulusal veri yayınlama sisteminin kurulmasına halen ihtiyaç duyulduğu bu vesile ile tekrar vurgulanmak istenmiştir (Şarлак ve Karagöz, 2011). Çünkü, uygulayıcılar halen zamanlarının büyük bir kısmını veri sağlayıcılarının veri depolama formatlarını anlamak ve verileri modellere yükleyebilmek için gerekli formatlara çevirmeye harcamaktadırlar.

4. SONUÇLAR

Türkiye gibi bitki örtüsü, toprak yapısı, iklimi, hidrolojisi farklılık gösteren ve ölçülmüş dahi olsa veriye erişimde zorluklar yaşanan alanlara sahip ülkelerde SWAT gibi eko-hidrolojik modellerin uygulanması kolay değildir. Bu zorluklara rağmen ülkemizde model uygulanabilmiştir. Literatürde rastlanan yirmi-dört çalışma bunun göstergesidir. Bu bildiriye dahil edilen çalışmaların büyük çoğunluğu akış tahmini için SWAT modelini kullanırken, az da olsa sediment, besin/kirletici taşınımı üzerine de çalışmalar mevcuttur. Çalışmaların %35'inde Seyhan havzası uygulama alanı seçilmiş, ancak ülkemizdeki diğer havzalar için de çalışmalar yapılmıştır. Çalışmaların sonuçları akademik ortamda yayımlanmış (tez, makale, bildiri olarak) olmasına karşın, karar vericiler tarafından dikkate alınıp uygulanan bir çalışma olduğu yönünde bir bilgiye ulaşılmamıştır.

SWAT gibi hidrolojik modellerin uygulanmalarına engel en büyük sorun veri erişimi gibi durmaktadır. Özellikle alt havzalarda yeterli derecede ya da hiç gözlem istasyonu bulunmadığı durumlar mevcuttur. Gözlem istasyonu bulunsa dahi modelin kurulması için gerekli girdi değişkenleri yeterli miktarda ya da hiç ölçülmemiş olabilmektedir. Bir diğer sorun da fiziksel modellerin istedikleri formatta olmasa bile devlet kurumlarınca ölçülmüş verilere ücretsiz veya belirli ücretler ödenerek ulaşılabilmemesine karşın, ülkemizde devlet imkanları ile desteklenen projelerden ölçülen verilere ulaşmak çok mümkün olmamaktadır. SWAT gibi fiziksel model uygulanmalarının yaygınlaşması için söz konusu sorunları giderme üzerine de çalışılması gerektiği açıktır.

KAYNAKLAR

1. Akgül, M.A. (2015) "Aşağı Seyhan Ovası Sol Sahil Sulaması, Su ve Nitrat Bütçesinin Modellenmesi" Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
2. Akgül, M.A. ve Çetin, M. (2016) "Tarımsal Drenaj Havzalarında Taşkın Debilerinin SWAT Modeli ile Tahmini" 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 23-25 Kasım, Rize, 303-312.
3. Akiner, M. E. ve Akkoyunlu, A. (2012) "Modeling and Forecasting River Flow Rate from the Melen Watershed, Turkey" Journal of Hydrology, 456-457, 121-129.
4. Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S. ve Williams, J.R. (1998) "Large Area Hydrologic Modeling and Assessment Part I: Model Development" Journal of the American Water Resources Association, 34(1), 73-88.
5. Atalay, Ç.A., Yazıcıgil, H., Yılmaz, K.K. (2018) "Batı Türkiye'deki bir Maden Alanında Su Bütçesinin Belirlenmesi için SWAT Modelinin Uygulanması" 71. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 23-27 Nisan, Ankara.
6. Aydın, M. (2004) "Garzan Çayı Su Toplama Havzasında SWAT Modelinin Uygulanması" Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
7. Cüceloglu, G., Abbaspour, K.C. ve Öztürk, I. (2017) "Assessing the Water-Resources Potential of Istanbul by Using a Soil and Water Assessment Tool (SWAT) Hydrological Model" Water, 9 (814).
8. Dingman, S.L., Physical Hydrology, Long Grove, Waveland Press, Inc., 2008.
9. Droogers, P., Loon, A. (2007) "Soil and Water Assessment Tool, Gediz Basin, Turkey" WatManSup Report No 6.
10. Duru, Ü. (2015) "Modeling Sediment Yield and Deposition using the SWAT Model: A Case Study of Cubuk I and Cubuk II Reservoirs, Turkey" PhD Thesis, Colorado State University, Department of Geosciences, Colorado.

11. El-Sadek, A. ve Irvem, A. (2014) “Evaluating the Impact of Land Use Uncertainty on the Simulated Streamflow and Sediment Yield of the Seyhan River Basin using the SWAT model” Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38, 515-530.
12. Ertürk, A., Ekdal, A., Gürel, M., Karakaya, N., Güzel, Ç., Gönenç, E. (2014) “Evaluating the Impact of climate Change on Groundwater Resources in a Small Mediterranean Watershed” Science of the Total Environment, 499, 437-447.
13. Gölpınar, S.M., Çetin, M., Glavan, M., Ibrikçi, H., Karnez, E., Keskiner, A.D. (2016) “The Impact of Bypass Flow in Calibration of Hydrological part of SWAT Model- Example from Lower Seyhan River Plain Irrigation District, Turkey” Eurosoil2016, 16-21 October, İstanbul, Turkey.
14. Gölpınar, S.M. (2017) “Yüzey Akışların Swat Modeli ile Belirlenmesi: Akarsu Sulama Birliği Sahası Örneği” Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
15. Gölpınar, S.M., Çetin, M., Ibrikçi, H., Sağır, H. (2018) “Kalibre Edilmiş SWAT Modeli ile Türkiye'nin Güney Kesimindeki Bir Sulama Havzasının Hidrolojik Bileşenlerinin Tahmini (Estimation of Hydrological Components with the Calibrated SWAT Model in an Irrigation Catchment of Southern Turkey)” 1st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, 26-28 September, Antalya, Turkey.
16. Güngör, Ö., Göncü, S. (2013) “Application of the Soil and Water Assessment Tool Model on the Lower Porsuk Stream Watershed” Hydrological Processes, 27, 453-466.
17. Güzel, Ç. (2010) “Application of SWAT Model in a Watershed in Turkey” Master Thesis, Istanbul Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, İstanbul.
18. Irvem A. ve El-Sadek, A. (2018) “Evaluation of Streamflow Simulation by SWAT Model for the Seyhan River Basin” Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 33 (2), 99-110.
19. Karas, E. (2005) “Küçükermalı ve Güvenç Havzalarının Su ve Sediment Verimlerine Göre Sürdürülebilir Yönetimi” Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
20. Özcan, Z. (2016) “Evaluation of the Best Management Practices to Control Agricultural Diffuse Pollution in Lake Mogan Watershed with SWAT Model” Master Thesis, Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
21. Özcan, Z., Kentel, E., Alp, E. (2016) “Determination of Unit Nutrient Loads for Different Land Uses in Wet Periods through Modelling and Optimization for a Semi-arid Region” Journal of Hydrology, 540, 40-49.
22. Özcan, Z., Kentel, E., Alp, E. (2017a) “Evaluation of the Best Management Practices in a Semi-arid Region with High Agricultural Activity” Agricultural Water Management, 194, 160-171.
23. Özcan, Z., Başkan, O., Düzgün, H.Ş., Kentel, E., Alp, E. (2017b) “A Pollution Fate and Transport Model Application in a Semi-arid Region: Is Some Number Better than No Number” Science of the Total Environment, 595, 425-440.
24. Özdemir, A., Leloğlu, U.M. (2014) “Climate Change Impact Assessment on River Basin: Sarısu Emlikler River, Turkey” 2nd International Conference on Sustainable Watershed Management, 13-15 October, Sarıgerme, Turkey.
25. Özdemir, K., Güngör, Ö. (2019) “Filyos Çayı Havzasında SWAT Modelinin Uygulanması” Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1 (2), 90-102.
26. Sarı Ö., Dönmez, C. (2018) “Hidrolojik Dinamiklerin SWAT Model Yaklaşımı ile Modellenmesi: Çalışma Alanı Aşağı Seyhan Havzası, Türkiye” Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 36 (1), 91-104.
27. Şarlık, N., ve Karagöz, İ., (2011) “Su Veri Yayınlanma Sistemleri: Türkiye’de Durum Değerlendirilmesi” II. Su Yapıları Sempozyumu, 16-18 Eylül, Diyarbakır.

**CAM SERAMİK RESTORASYONLARIN SİMANTASYONUNDA KULLANILAN
GELENEKSEL VE SELF ADEZİV REZİN SİMANLARIN KLİNİK OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

CLINICAL PERFORMANCE OF CONVENTIONAL AND SELF ADHESIVE RESIN
CEMENTS USED IN CEMENTATION OF GLASS CERAMIC RESTORATIONS

Dt. Nevin TAŞ
Dt. Şebnem YILMAZ
Doç. Dr. Ferhan EĞİLMEZ
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Diş hekimliğinde estetik ve fonksiyonel gerekliliklerin artması, simanlar, simantasyon teknikleri ve adeziv sistemlerin gelişimine katkı sağlamıştır. Simanlar, diş ve seramik restorasyon arasında yeterli direnç ve estetiği sağlamak için kullanılmaktadır. Bu derlemenin amacı, günümüzde estetik beklentilerin artmasıyla gelişen cam seramik restorasyonlarda kullanılan farklı iki simantasyon tekniğinin klinik olarak değerlendirmesi ile ilgili literatürlerin taranması ve başarılı bir tedavi için kanıta dayalı bilgi verilmesidir. Bu çalışmada, cam seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan geleneksel ve self adeziv rezin simanların klinik olarak değerlendirilmesinin sunulabilmesi için PubMed aracılığı ile Medline veri tabanında literatür taraması yapılmıştır. İncelenen makaleler değerlendirildiğinde, self adeziv rezin simanlar ve geleneksel rezin simanlar kullanılarak cam seramik restorasyonların simantasyonunda klinik farklılık bulunmadığı, her iki siman tipinin de diş ve restorasyon bütünlüğü için yeterli özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak kesin sonuçlara ulaşabilmek için daha uzun gözlem süresi olan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Self Adeziv Simanlar, Geleneksel Rezin Simanlar, Cam Seramikler

ABSTRACT

Increasing esthetic and functional requirements in dentistry has contributed to the development of cements, cementation techniques and adhesive systems. Cements are used to provide adequate resistance and esthetics between the tooth and the ceramic restoration. The aim of this review is to review the literature on the clinical evaluation of two different cementation techniques used in glass ceramic restorations that are developing with increasing aesthetic expectations and provide evidence-based information for a successful treatment. In this study, a literature review was conducted in the Medline database through PubMed in order to present the clinical evaluation of traditional and self-adhesive resin cements used in the cementation of glass ceramic restorations. When the articles reviewed were evaluated, it was determined that there was no clinical difference in the cementation of glass ceramic restorations by using self-adhesive resin cements and traditional resin cements, and both cement types showed adequate properties for tooth and restoration integrity. However, studies with longer observation time are needed to reach definitive results.

Keywords: Self Adhesive Cements, Conventional Resin Cements, Glass Ceramics

1. GİRİŞ

Diş hekimliğinde daha dayanıklı materyallerin ve yeni üretim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, tam seramik materyallere olan ilgi artmaktadır¹. Bu eğilim, yeni seramik restorasyonların gelişmesinin yanı sıra² seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan yeni yapıştırma materyallerindeki yenilikler ile ilişkilendirilebilir^{3,4}.

Tam seramik materyaller, diş rengini taklit eden estetik özellikleriyle bilinmektedir. Seramik restorasyon üretim tekniklerindeki son gelişmelerin, daha yüksek dayanıklılık ve tokluğa sahip seramikleri ortaya çıkarmasıyla birlikte ⁵ diş hekimliğinde veneerler, inleyler, onleyler veya dental implantlarda kullanımını mümkün hale getirmiştir ^{6, 7}.

Tam seramik materyallerin posterior kronlarda kullanılması için geleneksel toz-sıvı karışımli seramikler ⁸, dökülebilir seramikler ^{9,10}, lösitle güçlendirilmiş seramikler ^{11,12}, alüminyum oksit seramikler ^{13,14} ve zirkonyum oksit seramikler gibi farklı tipleri gelişmektedir ^{15,16}.

In-Ceram Alumina olarak tanıtilan materyal, kronların altyapı üretiminde ve hem anterior hem posterior bölgede kullanılan bir cam infiltre alüminyum oksit seramik materyalidir ^{14,17,18}.

Tam seramik restorasyonlarda, restorasyonların yeterli stabilite sağlamaları ^{19,20,21}, kırılma dirençleri ^{22,23} ve postoperatif hassasiyetini önlemek için diş yapısına adeziv rezin siman ile yapıştirılması önerilmiştir.

Diş hekimliğinde mevcut simanlar su bazlı ve rezin bazlı polimerizasyon simanları olarak sınıflandırılabilir ²⁴. Su bazlı simanlar arasında cam-iyonomer ve çinko fosfat simanlar bulunurken, polimerizasyon simanları rezin kompozitler, adeziv simanlar ve rezin modifiye cam-iyonomer simanları içerir. Su bazlı simanların diş dokularına veya restorasyon materyallerine kimyasal bağlanması düşüktür (cam iyonmer simanlar) veya mevcut değildir (çinko fosfat simanlar) ²⁵. Bunun aksine polimerize simanlar dişe ve restorasyona kimyasal ve mekanik bir bağlantı oluşturur ^{26, 27}.

1970'den bu yana, rezin simanlar, cam seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılmıştır ²⁸.

Rezin simanların diğer geleneksel yapıştirma simanlarına göre bazı klinik avantajları bulunmaktadır. Rezin simanlar, mikrosızıntıyı en aza indirirler. Bu sayede çürük ve restorasyonun başarısızlık riskini azalttığı gösterilen yorgunluk testinden sonra klinik olarak kabul edilebilir bir marjın sağlayabilirler ²⁹. Rezin simanlar, opak geleneksel simanlara kıyasla daha doğal estetik bir görünüm sunabilecek çeşitli tonlara sahiptir ³⁰. Retatif diş preparasyon gereksinimi, adezyon özellikleri sayesinde rezin simanlar için daha azdır. Böylece sağlıklı diş yapısı korunmuş olur ³¹.

Rezin simanlar polimerizasyon yöntemlerine göre ışıkla sertleşen, kimyasal sertleşen ve dual sertleşen olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilirler ³².

Adeziv türüne göre sınıflama yapılacak olursa; total etch, self etch ve self adeziv simanlar olmak üzere gruplara ayrılırlar. Total etch sistemlerde, fosforik asit ajanı ve simanın dişe bağlanmasını sağlamak için adeziv kullanılmaktadır. Bu sistemler en yüksek siman-diş bağlantısı sağlasa da, aynı zamanda seramik, kompozit ya da metalin dişe bağlanmasında birden fazla adım gerektirmektedir. Çok aşamalı uygulama tekniği karmaşıktır ve bu nedenle bağlanma etkisini riske atabilirler. RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Variolink II (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, USA), Choice 2 (BISCO, Schaumburg, IL, USA), ve Calibra (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) bu gruba örnek simanlardır. Bu simanlar ve adezivler, ışıkla ya da dual olarak sertleşirler ³².

Panavia (Kuraray America, New York, NY, USA) ve Multilink Automix (Ivoclar Vivadent) gibi self etch sistemlerde prepare edilmiş diş yüzeyine primer uygulanır ve daha sonra primerin üzerine siman uygulanır. Bu simanların diş yüzeyine bağlanması da total etch sistemlerdeki kadar yüksektir ³². Restoratif diş hekimliğinde simanın bağlanma aşamalarını kolaylaştırma ve azaltma eğilimi artmıştır. Son zamanlarda, self adeziv simanlar olarak da adlandırılan tek uygulamada adeziv ve siman kullanımını birleştiren yeni rezin bazlı simanlar

tanıtılmıştır^{33, 34}. Bu simanların yapıştırma yüzeylerinin ön işlemden geçirilmesi ihtiyacını ortadan kaldırdığı iddia edilmektedir. Bu adezivlerin geliştirilmesindeki amaç, cam iyonomer simanların sunduğu kullanım kolaylığı, uygun mekanik ve estetik özelliklerle rezin simanların daha iyi adezyon özelliklerini bir araya getirmektir³⁵. Bu derlemenin amacı, günümüzde estetik beklentilerin artmasıyla gelişen cam seramik restorasyonlarda kullanılan farklı iki simantasyon tekniğinin klinik olarak değerlendirmesi ile ilgili literatürlerin taranması ve başarılı bir tedavi için kanıt dayalı bilgi verilmesidir.

Yayın arama yöntemi

Bu literatür derlemesi için elektronik olarak PubMed aracılığı ile Medline’da yayın taraması yapılmıştır. PubMed’de yapılan arama Ocak 1993-Aralık 2019 yılları arasında sınırlandırılmıştır. Yayın taraması için “self adeziv rezin simanlar” ve “cam seramikler” anahtar kelimeleri kullanıldığında 219 referansa ulaşıldı. Başlıkları ve özetleri değerlendirilen makalelerin derlemeye dahil edilebilmesi için Türkçe veya İngilizce dilinde yayımlanmış olması, cam seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan geleneksel ve self adeziv rezin simanların klinik olarak değerlendirilmesine ilişkin bilgi vermesi kriterleri arandı. Bu kriterleri sağlayan ve tam metnine erişilebilen makaleler seçilerek analiz edildi. Ayrıca seçilen makalelerin konuyla ilgili referansları da elle taranarak ilave edildi.

ANA BAŞLIKLAR

1.GİRİŞ

2.SONUÇ

Alt Başlıklar

1.YAYIN ARAMA YÖNTEMİ

Metinler

GİRİŞ

Diş hekimliğinde daha dayanıklı materyallerin ve yeni üretim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, tam seramik materyallere olan ilgi artmaktadır¹. Bu eğilim, yeni seramik restorasyonların gelişmesinin yanı sıra² seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan yeni yapıştırma materyallerindeki yenilikler ile ilişkilendirilebilir^{3, 4}.

Tam seramik materyaller, diş rengini taklit eden estetik özellikleriyle bilinmektedir. Seramik restorasyon üretim tekniklerindeki son gelişmelerin, daha yüksek dayanıklılık ve tokluğa sahip seramikleri ortaya çıkarmasıyla birlikte⁵ diş hekimliğinde veneerler, inleyler, onleyler veya dental implantlarda kullanımını mümkün hale getirmiştir^{6, 7}.

Tam seramik materyallerin posterior kronlarda kullanılması için geleneksel toz-sıvı karışımlı seramikler⁸, dökülebilir seramikler^{9,10}, lösitle güçlendirilmiş seramikler^{11,12}, alüminyum oksit seramikler^{13,14} ve zirkonyum oksit seramikler gibi farklı tipleri gelişmektedir^{15,16}.

In-Ceram Alumina olarak tanıtılan materyal, kronların altyapı üretiminde ve hem anterior hem posterior bölgede kullanılan bir cam infiltre alüminyum oksit seramik materyalidir^{14,17,18}.

Tam seramik restorasyonlarda, restorasyonların yeterli stabilite sağlamaları^{19,20,21}, kırılma dirençleri^{22,23} ve postoperatif hassasiyetini önlemek için diş yapısına adeziv rezin siman ile yapıştırılması önerilmiştir.

Diş hekimliğinde mevcut simanlar su bazlı ve rezin bazlı polimerizasyon simanları olarak sınıflandırılabilir²⁴. Su bazlı simanlar arasında cam-iyonomer ve çinko fosfat simanlar bulunurken, polimerizasyon simanları rezin kompozitler, adeziv simanlar ve rezin modifiye cam-iyonomer simanları içerir. Su bazlı simanların diş dokularına veya restorasyon materyallerine kimyasal bağlanması düşüktür (cam iyonomer simanlar) veya mevcut değildir (çinko fosfat simanlar)²⁵. Bunun aksine polimerize simanlar dişe ve restorasyona kimyasal ve mekanik bir bağlantı oluşturur^{26, 27}.

1970'den bu yana, rezin simanlar, cam seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılmıştır²⁸.

Rezin simanların diğer geleneksel yapıştırma simanlarına göre bazı klinik avantajları bulunmaktadır. Rezin simanlar, mikrosızıntıyı en aza indirirler. Bu sayede çürük ve restorasyonun başarısızlık riskini azalttığı gösterilen yorgunluk testinden sonra klinik olarak kabul edilebilir bir marjın sağlayabilirler²⁹. Rezin simanlar, opak geleneksel simanlara kıyasla daha doğal estetik bir görünüm sunabilecek çeşitli tonlara sahiptir³⁰. Retantif diş preparasyon gereksinimi, adezyon özellikleri sayesinde rezin simanlar için daha azdır. Böylece sağlıklı diş yapısı korunmuş olur³¹.

Rezin simanlar polimerizasyon yöntemlerine göre ışıkla sertleşen, kimyasal sertleşen ve dual sertleşen olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilirler³².

Adeziv türüne göre sınıflama yapılacak olursa; total etch, self etch ve self adeziv simanlar olmak üzere gruplara ayrılırlar. Total etch sistemlerde, fosforik asit ajanı ve simanın dişe bağlanmasını sağlamak için adeziv kullanılmaktadır. Bu sistemler en yüksek siman-diş bağlantısı sağlasa da, aynı zamanda seramik, kompozit ya da metalin dişe bağlanmasında birden fazla adım gerektirmektedir. Çok aşamalı uygulama tekniği karmaşıktır ve bu nedenle bağlanma etkisini riske atabilirler. RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Variolink II (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, USA), Choice 2 (BISCO, Schaumburg, IL, USA), ve Calibra (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) bu gruba örnek simanlardır. Bu simanlar ve adezivler, ışıkla ya da dual olarak sertleşirler³².

Panavia (Kuraray America, New York, NY, USA) ve Multilink Automix (Ivoclar Vivadent) gibi self etch sistemlerde prepare edilmiş diş yüzeyine primer uygulanır ve daha sonra primerin üzerine siman uygulanır. Bu simanların diş yüzeyine bağlanması da total etch sistemlerdeki kadar yüksektir³². Restoratif diş hekimliğinde simanın bağlanma aşamalarını kolaylaştırma ve azaltma eğilimi artmıştır. Son zamanlarda, self adeziv simanlar olarak da adlandırılan tek uygulamada adeziv ve siman kullanımını birleştiren yeni rezin bazlı simanlar tanıtılmıştır^{33, 34}. Bu simanların yapıştırma yüzeylerinin ön işleminden geçirilmesi ihtiyacını ortadan kaldırdığı iddia edilmektedir. Bu adezivlerin geliştirilmesindeki amaç, cam iyonomer simanların sunduğu kullanım kolaylığı, uygun mekanik ve estetik özelliklerle rezin simanların daha iyi adezyon özelliklerini bir araya getirmektir³⁵. Bu derlemenin amacı, günümüzde estetik beklentilerin artmasıyla gelişen cam seramik restorasyonlarda kullanılan farklı iki simantasyon tekniğinin klinik olarak değerlendirmesi ile ilgili literatürlerin taranması ve başarılı bir tedavi için kanıt dayalı bilgi verilmesidir.

Yayın arama yöntemi

Bu literatür derlemesi için elektronik olarak PubMed aracılığı ile Medline'da yayın taraması yapılmıştır. PubMed'de yapılan arama Ocak 1993-Aralık 2019 yılları arasında sınırlandırılmıştır. Yayın taraması için "self adeziv rezin simanlar" ve "cam seramikler" anahtar kelimeleri kullanıldığında 219 referansa ulaşıldı. Başlıkları ve özetleri değerlendirilen makalelerin derlemeye dahil edilebilmesi için Türkçe veya İngilizce dilinde yayımlanmış

olması, cam seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan geleneksel ve self adeziv rezin simanların klinik olarak değerlendirilmesine ilişkin bilgi vermesi kriterleri arandı. Bu kriterleri sağlayan ve tam metnine erişilebilen makaleler seçilerek analiz edildi. Ayrıca seçilen makalelerin konuyla ilgili referansları da elle taranarak ilave edildi.

Genel olarak, self adeziv rezin siman, doğası gereği, kimyasal reaksiyonunun ilk aşamaları sırasında kendinden asitleme içerir. Siman, karıştırma sonrası erken aşamalarda düşük pH'a ve yüksek hidrofiliğe sahiptir, diş yapısının iyi ıslanmasını sağlar ve self-etch adezivlerde olduğu gibi yüzey demineralizasyonunu destekler³⁶.

Diş dokusunun tedavi öncesi prosedürlerini kolaylaştırmak için geliştirilmiş olan self-adeziv rezin simanlar, bonding solüsyonları ile simantasyon öncesi işlem yapılmasına ihtiyaç duymayan ve altyapıya, daha spesifik olarak dentine bağlanan polimerize simanlardır³⁷. Bu materyallerde bağlanma dayanımı değişmekle birlikte, genellikle total etch sistemlerden daha düşüktür. RelyX Unicem (3M ESPE), BisCem (BISCO), Smart Cem 2 (Dentsply Caulk), Maxcem Elite (Kerr, Orange, CA, USA), ve Speed-CEM (Ivoclar Vivadent) simanları bu gruba örnektir. Self adeziv simanlar arasında en yeni materyal 2010 yılında piyasaya sürülen RelyX Unicem 2 Automix (3M ESPE) dir³².

RelyX Unicem'in klinik çalışmalarda diğer simanlara oranla en çok araştırılan ürün olmasıyla birlikte, uzun süreli çalışmalar hala yetersizdir³⁸. Klinik çalışmalar, lityum disilikat inleylerde marjinal bütünlük üzerinde yapılan çalışmalarda, self adeziv siman prosedüründen önce selektif mine asitleme işlemi yapılmış simantasyon ile asitleme işlemi yapılmamış simantasyon arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermiştir³⁹.

Guarda ve ark.,⁴⁰ yaptıkları çalışmada, farklı dentin koşulları altında (kuru dentin, nemli dentin ve bonding ajanı uygulanmış dentin) self adeziv siman (RelyX Unicem, 3M ESPE) kullanarak cam seramik restorasyonların bağlanma dayanımını araştırmışlardır. 'Kuru dentin grubunda' bağlanma dayanımı, benzer sonuçlar gösteren diğer tüm gruplardan önemli ölçüde düşük bulunmuştur. Kontrol grubunda genellikle karışık tipte bağlantı başarısızlığı gözlenirken "bonding ajanı" ve "kuru dentin" gruplarında adeziv tipte başarısızlık tespit edilmiştir. "nemli dentin" grubunda genel olarak yapıştırma ajanı içerisinde kohesiv tipte başarısızlık olduğu bulunmuştur. Daha önce uygulanan self-adezivin belirgin bir etkisi olmamıştır.

Araştırmacılar, self adeziv rezin simanın bağlanma dayanımının temel olarak dentinin nem oranına bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın bulguları, self adeziv rezin siman kullanılan seramik restorasyonların simantasyonu sırasında dentindeki fazla nemin uzaklaştırılması gerektiğini göstermektedir⁴⁰.

Çoğu adeziv rezin yapıştırma ajanı yeterli derecede dentin ve mineye bağlanma özelliklerine sahiptir⁴¹. Bazı araştırmacılar, rezin yapıştırma ajanlarının, cam infiltre alüminyum oksit seramik materyaline yeterli bağlanma gücü sağladığını bildirmiştir^{42, 43}. Bununla birlikte, diş-rezin ve rezin-seramik arayüzlerde uzun süreli bağlanma dayanımı ile ilgili sorunlar olduğu bildirilmiştir^{44, 45}. Adeziv rezin simanlar, geleneksel simanlara göre mekanik özellikler açısından birçok avantaja sahiptir^{46, 47}.

Simantasyonun çeşidi, restorasyonun yapıldığı restoratif materyale bağlı olarak, örn; cam-seramik, oksit seramikler ve kompozitlere göre sonucunu etkileyebilir^{48, 49}. Birçok çalışma, silika esaslı cam-seramik restorasyonların, su bazlı simanlar yerine polimerize edici rezin esaslı simanlar kullanıldığında klinik olarak daha uzun süre stabilite sergilediğini göstermiştir^{48, 49}. Polimerize rezin esaslı simanlar uygulandığında, silika esaslı cam-seramik kronların kırılma direnci önemli ölçüde artmıştır⁵⁰. Bu nedenle, bu restoratif materyallerin adeziv simantasyon ile güçlendirilmesi gerekmektedir^{50, 1}.

Rezin bazlı adeziv yapıştırma materyalleri, inley, onley, kron ve postların simantasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu simanlar, düşük viskoziteli bir kompozit rezin ile birlikte total ya da self-etch adeziv sistemlerin kullanımına dayanmaktadır^{35, 51}.

Seramik restorasyonlar üretmek için kullanılabilen çeşitli seramik blokları arasında, en yaygın olarak cam seramikler kullanılır⁵². Silika esaslı seramik materyallerden yapılmış restorasyonlara, %10 hidroflorik asit jel, silan uygulanması ve geleneksel rezin siman ile simantasyon yapıldığında klinikteki başarı oranları artmaktadır.^{53, 54, 55}. Asitleme sırasında, seramik yüzeyde hidroflorik asit tarafından seçici bir şekilde pürüzlendirme meydana gelir ve mikromekanik bağlanmayı destekleyen bir topografik yüzey elde edilir^{56, 57, 58, 59}. Böylece hidroflorik asit, mikromekanik retansiyon için uygun bir mikromorfoloji sağlamanın yanı sıra, yüzey temas açısını önemli ölçüde düşürerek, yüzeyin serbest enerjisini ve simanın ıslanabilirliğini artırır^{60, 61}. Ayrıca, bifonksiyonel özellikleri sayesinde, silan bağlanma ajanının asitlenmiş seramik yüzeye uygulanması, seramik ve rezin materyali arasındaki kimyasal bağlanmayı artırmaktadır^{60, 59, 62}. Bu işlem, seramik yüzeylerdeki simanın ıslanabilirliğini artırır⁶¹, rezin simanlarla ara yüz temasını artırır. Buna ek olarak silan, siloksan bağları ile seramikte bulunan silika oksitleri rezin simanların organik matrisine bağlar^{57, 59, 62}.

Taschner ve ark.,⁶³ yaptıkları çalışmada 30 hastaya 83 üye lösitle güçlendirilmiş cam seramik (IPS Empress) inley restorasyon uygulamışlardır. Bu kronlara iki simantasyon prosedürü uygulanmıştır. 1.gruptaki 43 üye restorasyonda self adeziv rezin siman (RelyX Unicem) kullanılırken, 40 üye restorasyondan oluşan 2. grupta, asit ve yıkamadan oluşan çok aşamalı adeziv (Syntac Classic) kullanılmıştır. Tüm restorasyonlar 2 hafta, 6 ay, 1 yıl ve 2 yıllık sürelerle takip edilmiştir. Çok aşamalı adeziv kullanılarak simante edilen 2.gruptaki inley restorasyonların marjinlerinde, self adeziv rezin siman kullanılan 1.gruba göre daha az chipping görülürken, 2.grupta daha iyi estetik sonuçlar gözlenmiştir. Ancak bu iki grup arasında sekiz parametre üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamış ve tüm inleyler klinik olarak kabul edilebilir bulunmuştur. Yazarlar, RelyX Unicem'in geleneksel rezin simanlar ile karşılaştırılabilir klinik performans gösterdiğine karar vermişlerdir.

Birçok seramik arasında, lityum disilikat cam seramik altyapısı üzerine sinterlenmiş bir cam seramik (IPS Empress 2; Ivoclar-Vivadent) ile veneerlenmiş seramikler, kısa süreli sabit kısmi protezlerin üretimi için yeterli yüksek direnç sunarlar⁶⁴. Fasbinder ve ark.,⁶⁵ yaptıkları çalışmada iki farklı adeziv rezin siman kullanılarak simante ettikleri 62 üye lityum disilikat içerikli kronların iki yıllık takip sonuçlarını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, değerlendirmeler sonucu klinik olarak tanımlanmış herhangi bir kron kırığı veya yüzey chipping vakası olmadığını bildirmişlerdir. Her iki simanda da 1. ve 2. yıl takip sürelerinde hassasiyet olmadığı bildirilmiştir. İki yıl sonrası değerlendirmelerde lityum disilikat içerikli cam seramiklerin klinik çalışmalarının sınırlı sayıda olduğu gözlemlenmiştir⁶⁵.

Peumans ve ark.,³⁹ 31 hastaya uygulanan 62 üye inley/onley restorasyonların (IPS-Empress 2) self adeziv rezin siman ile simantasyonundan sonraki 4 yıllık klinik değerlendirmelerini sunmuşlardır. Tüm preparasyonlar için geçici restorasyonlar yapılmış ve öjenol içermeyen geçici yapıştırma simanı (RelyX Temp NE, 3M ESPE) ile simantasyon yapılmıştır. Ölçü alındıktan 1 veya 2 hafta sonra tüm inley ve onley restorasyonlar üretilmiş ve self adeziv rezin simanla simante edilmiştir³⁹. 4 yıllık takip sonucu 2 hastada retansiyon kaybı olmuş, 1 hastada klinik olarak kabul edilemez diş ve inley kırığı tespit edilmiştir. Restorasyonların %90' ında küçük, yine de klinik olarak kabul edilebilir marjinal eksiklikler gözlenmiştir. Sonuç olarak seramik inley-onleylerde self adeziv rezin simanların kullanılabilenliği önerilmiştir.

Komine ve ark.,⁶⁶ yaptıkları çalışmada sıklık döngüsel yüklemmeden önce ve sonra farklı rezin yapıştırma ajanları ile simante edilmiş 48 üye maksiller 1.molar dişlere uygulanmış alüminyum oksit seramik kronların kırılma direncini değerlendirmişlerdir. Kronlar, akrilik rezin siman grubu (Super-Bond C&B,kontrol grubu), iki kompozit yapıştırma ajanları (Panavia F, PV grubu; ve Rely X Unicem, RX grubu) olarak üç gruba ayrılmışlardır.

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde test edilen tüm simanlarla, alüminyum oksit seramik kronları başarılı bir şekilde simantasyon yapılmıştır. Yapay yaşlanma sonrası PV

(Panavia F) grubunun kırılma direncinin nispeten daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu in vitro çalışmadan elde edilen bulgular klinik duruma doğrudan aktarılamasa da, bu sürecin restorasyonların performansını 5 yıl sonrasını değerlendiren klinik çalışmalarla iyi bir uyum sağladığı gösterilmiştir ⁶⁶.

Tam seramik materyaller çekme ve basma dayanımı kuvvetleri altında kırılma ve zayıf mekanik davranış gösterirler ⁶⁷. Ancak posterior bölgedeki restorasyonlar yüksek çiğneme basıncını tolere edebilmelidir. Fizyolojik maksimum posterior çiğneme kuvvetleri, yüz morfolojisine ve yaşa bağlı olarak 880 N'a kadar değişebilir ⁶⁸. Burke ve ark., ⁶⁹ bir self adeziv rezin siman (Unicem) ve bir rezin siman ile simante edilmiş seramik kronların basma dayanımını değerlendirmiş ve basma direnci değerlerinin ortalama sırasıyla self adeziv rezin simanda 890 N, rezin simanda ise 760 N direnç ile eşdeğer olduklarını göstermişlerdir. Bu değerlerin Miyaura ve ark., ⁷⁰ tarafından ölçülen, erkeklerde (600 N), kadınlarda (400 N) olarak bulunmuş maksimum ısırma kuvvetlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Blatz ve ark., ⁷¹ yapay bir çiğneme simülöründe periyodik yüklemelerden sonra, alümina tam seramik kronlarda üç simantasyon tekniğinin mikrosızıntı ve kırılma dayanımı üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. Kırılma dayanımı açısından kompozit içerikli adeziv rezin siman (Panavia F 2.0), self adeziv rezin siman (RelyX Unicem) ve çinko fosfat simana göre önemli oranda daha iyi sonuçlar göstermiştir. Bu çalışmada kron marjınlarındaki mikrosızıntı miktarı ölçülmüş, rezin simandaki (Panavia F 2.0) mikrosızıntı miktarının, self adeziv rezin simanda (RelyX Unicem) ölçülen mikrosızıntı miktarından daha düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca her iki simanda ölçülen mikrosızıntı değerlerinin çinko fosfat simandan önemli oranda düşük olduğu tespit edilmiştir ⁷¹.

Ulker ve Sengun., ⁷² üç self adeziv rezin siman (Biscem, Maxcem ve Unicem) ve iki rezin simanı (Bistite II DC ve Panavia F) sitotoksikite sonuçları açısından karşılaştırmışlardır. Biscem en fazla sitotoksik etkiye sahipken, bunu Panavia F, Unicem ve Bistite II DC izlemiştir. Maxcem rezin simanın ise en az toksik olduğu bulunmuştur ⁷².

Bu çalışmanın aksine De Mendonca ve ark., ⁷³ nın yaptıkları çalışmada self adeziv rezin simanın (Unicem) kalsiyum hidroksit, rezin modifiye cam iyonomer siman ve adeziv rezin simanlara göre daha az sitotoksik etkiye neden olduğu bulunmuştur.

Geleneksel simanların ve rezin yapıştırma materyallerinin klinik performansını değerlendiren çalışmalar göz önüne alındığında, self adeziv rezin simanların uzun süreli performansını değerlendiren çalışmaların az olduğu dikkati çekmektedir ³⁶.

Zidan ve Ferguson ⁷⁴ yaptıkları çalışmada üç farklı koniklik açısında (6°, 12°, 24°) prepare edilmiş kronların iki geleneksel ve iki adeziv rezin siman ile simantasyonu sonucu retansiyonunu değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sınırları dahilinde, 24° açıyla prepare edilmiş adeziv rezinle simante edilmiş kronların retatif değerleri, 6° açıyla prepare edilmiş geleneksel simanlarla simante edilmiş restorasyonlardan % 20 daha fazla bulunmuştur. Çalışma sonucunda rezin siman kullanımı ile elde edilen bulguların çinkofosfat veya geleneksel cam iyonomer siman kullanıldığında elde edilen sonuçlara göre retansiyon değerlerini iki kat arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ:

Tek uygulamada adeziv ve siman kullanımını birleştiren yeni rezin bazlı simanların, kullanım kolaylığı, uygun mekanik ve estetik özellikleri gibi birçok avantaja sahip olduğu söylenilmektedir. Self adeziv rezin simanların kimyasal ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi sonucu, bu materyallerin diğer rezin bazlı ve rezin bazlı olmayan simanlarla benzer klinik performans göstermesi beklenmektedir. Ancak, klinik değerlendirmelerin sayısı az ve kısa süreli olduğundan bu simanların diş hekimliğinde genel etkinliği hakkında uzun vadeli sonuçlar çıkarmak henüz mümkün değildir. ³²

KAYNAKÇA

1. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2003;89(3):268-274.
2. Van Dijken J. All-ceramic restorations: classification and clinical evaluations. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 1999;20(12):1115-1124.
3. Filho AM, Vieira LCC, Araújo É, Monteiro Júnior S. Effect of different ceramic surface treatments on resin microtensile bond strength. *Journal of Prosthodontics*. 2004;13(1):28-35.
4. Friederich R, Kern M. Resin bond strength to densely sintered alumina ceramic. *International Journal of Prosthodontics*. 2002;15(4):333-338.
5. Ritzberger C, Apel E, Höland W, Peschke A, Rheinberger VM. Properties and clinical application of three types of dental glass-ceramics and ceramics for CAD-CAM technologies. *Materials*. 2010;3(6):3700-3713.
6. Dunne S, Millar B. A longitudinal study of the clinical performance of porcelain veneers. *British Dental Journal*. 1993;175(9):317-321.
7. Kohal RJ, Att W, Bächle M, Butz F. Ceramic abutments and ceramic oral implants. An update. *Periodontology 2000*. 2008;47(1):224-243.
8. Hankinson JA, Cappetta EG. Five years' clinical experience with a leucite-reinforced porcelain crown system. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 1994;14(2):138-153
9. Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years: Part I. Survival of Dicor complete coverage restorations and effect of internal surface acid etching, tooth position, gender, and age. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1999;81(1):23-32.
10. Sjögren G, Lantto R, Tillberg A. Clinical evaluation of all-ceramic crowns (Dicor) in general practice. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1999;81(3):277-284.
11. Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: A retrospective study. *Quintessence International*. 2002;33(7):503-510.
12. Sjögren G, Lantto R, Granberg Å, Sundström B-O, Tillberg A. Clinical examination of leucite-reinforced glass-ceramic crowns (Empress) in general practice: a retrospective study. *International Journal of Prosthodontics*. 1999;12(2):122-128.
13. Segal BS. Retrospective assessment of 546 all-ceramic anterior and posterior crowns in a general practice. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2001;85(6):544-550.
14. McLaren EA, White SN, of Dentistry S. Survival of In-Ceram crowns in a private practice: a prospective clinical trial. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2000;83(2):216-222.
15. Filser F, Kocher P, Weibel F, Luthy H, Scharer P, Gauckler L. Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). *International Journal of Computerized Dentistry*. 2001;4(2):89-106.
16. Suttor D, Bunke K, Hoescheler S, Hauptmann H, Hertlein G. LAVA--the system for all-ceramic ZrO₂ crown and bridge frameworks. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2001;4(3):195-206.
17. Von Steyern PV, Jönsson O, Nilner K. Five-year evaluation of posterior all-ceramic three-unit (In-Ceram) FPDs. *International Journal of Prosthodontics*. 2001;14(4):379-384.
18. Olsson K-G, Fürst B, Andersson B, Carlsson GE. A long-term retrospective and clinical follow-up study of In-Ceram Alumina FPDs. *International Journal of Prosthodontics*. 2003;16(2):150-156.

19. Blatz MB. Long-term clinical success of all-ceramic posterior restorations. *Quintessence International*. 2002;33(6):415-426.
20. Burke F, Fleming GJ, Nathanson D, Marquis PM. Are adhesive technologies needed to support ceramics? An assessment of the current evidence. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2002;4(1):7-22.
21. Hwang JW, Yang JH. Fracture strength of copy-milled and conventional In-Ceram crowns. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2001;28(7):678-683.
22. Burke F. The effect of variations in bonding procedure on fracture resistance of dentin-bonded all-ceramic crowns. *Quintessence International*. 1995;26(4):293-300.
23. Neiva G, Yaman P, Dennison JB, Razzoog ME, Lang BR. Resistance to fracture of three all-ceramic systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1998;10(2):60-66.
24. Edelhoff D, Özcan M. To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working Group 4 materials: cementation. *Clinical Oral Implants Research*. 2007;18:193-204.
25. Burke FT. Trends in indirect dentistry: 3. Luting materials. *Dental Update*. 2005;32(5):251-260.
26. Peumans M, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. *Dental Materials*. 1999;15(2):105-119.
27. De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research*. 2005;84(2):118-132.
28. Kern M. Resin bonding to oxide ceramics for dental restorations. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2009;23(7-8):1097-1111.
29. Gu X-H, Kern M. Marginal discrepancies and leakage of all-ceramic crowns: Influence of luting agents and aging conditions. *International Journal of Prosthodontics*. 2003;16(2).
30. Paul SJ, Piiska P, Pietroban N, Schärer P. Light transmission of composite luting resins. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 1996;16(2):164-173.
31. El-Mowafy O. The use of resin cements in restorative dentistry to overcome retention problems. *Journal-Canadian Dental Association*. 2001;67(2):97-102.
32. Burgess JO, Ghuman T, Cakir D, Swift J, Edward J. Self-adhesive resin cements. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2010;22(6):412-419.
33. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dental Materials*. 2004;20(10):963-971.
34. Piwowarczyk A, Lauer H-C, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2004;92(3):265-273.
35. Piwowarczyk A, Lauer H-C. Mechanical properties of luting cements after water storage. *Operative Dentistry* 2003;28(5):535-542.
36. Ferracane JL, Stansbury J, Burke FJT. Self-adhesive resin cements—chemistry, properties and clinical considerations. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2011;38(4):295-314.
37. Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hämmerle CH, Sailer I. Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength. *Dental Materials*. 2012;28(11):1183-1190.
38. Weiser F, Behr M. Self-adhesive resin cements: a clinical review. *Journal of Prosthodontics*. 2015;24(2):100-108.

39. Peumans M, Voet M, De Munck J, Van Landuyt K, Van Ende A, Van Meerbeek B. Four-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *Clinical Oral Investigations*. 2013;17(3):739-750.
40. Guarda GB, Gonçalves LS, Correr AB, Moraes RR, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Luting glass ceramic restorations using a self-adhesive resin cement under different dentin conditions. *Journal of Applied Oral Science*. 2010;18(3):244-248.
41. White SN, Yu Z, White S, Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. *International Journal of Prosthodontics*. 1993;6(4):384-389.
42. Isidor F, Stokholm R, Ravnholt G. Tensile bond strength of resin luting cement to glass infiltrated porous aluminium oxide cores (In-Ceram). *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 1995;3(5):199-202.
43. Madani M, Chu FC, McDonald AV, Smales RJ. Effects of surface treatments on shear bond strengths between a resin cement and an alumina core. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2000;83(6):644-647.
44. Foxtton RM, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Durability of the dual-cure resin cement/ceramic bond with different curing strategies. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2002;4(1):49-59.
45. Wegner SM, Kern M. Long-term resin bond strength to zirconia ceramic. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2000;2(2):139-147.
46. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1998;80(3):280-301.
47. Ai H, NAGAI M. Effect of the adhesive layer thickness on the fracture toughness of dental adhesive resins. *Dental Materials Journal*. 2000;19(2):153-163.
48. Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2006;96(6):433-442.
49. Krämer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *American Journal of Dentistry*. 2000;13(Spec No):60-76.
50. Bindl A, Lüthy H, Mörmann W. Thin-wall ceramic CAD/CAM crown copings: strength and fracture pattern. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2006;33(7):520-528.
51. Salza U, Zimmermann J, Salzer T. Self-curing, self-etching adhesive cement systems. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2005;7(1):7-17.
52. Souza R, Castilho A, Fernandes V, Bottino M, Valandro L. Durability of microtensile bond to nonetched and etched feldspar ceramic: self-adhesive resin cements vs conventional resin. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2011;13(2):155-162.
53. Bergman MA. The clinical performance of ceramic inlays: a review. *Australian Dental Journal*. 1999;44(3):157-168.
54. Bindl A, Mörmann WH. Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM-generated anterior crowns over 2–5 years. *European Journal of Oral Sciences*. 2004;112(2):197-204.
55. Conrad HJ, Seong W-J, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2007;98(5):389-404.
56. Bottino MC, Özcan M, Coelho PG, Valandro LF, Bressiani JC, Bressiani AHA. Micro-morphological changes prior to adhesive bonding: high-alumina and glassy-matrix ceramics. *Brazilian Oral Research*. 2008;22(2):158-163.
57. Brentel AS, Özcan M, Valandro LF, Alarça LG, Amaral R, Bottino MA. Microtensile bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimens in dry and aged conditions. *Dental Materials*. 2007;23(11):1323-1331.
58. Jardel V, Degrange M, Picard B, Derrien G. Correlation of topography to bond strength of etched ceramic. *International Journal of Prosthodontics*. 1999;12(1):59-64.

59. Özcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dental Materials*. 2003;19(8):725-731.
60. Addison O, Marquis PM, Fleming GJ. The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material. *Dental Materials*. 2007;23(4):461-468.
61. Phoenix RD, Shen C. Characterization of treated porcelain surfaces via dynamic contact angle analysis. *International Journal of Prosthodontics*. 1995;8(2):187-194.
62. Söderholm K-J, Shang S-W. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal silica. *Journal of Dental Research*. 1993;72(6):1050-1054.
63. Taschner M, Krämer N, Lohbauer U, et al. Leucite-reinforced glass ceramic inlays luted with self-adhesive resin cement: a 2-year in vivo study. *Dental Materials*. 2012;28(5):535-540.
64. Narcisi E. Three-unit bridge construction in anterior single-pontic areas using a metal-free restorative. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 1999;20(2):109-112, 114, 116-109; quiz 120.
65. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns. *The Journal of the American Dental Association*. 2010;141:10-14.
66. Komine F, Tomic M, Gerds T, Strub JR. Influence of different adhesive resin cements on the fracture strength of aluminum oxide ceramic posterior crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2004;92(4):359-364.
67. Morena R, Lockwood P, Fairhurst C. Fracture toughness of commercial dental porcelains. *Dental Materials*. 1986;2(2):58-62.
68. Kiliaridis S, Kjellberg H, Wenneberg B, Engström C. The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth: A cross-sectional study. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1993;51(5):323-331.
69. Burke F, Fleming G, Abbas G, Richter B. Effectiveness of a self-adhesive resin luting system on fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 2006;14(4):185-188.
70. Miyaura K, Matsuka Y, Morita M, Yamashita A, Watanabe T. Comparison of biting forces in different age and sex groups: a study of biting efficiency with mobile and non-mobile teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1999;26(3):223-227.
71. Blatz MB, Oppes S, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of cementation technique on fracture strength and leakage of alumina all-ceramic crowns after cyclic loading. *Quintessence International*. 2008;39(1):23-32.
72. Ulker HE, Sengun A. Cytotoxicity evaluation of self adhesive composite resin cements by dentin barrier test on 3D pulp cells. *European journal of dentistry*. 2009;3(02):120-126.
73. de Mendonca AAM, Souza PPC, Hebling J, de Souza Costa CA. Cytotoxic effects of hard-setting cements applied on the odontoblast cell line MDPC-23. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007;104(4):102-108.
74. Zidan O, Ferguson GC. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2003;89(6):565-571.

**ANATOMY OF TRANSFER OF ACADEMIC TECHNOLOGIES:
THEORIES AND PARADIGMS****Ph.D. Iryna Novikova**

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Abstract. Today, research universities have evolved into global powerful drivers of global innovation. This is due to the fact that new inventions and business ideas are born not only in the process of research, but also in the education of students and graduate students. The University is a unique environment where future professionals are born for the era of the Fourth Industrial Revolution. After all, it is necessary for the society to acquire certain competences and skills already in advance, which will allow humanity to successfully exist and develop in the future. The University also has a powerful highly qualified and experienced scientific and technical potential by attracting and retaining talented researchers and teachers. Now, one of the important factors of successful implementation of the task of the integrated technology-intensive technological movement is the realization by all participants of the innovative process of the need for close interconnection between business / industry and the university. This interconnection allows you to test the innovativeness of scientific knowledge, as well as a push to create its. In this regard, the main task of modern research universities is to create a viable innovation ecosystem to ensure this interaction. However, theorists and practitioners have not yet decided on which paradigm and technology transfer model to choose as the basis for successful implementation of this complex task.

The main theoretical approaches to defining the concept of "technology transfer" are considered in the article. It is established that the basis of the organization of technology transfer, as well as any other complex and self-organized process is its systematic nature. However, in modern technology transfer theory there are about a dozen approaches in interpreting the essence of the concept of "technology transfer". Yes, researchers distinguish: legal, communication, industry, transformational, process, functional, modernization, competitive, partnership and product approaches. All of these approaches are sufficiently substantiated and may take place in the commercialization of academic innovations, but each of them contains some gaps in intrinsic identification, which may in turn lead to strategic gaps and losses in the commercialization of the results of experimental research university activities. The author presents a typical model of visualization of the process of transfer of academic technologies in which in addition to the standard four phases (research, selection, defense and dissemination), the transfer of technologies also reflects the basic principles of his success (learning, motivation, acceptance and control). It is revealed that the trend of internationalization of academic science has formed two mutually exclusive paradigms in the transfer of academic technologies (competition and cooperation).

Keywords: universities, knowledge, technology transfer, theories, paradigms.

Outline of the main results of the study. The concept of technology transfer (technology transfer) came to us from English-language scientific and information sources and literally means technology transfer [1]. Moreover, the term "transfer" is a spatial one and means the

movement of technology from one point to another that is from one legal or natural person to another. Both points may not necessarily be limited to national borders.

The basis for organizing technology transfer, as well as any other complex and self-organized process, is its systematic nature. The word "system" (derived from the Greek word "systema", meaning whole, which is made up of individual parts) is relative in nature and implies any policy, mechanism or instrument that is purposeful, not accidental; it is a structured set of interrelated elements (objects or subjects).

In McMillan's Dictionary of Modern Economic Theory, "technology transfer" is defined as the international exchange of knowledge about technological processes and equipment [2]. According to official OECD guidelines, namely the Frascati Instruction, which is standard practice for the statistical observation of research and experimental development (R&D), technology transfer means the transfer of scientific and technical knowledge and experience for the provision of scientific and technical services, application of technological processes, production [3]. The World Intellectual Property Organization (WIPO) regards technology transfer as a process by which a technology developer makes its technology accessible to a commercial partner interested in using it [4]. The current legislation of Ukraine defines technology transfer as "transfer of technology, which is made by concluding between the natural and / or legal persons of the relevant contract, which establishes, changes or terminates the property rights and obligations regarding the technology and / or its components" [5]. The diversity of definitions and interpretations of the essence of technology transfer suggests that there are many approaches to its understanding (perception) in world science and practice.

Thus, in the *legal* approach, technology transfer is perceived primarily as a legal document regulating the transfer of intellectual property rights for innovation (license, patent, copyright certificate) as carriers of new values, scientific and technical knowledge on a commercial or non-commercial basis, the participants of which acquire or deprived of property rights and obligations [6]. In the simplest interpretation of this approach, the term "technology transfer" can be understood as "technology transfer, which is formalized by an agreement between several legal entities or individuals..." [8]. Emphasis on the need for a clear definition of property rights in the transfer of technology from one person to another is supported by such scientists as A. Kolodiychuk [6], O. Androsov [8], P. Break [9] and others.

In addition to the legal approach to interpreting the essence of technology transfer, researchers also distinguish communication, industry, transformational, process, functional, modernization, competitive, partnership and product approaches (Fig. 1).

The *communication* approach to defining the essence of innovation transfer involves identifying specific communication links between the entities that transfer innovative knowledge that is being introduced into production, marketing, and so on. In particular, the Ukrainian scientist V. Solovyov states that "the transfer of technologies (transfer of technologies) means a rather wide range of both interstate and internal economic relations of market character..." [8]. A. Androsov [9] also calls technology transfer a complex communication process, and N. Chukhrai agrees with it [11].

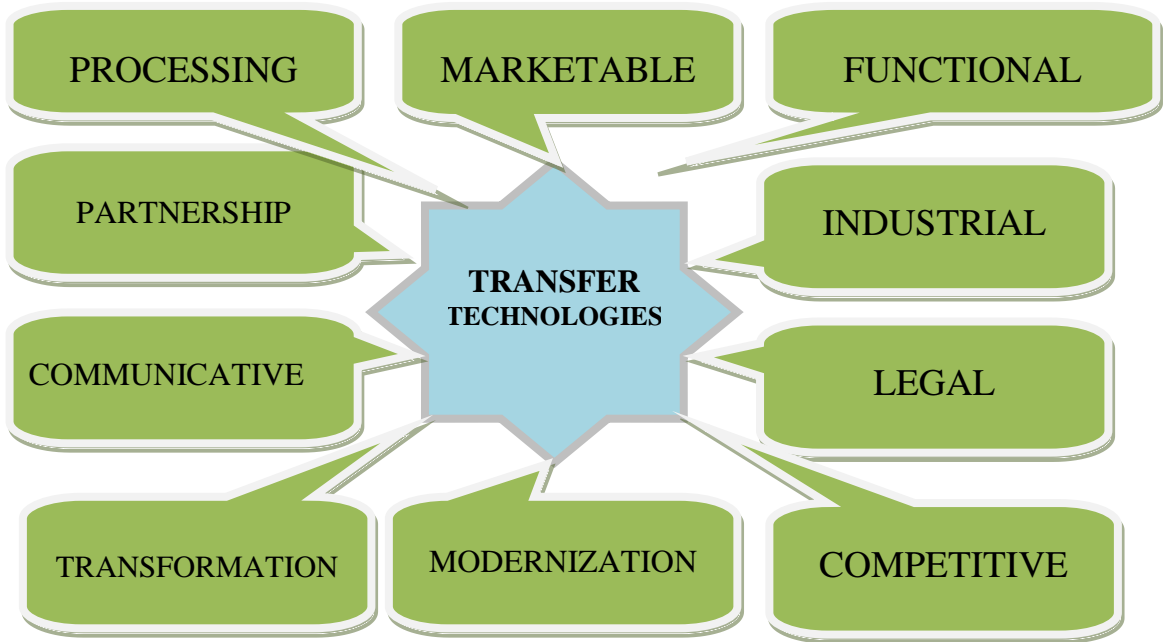


Fig. 1. Approaches to determining technology transfer

Source: compiled by the author on the basis of [1, 7, 8, 9, 10, 14].

The *sectoral* approach views technology transfer as a cross-industry transfer of the latest scientific ways to achieve applied goals; under this approach, there is always a donor industry in which the innovation is produced and the recipient industry that receives the innovation. Yes, T. Pysarenko defines technology transfer as “the movement of knowledge or technology... from universities and research institutions to business...” [12].

According to the *transformational* approach to interpreting technology transfer, not only the transfer of technological knowledge is crucial, but also the transformation of approaches to managing innovation processes, focusing on the importance of the end result for all involved in the technology transfer chain of participants, improving the technological, economic, managerial and cultural background successful production and dissemination of innovation. Thus I. Akperov and A. Petrasov, argue that technology transfer should be understood as one of the tools of innovative transformation of national or regional economy, which provides a number of strategic opportunities, including integration into transnational infrastructure, adaptation and transfer of achievements of developed countries, development of the internal market and emerging industries [13].

According to the provisions of the *process* approach, technology transfer is defined as a systematic process of: 1) transferring information (both fixed: in the form articles, reports, drawings, and not fixed: in the form ideas and non-verbal information) about the latest technologies with their further application in the field of production of goods and services, sales of innovative products, etc. (S. Likholet; I. Rodionova; T. Pisarenko and T. Kvasha; L. Fedulova) [14; 15; 16; 17]; 2) dissemination of scientific and technical knowledge (S. Terebov) [18]. Most foreign theorists of the present (A. Abbas, A. Avdic, K. Barker, P. Xiaobao) are inclined to the second option [19]. However, few have dared to clearly model this complex process, and those attempts we are aware of today (D. Baglieria, F. Baldibc and

C. Tuccid and S. Bradley, C. Hayter and A. Link [20; 21]) do not in our opinion reflect all the intricacies and characteristics that affect the success of this case. Therefore, we tried to present our own visualization of a typical model of transfer of academic technologies (Fig. 2).

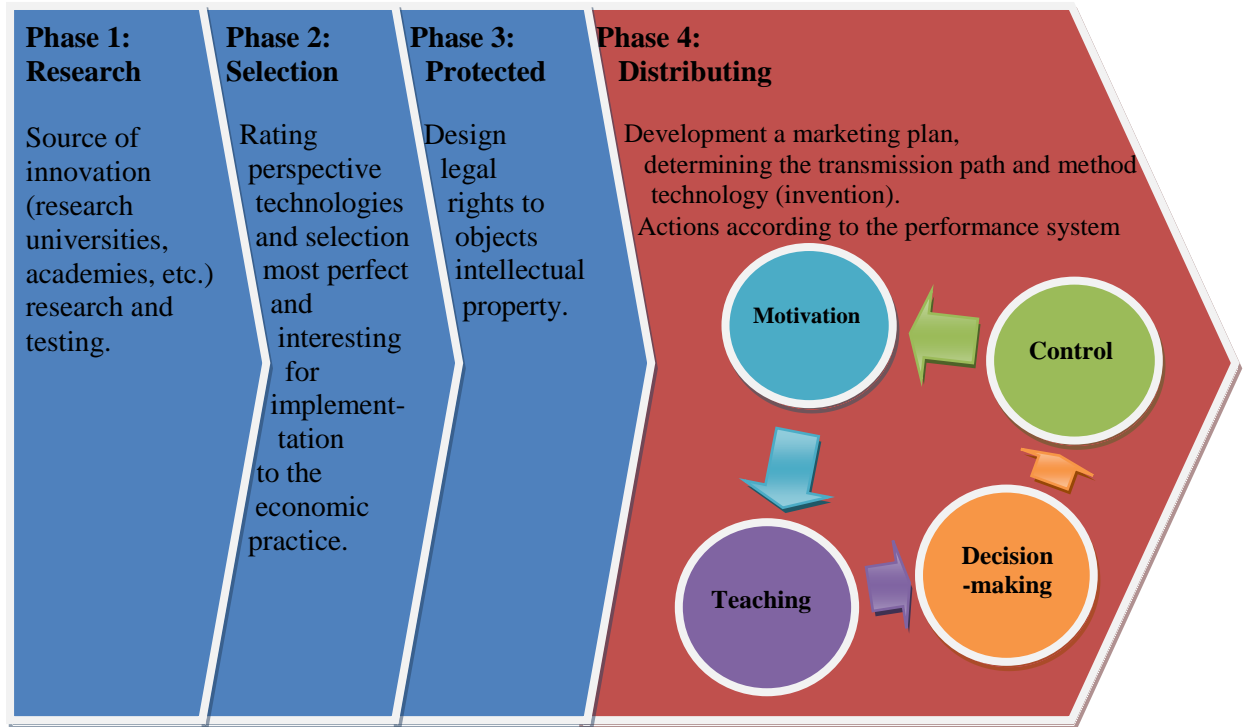


Fig. 2. 4-phase model of transfer of academic technologies

Source: developed by the author.

From the standpoint of the *functional* approach, each management function is also a process, because it consists of a series of interrelated actions that provide a complete cycle of the management process [13]. However, as recent scientific studies suggest, a functional approach to technology transfer management is effective in a relatively stable environment with a low level of uncertainty.

According to the *modernization* approach, the transfer of innovations is a powerful tool for the modernization of the industrial complex of the country as a whole and its regions in particular. Thus, P. Kohno and A. Kohno define technology transfer as a key element of any innovation system, because through the process of knowledge and technology transfer, they are transformed into new products and services, including dual-use products that promote economic growth and as a consequence of meeting social needs [22].

The trend of internationalization of academic science has formed *two paradigms: competition and cooperation*. In the study of these paradigms scientists seek to obtain adequate answers to a number of fundamental strategic questions. Is there a real technology market in the world? If so, who are its main subjects and objects? Does university science have the potential to compete internationally, and if so, is the cooperation strategy appropriate? Within these two paradigms regarding the role and position of research universities in the global technology market, contemporaries are exploring two approaches to interpreting technology transfer: competitive and partner. According to the competitive approach, technology transfer is perceived

as an effective tool for effectively increasing the competitiveness of a research organization, innovation enterprise or national economy (R. Atkinson; T. Tammi) [23; 24]. The essence of technology transfer partnerships is to build fruitful relationships between technology transfer entities that may represent different business entities, relate to different hierarchical levels, and have a specific purpose for the use of technologies that are of socio-economic interest to them. As a rule, partnership agreements are recorded in the form of specific business agreements (patent, engineering, etc.) and do not necessarily imply commercial benefits (O. Luksha, P. Sushkov, A. Yanovsky) [25].

Since technology transfer is a fundamental phase at transformation of the innovation process into commodity, then there is also a commercial nature of its interpretation of *market* relations regarding the sale or purchase of technology as a commodity (G. Shvets) [1].

Conclusions. Thus, analyzing the above approaches to the interpretation of the essence of *technological transfer* and expressed in them subject-object relationships, in our opinion, the transfer of technology should be understood by many interconnected and interacting socio-economic institutions (science, education, business and government) and the relationship between them regarding the production, transfer and practical use of materialized innovative scientific and technical solutions, practical knowledge, useful organizational or commercial information or experience. The result of these complex information and communication relationships is the solution of urgent socio-economic needs, as well as the moral and material motivational assessment of the work of technology authors (recognition, income) and the academic institutions in which they work.

It is also clear that in today's academic-business academic doctrine there is a conflict of interest (competition or collaboration), so research universities must decide which paradigm they will later use as a priority for successful technology transfer.

REFERENCES

1. Швець Г.О. Трансфер технологій - головний механізм інноваційного розвитку України. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки.* 2016. Вип. 31(1). С. 259-266.
2. Словарь современной экономической теории Макмиллана. М: ИНФРА-М, 1997. 608с.
3. OECD Factbook 2002–2007. *Economic, Environmental and Social Statistics.* URL: <http://titania.sourceoecd.org/vl=18766033/cl=17/nw=1/rpsv/factbook/>
4. World Intellectual Property Organization. URL: http://www.wipo.int/sme/en/documents/pharma_licensing.html#P72_2862
5. Закон України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» від 14.09.2006 № 143-V. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/143-16/page>
7. Колодійчук А.В. Теоретичні аспекти дослідження трансферу інновацій. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права.* 2013. Вип. 10. С. 297-299.
8. Соловьев В.П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (Синергетические эффекты инноваций). Киев: Феникс, 2006. 560с.

9. Андросова О.Ф., Череп А.В. Трансфер технологій як інструмент реалізації інноваційної діяльності: монографія. К.: Кондор, 2007. 356 с.
10. Перерва П.Г. Трансфер технологій: монографія; под науч. редакцией П.Г. Перервы и Д. Коциски; Харьков: НТУ «ХПИ». 2012. 676 с.
11. Чухрай Н.І. Трансфер і комерціалізація технологічних інновацій. *Економіка промисловості*. 2002. №3(17). С. 160-166.
12. Стан інноваційної діяльності та діяльності у сфері трансферу технологій в Україні у 2017 році: аналітична довідка / Т.В.Писаренко, Т.К. Кваша та ін. К.: УкрІНТЕІ, 2018. 98 с.
13. Акперов И.Г., Петрашов А.В. Трансфер инновационных технологий: готовность, препятствия, возможности. *Инновации*. 2008. № 5. С. 106.
14. Лихолет С.І. Організаційно-економічний механізм регулювання трансферу технологій: автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.03; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. Київ, 2015. 19 с.
15. Родіонова І.В. Основні форми та етапи здійснення трансфера технологій промислових підприємств. *Вісник Запорізького національного університету*. 2012. №3 (15). С. 59-64.
16. Стан інноваційної діяльності та діяльності у сфері трансферу технологій в Україні у 2017 році: аналітична довідка / Т.В.Писаренко, Т.К. Кваша та ін. К.: УкрІНТЕІ, 2018. 98с
17. Федулова Л.І. Управління інноваціями: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Київ : КНТЕУ, 2016. 547 с.
18. Теребова С.В. Трансфер технологий как элемент инновационного развития экономики. *Проблемы развития территории*. 2010. № 2 (50). С. 31-36.
19. Abbas A., Avdic A., Barker K., Xiaobao P. Knowledge Transfer from Universities to Industry Through University Technology Transfer Offices. *Наука та інновації*. 2018. Т.14. №2. С. 5-18.
20. Baglieria D., Baldibc F., Tuccid C. University technology transfer office business models: One size does not fit all. *Technovation*. 2018. Vol. 76–77. August–September. P. 51-63.
21. Bradley S., C. Hayter, Link A. Models and Methods of University Technology Transfer. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2013. №9 (6). P. 571-650.
22. Кохно П., Кохно А. Трансфер технологий: понятия и модели. *Общество и экономика*. № 10. 2013. С. 96-111.
23. Atkinson R. Expanding the R&D Tax Credit to Drive Innovation Competitiveness and Prosperity. April 2007 – URL: <http://www.itif.org/files/ExpandR&D.pdf>
24. Tammi T. The competitive funding of university research: the case of Finnish science universities. *Higher Education*. 2009. Vol. 57. Issue 5. P. 657–67.
25. Лукша О., Сушков П., Яновский А. Центр коммерциализации технологий – организационное развитие: как создать, управлять, организовать мониторинг и оценку деятельности: проект EuropeAid «Наука и коммерциализация технологий». М.: РИА Стандарты и качество, 2006. 124 с.

**MART1400 ÇELİĞİNİN SINIR ÇEKME ORANININ DENEYSEL VE SONLU
ELEMENLAR YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

DETERMINATION THE LIMIT DRAWING RATIO OF MART1400 STEEL WITH
EXPERIMENTAL AND FINITE ELEMENTS METHOD

Dr. Öğr. Üyesi Nuri ŞEN

Düzce Üniversitesi

ÖZET

Çelik üreticileri otomotiv firmalarının talepleri doğrultusunda yüksek ve ultra yüksek mukavemete sahip çelikleri üretmeyi başarmışlardır. Bu tür çeliklerin kullanım oranı şekillendirme proseslerinin geliştirilmesiyle doğru orantılı olarak artmaktadır. Ultra yüksek mukavemetli çeliklerden olan Martenzit 1400 çeliğinin (MART1400) sınır çekme oranının (SÇÖ) belirlenmesi önem arz etmektedir. Aynı zamanda, SÇÖ hem otomotiv firmaları hem de bilim adamları ve araştırmacılar için metal şekillendirme konusunda çalışılan güncel bir konu olmaktadır. Otomotiv parça üreticileri parça maliyetlerinin yüksek olması, hem piyasayla rekabet edebilme hem de günceli yakalayabilme adına sonlu elemanlar yönteminin (SEY) kullanması elzem olmuştur. Bu çalışmada, SÇÖ'ni etkileyen parametrelerden baskı plakası kuvveti ve sürtünme değerini optimize ederek MART1400 sac malzemesinin SÇÖ belirlenmiştir. SEY analiz çalışmalarından doğru ve güvenilir veriler almak için gerçek deneylerde kullanılacak olan sac malzemelerden elde edilen mühendislik gerilim-gerinim eğrileri kullanılmıştır. Çalışmanın hedefi şekillendirmeyi etkileyen parametreleri optimize ederek sınır çekme oranını belirlenmek ve bu malzemenin otomobillerde kullanım oranını artırmaktır. Böylelikle, otomobillerde ultra yüksek mukavemetli sacların kullanımının artmasıyla kaza anında daha güvenli araçlar üretilmesi sağlanmış olacaktır. Bununla birlikte mevcut kullanılan saclardan daha ince sacların kullanılmasıyla araç gövde ağırlığı da azalmış olacak ve bununla birlikte daha az yakıt tüketecektir. Bu çalışmada, önce SEY çalışmaları ardından gerçek ortam testleri gerçekleştirilmiştir. Her iki yöntemde de 1.5 mm kalınlıktaki Mart1400 malzemesinin SÇÖ 1,92 olarak elde edilmiştir.

Anahtar sözcükler: SEY, Şekillendirme, yüksek mukavemetli çelikler, Mart1400

ABSTRACT

Steel manufacturers were able to successfully manufacture high and ultra high strength steels in line with the demands of automotive companies. The use of these types of steels is increasing in parallel with the development of forming processes. It is of great importance to determine the limit drawing ratio (LDR) of Martensite 1400 steel (MART1400), which is one of the ultra high strength steels. LDR is also a hot topic on metal forming field among automotive companies and scientifics and researchers. For automotive parts manufacturers, the use of the finite element method (FEM) has become compulsory to compete with the market and to catch up with the current products because of their high cost of parts. In the present investigation, the LDR of the MART1400 sheet material was determined by optimizing the blank-holder force and friction forces which strongly affect the LDR. Engineering stress-strain curves obtained from sheet materials to be used in real experiments were used to achieve accurate and reliable data in FEM analysis studies. The objective of this study is to determine the LDR by optimizing the parameters that strongly affect forming and increase the usage rate of this material in automobiles. Thus, with the increase in the use of ultra-high-strength sheets in automobiles, safer vehicles will be manufactured in the event of an accident. Moreover, with the use of

thinner sheets than the currently used sheets, the vehicle body weight will be reduced and less fuel consumption will be ensured. In the present paper, firstly FEM studies and then real environment tests were performed. In both methods, LRD was obtained to be 1.92 in 1.5 mm thickness Mart1400 material.

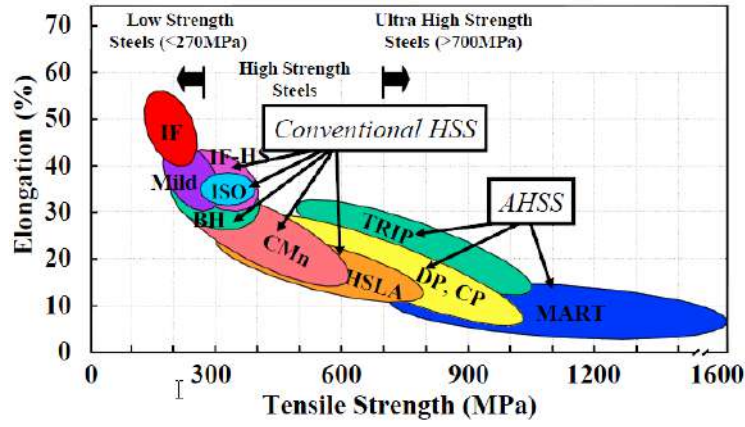
Keywords: FEM, forming, high strength steels, Mart1400

1. GİRİŞ

Gelişmiş yüksek mukavemetli çelikler (AHSSs) 21. yüz yıl araçları için otomobil üreticilerinin talepleri doğrultusunda çelik üreticileri tarafından geliştirilmiştir. Bu çelik türlerinin otomobillerde kullanılması güvenlik, konfor ve yakıt tüketimi açısından önemli bir role sahiptir. Bu eğilim artan güvenlik ve çevresel taleplerden kaynaklanmaktadır[1].

AHSSs mükemmel mekanik özelliklerine ve yüksek enerji emme kapasitesine sahip olmasından dolayı araç üreticilerin dikkatini çekmektedir. AHSSs kullanılmasıyla yolcuların güvenliğinden ödün vermeden toplam araç kütlelerinin azaltılmasına izin verecektir. AHSSs çelikleri; çift fazlı (DP), kompleks fazlı (CP), ferritik-beynitik (FB), martensitik (MS veya MART) vb. çelikleri içermektedir[2], [3]. Bu çelikler 1. ve 2. Nesil AHSS çelikleridir. Akma dayanımı 550 MPa'dan fazla olan çeliklere genellikle AHSS çelikleri denir. Bu çeliklere bazen çekme dayanımı 780 MPa'yı aşanları için "ultra yüksek dayanımlı çelikler" de denir. En az 1000 MPa çekme mukavemetine sahip AHSS'ye genellikle "GigaPascal steel" (1000 MPa = 1GPa) denir. Martensitik çelikleri UHSS çelikleri olarak bilinir. Şematik gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. MS çelikleri içerisinde az miktarda ferrit ve beynitik içeren martensitik fazı tarafından karakterize edilirler. [2]. Bu çelikler yüksek çekme ve akma mukavemetine sahiptir[4]. MS çeliklerine karbon eklemek, sertleşmeyi artırır ve martensit'i güçlendirir. Sertleşebilirliği arttırmak için çeşitli kombinasyonlarda manganez, silikon, krom, molibden, bor, vanadyum ve nikel de kullanılır[5]. Martensitik çelikler yüksek dayanıma sahip olmasının yanında oda sıcaklığında gerilme uzamasının ve sünekliğinin sınırlı olduğu bilinmektedir [6]. Martensitik çeliklerin dezavantajı olan düşük % uzama, oda şartlarında şekillendirebilirliğinin sınırlı olması ve yüksek geri esnemelerden dolayı kullanım oranı düşüktür. Bu dezavantaj noktalarının iyileştirilmesiyle kullanım oranı artacaktır. Bu artış otomobile mevcutta kullanılan sac kalınlığının azalmasını sağlayacaktır. Bu kalınlık incilmesi araç gövde ağırlığını, yakıt sarfiyatını, çevreye yaydığı karbondioksit oranını düşürecek ve kaza anında daha emniyetli araç ortaya çıkacaktır.

Yüksek mukavemetli çelikler için de geçerli olan bu dezavantaj noktalarını iyileştirmek için akademik çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Bu çalışmada, UHSS çelik malzemelerden 1.5 sac kalınlığına sahip Mart1400 sac malzeme kullanılmıştır. Otomobillerde kullanım oranı şekillendirebilirlik oranının artırılması oranında kullanımı artan bu çeliklere oda sıcaklığında şekillendirmeyi etkileyen parametreler optimize edilerek hem SEY hem de gerçek ortam deneylerinin yapılmasıyla SÇO 1,92 olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda SEY ile gerçek ortam deneylerinin %90 üzerinde sağladığı uyumluluğu ortaya konulmuştur. Bu uyumluluk bize zaman, insan gücü ve maddi kayıpların önüne geçileceğini ortaya koymuştur.

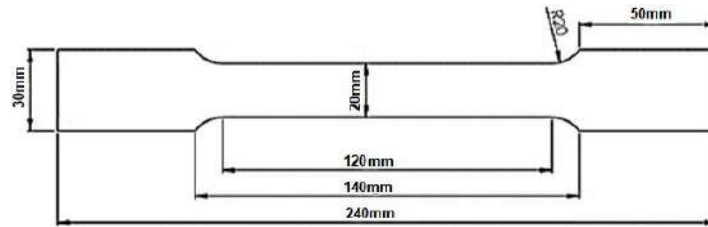


Şekil 1. Farklı çelik türlerine ait sacların çekme mukavemeti ve % uzama değerlerinin karşılaştırılması[2].

2. MATERYAL VE METOD

2.1 MALZEME

Fosil yakıtların çevreye yaydıkları CO₂ gazından dolayı Dünya artık elektrikli araçlar üzerine yoğun çalışma içine girmiştir. Bu araçlarda artık yüksek ve ultra yüksek mukavemetli sacların kullanılması önem arz etmektedir. Elektrikli araçlar fosil kayıtlı araçlara göre biraz daha maliyetlidir. Bu maliyeti minimize etme adına SEY kullanılma oranı her geçen gün artmaktadır. Çalışmada, SSAB firmasından temin edilen 1.5 mm kalınlığındaki soğuk haddelenmiş ve temperlenmiş MART1400 sacı kullanılmıştır. Analiz çalışmalarında kullanılacak olan çekme testi verileri ısı girdisini önleme adına sujeti marifetiyle hazırlanmıştır. Bu testlerde kullanılan numunenin resmi Şekil 2’de verilmiştir. 100 kN luk UTEST marka tek eksen çekme test cihazıyla elde edilen mekanik özellikler Tablo 1’de ve kimyasal bileşimleri ise Tablo 2’te verilmiştir.



Şekil 2. Çekme Testi Ölçüleri

Table 1. Mart1400 malzemesine mekanik özellikler

Mekanik özellikler					
Malzeme	Deformasyon Hızı (S ⁻¹)	Deformasyon Sıcaklığı (°C)	Akma dayanımı (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)	Uzama %
Mart1400	0,01	25	1172	1441	3

Tablo 2. Mart1400 kimyasal kompozisyonu

Malzeme	% Kimyasal Kompozisyon (wt.%)							
	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Ti
Mart1400	0,179	0,16	1,20	0,0104	0,0044	0,041	0,0018	0,033

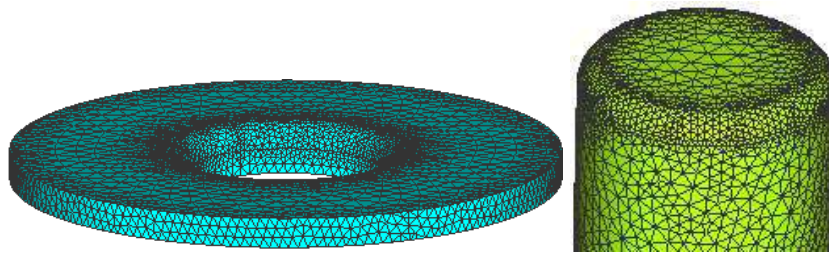
3. ANALİZ ÇALIŞMALARI

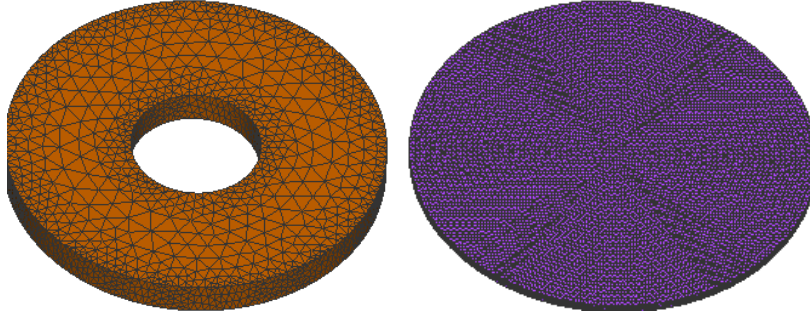
Analiz çalışmaları şekillendirme programı olan Simufact forming V16 programında yapılmıştır. Analiz çalışmalarına başlamadan önce, kalıp elemanları tasarım programıyla modellenmesinin ardından, analiz çalışmalarında kullanılacak olan sac malzemeye ait model oluşturulmuş. SEY deneysel sonuçlarla kıyaslandığında doğruluk oranının yüksek olması için SEY programına gerçek deneylerde kullanılacak malzemeye ait gerilme-gerinim grafiklerinin yanında elastisite modülü (E), Poisson oranı (ν) ve yoğunluğu (ρ) vb. değerlerinin tespit edilip girilmesine bağlıdır. Tablo 3’de analizlerde kullanılan sac malzeme için alınan E, ν ve ρ değerleri verilmiştir.

Tablo 3. Analizde kullanılan sac malzeme özellikleri

Yoğunluk (kg/m^3)	7850
Elastikiyet modülü (kN/mm^2)	200
Poisson oranı	0,3

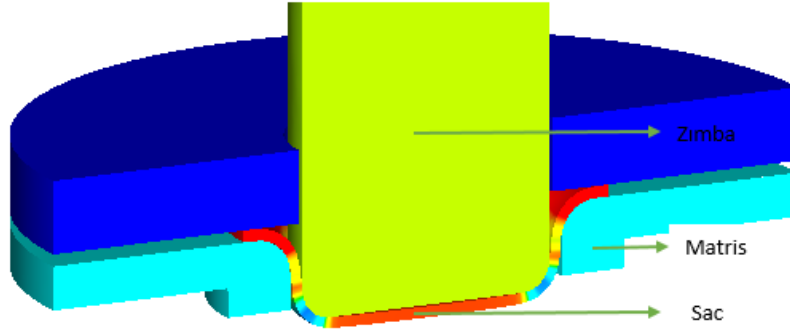
Matris, zimba, baskı plakası kuvveti ve sac malzeme için ağ yapıları oluşturularak analiz öncesi yapılması gereken işlemler tamamlanmıştır. Matris ve şekillendirme zimbasına ait ağ yapıları Şekil 3’de, baskı plakası ve sac malzemeye ait ağ yapıları ise Şekil 4’de verilmiştir.

**Şekil 3.** Dişi kalıp ve zimbaya ait ağ yapıları



Şekil 4. Baskı plakası ve sac numuneye ait ağ yapıları

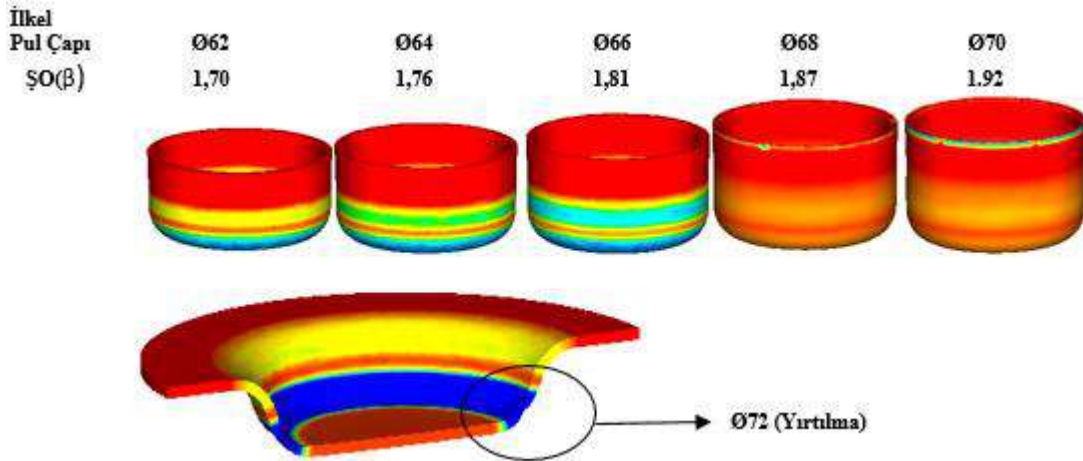
Ağ yapılarının oluşturulmasında, şekillendirme zımbası, baskı plakası ve matrisin ağ yapıları oluştururken bu kalıp unsurlarındaki radyüsler de temasların daha hassas hesaplanması için radyüslü yüzeylerdeki ağ aralığı Şekil 2 ve Şekil 3 de de görüldüğü gibi meşh boyutu daha da küçültülmüştür. Sac malzemede ise ağ aralığı 0.751 mm olarak alınmıştır. Her iki şekillendirme yönteminde, şekillendirme prosesi tek etkili preste yuvarlak derin çekme işlemine göre tasarlanmıştır. Kalıp prosesine ait ağ yapısı Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Kalıp prosesine ait ağ yapıları

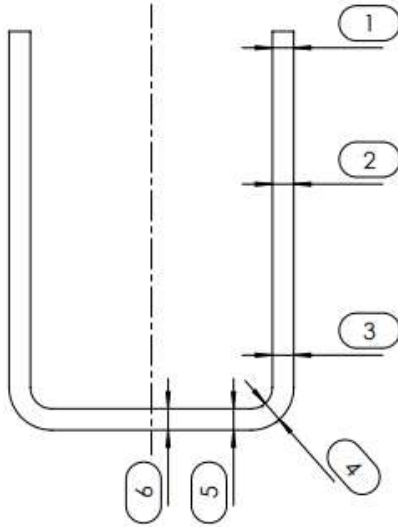
4. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada kullanılan Mart1400 malzeme Simufact forming V16 metal şekillendirme programı kullanılarak SEY çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan SEY analizleri sonucu elde edilen yuvarlak derin çekilmiş kaplar Şekil 6’da verilmiştir. Yapılan bu analiz çalışmaları sonucunda SÇO belirlenmiştir. Şekillenme oranı β ile gösterilmiştir.

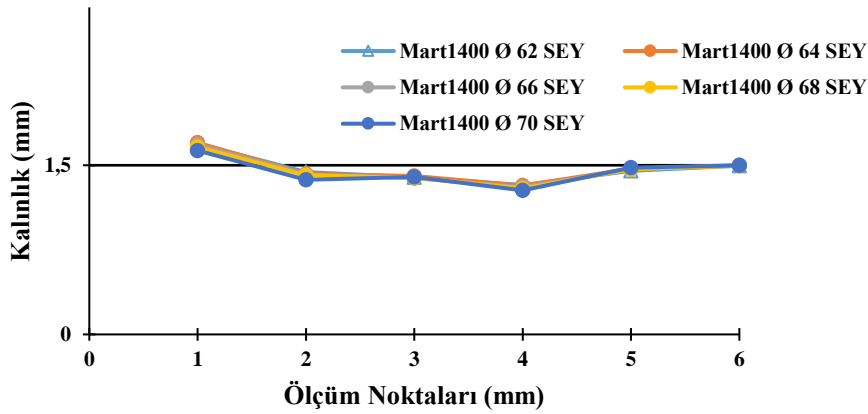


Şekil 6. Mart1400 yuvarlak derin çekilmiş kaplar

Analiz çalışmalarından elde edilen bu numunelerin kalınlık ölçümleri Şekil 7’de belirtilen noktalardan ölçülmüştür. Yuvarlak kaplar üzerinden alınan kalınlık değişimleri Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 7. Kalınlık değişimi ölçüm noktaları.

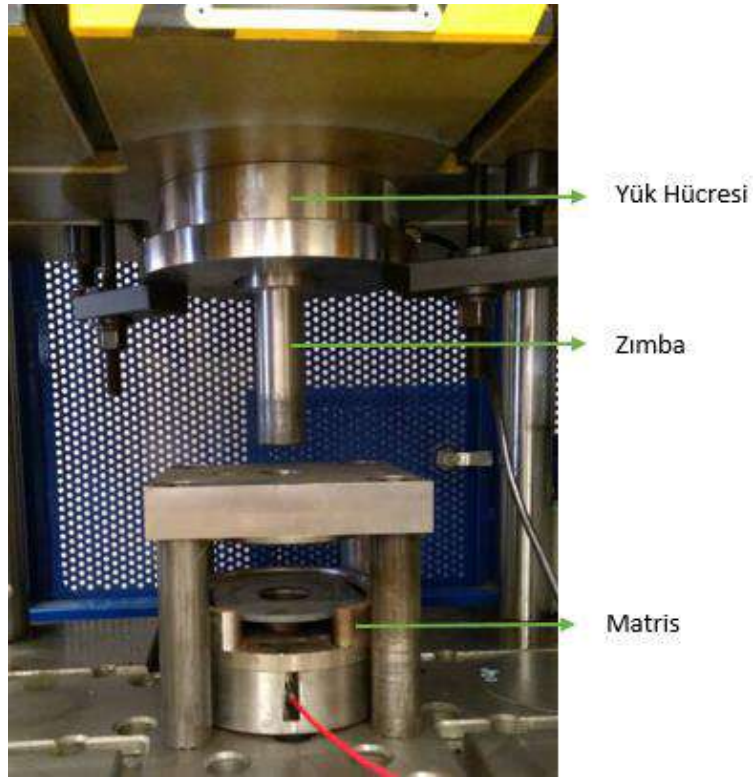


Şekil 8. SEY, Mart1400, t=1.5 mm kalınlığa ait kalınlık değişim grafiği.

SEY yöntemiyle yuvarlak derin çekme sonucunda elde edilen kapların ölçüm grafikleri ve ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, zımba kavisinin değdiği ve ona yakın olan yerlerin yanında 2 numaralı bölgenin de maksimum incelmeye uğradığı yerler olarak görülmektedir. Bunun sebebi şu şekilde açıklanır. Malzemenin içe doğru çekilmesi işlemi tamamen zımba radiüsleri tarafından gerçekleştirildiği bunun yanında 2 numaralı bölgenin incelmeye ise sona doğru üst kısımlarda kalınlığın artması bir nevi malzemede çekme etkisi yapmasından dolayı incelmeye fazla olmasına sebebiyet vermektedir.

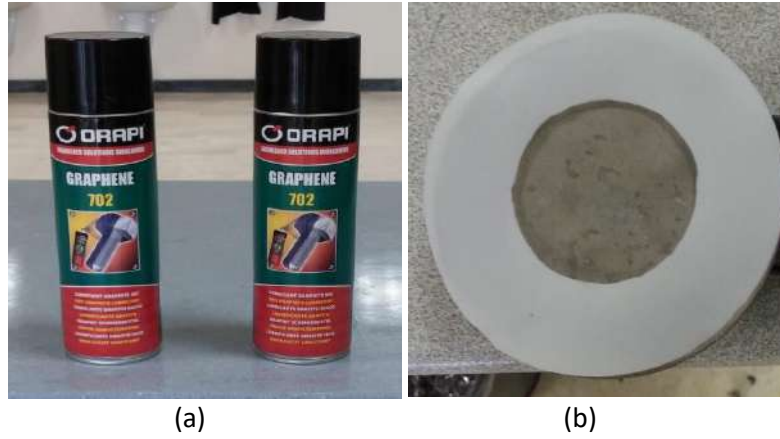
5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Analiz çalışmaları tamamlandıktan sonra deneysel çalışmalara geçilmiştir. Deneysel çalışmalar için yapılan kalıp tasarımlarının imal edilmesiyle 50/20 ton kapasiteli PLC kontrollü çift etkili hidrolik pres tezgahında deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kullanılan pres ve kalıp montajı Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Gerçek ortam deney düzeneği

Deneysel çalışmalar çalışmalarda şekillendirmeyi etkileyen önemli bir parametre olan sürtünmeyi minimize etme adına sac numunenin üzerine Şekil 10 a'da görülen grafit yağlayıcı kullanılmıştır. Grafit yağlayıcının üzerine de Şekil 10 b'de görüldüğü gibi teflon film zimba temas bölgesi boşaltılmış şekilde her iki yüzeye de konularak derin çekme işlemi gerçekleştirilmiştir.



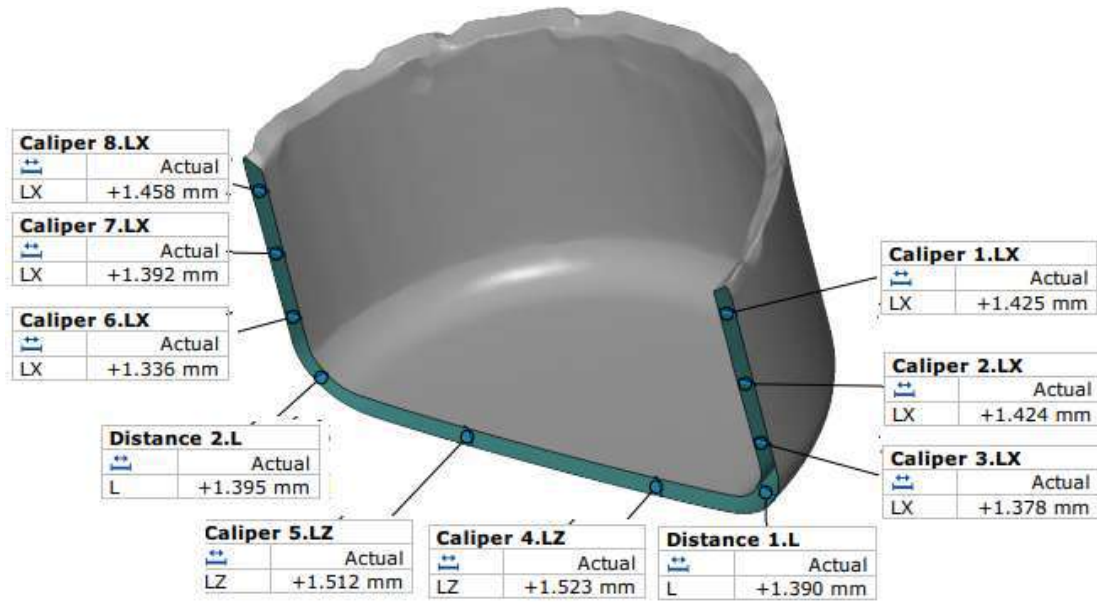
Şekil 10. a) Graphite 702 (yağlayıcı) b) Teflon film (0,3 mm)

Gerçek ortam deneyler sonucunda elde edilen yuvarlak kaplar Şekil 11'de verilmiştir. Bu sonuçlar SEY deneylerini doğrulamaktadır.

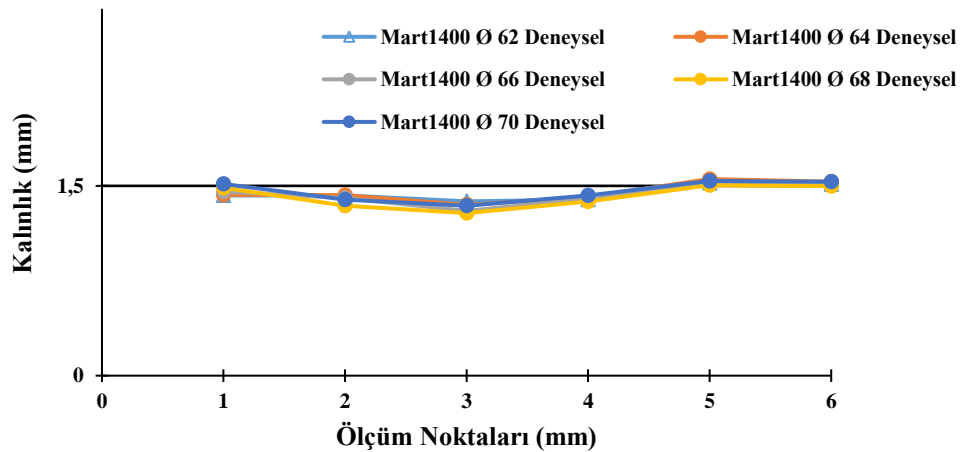


Şekil 11. Mart1400 yuvarlak derin çekilmiş deneysel kaplar

Deneyisel olarak gerçekleştirilen derin çekme kapların kalınlık değişimlerinin değerlendirilmesi için tersine mühendislikte kullanılan ATOS marka 3D tarama tezgâhında taranmıştır. Taranan numuneler kendi yazılım programıyla Şekil 12’de görüldüğü gibi tüm şekillenmiş kaplar hazırlanmıştır. Taranan malzemeler hassas bir şekilde kalınlık ölçümleri gerçekleştirildi ve Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 12. Mart1400 Ø62 mm için ATOS marka 3D taranmış malzeme



Şekil 13. Deneysel Mart1400, t=1.5 mm kalınlığa ait kalınlık değişim grafiği.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, sac metal şekillendirme analiz programı olan Simufact forming V16 kullanılarak 1.5 mm kalınlığındaki Mart1400 sacı yuvarlak derin şekillendirilebilirliği hem deneysel hem de analiz çalışmaları yapılmıştır. Her iki yöntemle de sınır çekme oranı 1.92 olarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile aynı zamanda analiz çalışmasının deneysel çalışma ile yüksek oranda benzerlik gösterdiği deney sonuçlarıyla ortaya konulmuştur. Kalınlık incelmesi sonuçlarına göre de kapların %20 den daha fazla incelme olmadan şekillendirildiği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı, 2016.06.05.457 proje numaralı Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (DÜBAP) ile destekleyen Düzce Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederiz. Ayrıca Simufact forming V16 analiz programının lisanlanmasında yaptıkları destekten dolayı NETFORM Mühendislik Makina Metal San. ve Tic. Ltd. Şti., Mert AYGEM ve Ali Baran METE'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] SSAB, “DOCOL MART1400”, SSAB, 2020. [Çevrimiçi]. Available at: <https://www.ssab.com.tr/products/brands/docol>.
- [2] S. Keeler, M. Kimchi, ve P. J. Mooney, “Advanced High-Strength Steels Application Guidelines Version 6.0”, sayı September, s. 314, 2017.
- [3] I. Kacar, F. Ozturk, ve F. Jarrar, “Defects and Remedies in Stamping of Advanced High Strength Steels Defects and Remedies in Stamping of Advanced High Strength”, *Journal of Modern Mechanical Engineering and Technology*, c. 1, sayı 2, ss. 68–74, 2014.
- [4] C. D. Horvath, “The Future Revolution in Automotive High Strength Steel Usage”, *Gm (Pp)*, 2004.
- [5] C. M. Tamarelli, “AHSS 101: the evolving use of advanced high-strength steel for automotive applications”, *Steel Market Development Institute*, s. 42, 2011.
- [6] M. Weiss, J. Marnette, P. Wolfram, J. Larrañaga, ve P. Hodgson, “Comparison of Bending of Automotive Steels in Roll Forming and in a V-Die”, *Key Engineering Materials*, 2012.

**FINDIK ZURUFUNDAN ÜRETİLEN ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERİNİN
EĞİLME ÖZELLİKLERİ**
FLEXURAL PROPERTIES OF WOOD PLASTIC COMPOSITES PRODUCED FROM
HAZELNUT HUSK

Şuayip OKUMUŞ
Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI
Düzce Üniversitesi

ÖZET

Türkiye’de ve dünyada azalan orman kaynaklarına karşılık tarımsal atıkların odun plastik kompoziti (OPK) üretiminde kullanılması giderek önem kazanmaktadır. Türkiye tarımsal atık potansiyeli bakımından dünyanın önde gelen ülkelerin arasında yer almaktadır. Bu potansiyelin OPK üretiminde kullanım imkanı bulması ile ulusal ekonomiye önemli bir katkı sağlanacaktır. Bu çalışmanın amacı fındık zurufunun odun plastik kompoziti üretiminde kullanım imkanlarının artırılmasıdır. Bu çalışma kapsamında plastik olarak polipropilen (PP) ve tarımsal atık olarak fındık zurufu (yeşil kabuk) kullanılmıştır. Düzce ili fındık üretiminde önde gelen illerden biridir ve yıllık yaklaşık 50 000 ton fındık zurufu atığı ortaya çıkmaktadır. Fındık zurufu belirli oranlarda (% 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50) odun unu yerine katılarak eğilme direnci ve elastikiyet modülündeki değişimler belirlenmiştir. PP/ fındık zurufu unu karışımının ara yüzeylerinde bağlayıcı etkiyi sağlamak amacıyla % 3 oranında maleik anhidrit polipropilen (MAPP) kullanılmıştır. Fındık zurufu, PP ve MAPP vidalı ekstruder kullanılarak pelet haline getirilmiştir. Üretilen peletlerden sıcak preste odun plastik kompoziti üretimi yapılmıştır. Fındık zurufu oranının artması ile eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. OPK içerisine MAPP eklenmesi durumunda MAPP içermeyen gruplara göre eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fındık zurufu, Odun plastik kompoziti, Eğilme direnci, Elastikiyet modülü, Polipropilen

ABSTRACT

Agricultural wastes are becoming increasingly important in the manufacture of wood plastic composites (WPC) in Turkey and in the world. Turkey is among the world's leading country in terms of agricultural waste potential. A significant contribution to the national economy will be provided with the possibility of using this potential in WPC production. The aim of this study is to increase usage possibility of the hazelnut husk (green shell) in the WPC production. The hazelnut husk and polypropylene were used as a agricultural waste and plastic raw material. Düzce is one of the leading provinces in hazelnut production and approximately 50 000 tons of hazelnut husk waste is produced annually in there. The hazelnut husk were add to the WPC's at different ratios (10%, 20%, 30%, 40% ve 50%) and bending strength and modulus of elasticity values were determined. MAPP (Maleic anhydride polypropylene) for polypropylene mixtures were add at a rate of 3% in order to provide the bonding effect on the interface of polymer/hazelnut husk flour mixtures. The pellets were produced from mixture of the hazelnut, PP, and MAPP in a screw extruder. WPC panels were pressed using a hot press. The bending strength and modulus of elasticity values were decreased as the hazelnut husk ratio in the WPC increased. The adding MAPP to the WPC improved the measured flexural properties.

Keywords: : Hazelnut husk, Wood plastic composites, Bending strength, Modulus of elasticity, Polypropylene

1. GİRİŞ

İki veya daha fazla sayıdaki aynı ya da farklı gruptaki malzemelerin, en iyi özelliklerini bir araya getirmek veya ortaya yeni bir özellik çıkarmak amacıyla, bu malzemelerin makro seviyede birleştirilmesiyle oluşan malzemelere kompozit malzeme denir. Başka bir ifadeyle, birbirlerinin zayıf yönünü düzelterek üstün özellikler elde etmek amacı ile bir araya getirilmiş değişik tür malzemelerden veya fazlardan oluşan malzemeler olarak da isimlendirilebilir (Mengelöglu ve Karakuş, 2008a).

Odun plastik kompozitleri, kendisini oluşturan plastik ve oduna kıyasla daha üstün özelliklere sahip olmaları sayesinde tüm dünyada geniş kullanım alanları bulmaya başlamıştır. Bu özellikler arasında plastik malzemeye kıyasla daha düşük maliyetli olmaları ve doğada daha kolay bozularak çevre dostu olmaları; ağaç malzemeye kıyasla ise daha iyi boyutsal stabiliteye sahip olmaları, istenilen boyut ve şekilde, farklı renk ve dokuda üretilebilmeleri; çatlamalara, mantarlara ve böceklerle karşı daha dayanıklı olmaları; geri dönüşümlü atık malzemelerden üretilebilmeleri sayılabilir (Kaymakçı ve ark., 2014).

Yıllık bitkilerin OPK üretiminde kullanımı ile ilgili çok sayıda yapılmış çalışma bulunmaktadır. Çam kozalağı (Ayrılmış ve ark, 2010), zeytin fabrikası atıkları (Ayrılmış ve Büyüksarı, 2010), Hindistan cevizi (Ayrılmış ve ark, 2011a), kestane kabuğu (Kaymakçı ve Ayrılmış, 2014), ayçiçeği sapı (Kaymakçı ve ark, 2013), kendir ve keten (Lia ve Saina, 2003), buğday sapı (Mengelöglu ve Karakuş, 2012), çay fabrikası atıkları (Çavdar ve ark. 2011), mısır sapı (Karakuş ve ark, 2010), pamuk karpeli (Kaymakçı ve ark, 2008), hintkenevir (Gassan ve Bledzki, 1997) OPK üretiminde kullanılan odun dışı lignoselülozik hammadde kaynaklarından bazılarıdır.

Bu çalışmanın amacı azalan ham madde kaynaklarına çözüm olacak fındık zurufunun OPK üretiminde kullanım imkanlarının artırılmasıdır. Bu amaçla fındık zuruflarında farklı oranlarda katılarak üretilen OPK levhaların eğilme özelliklerindeki değişimler ortaya konulmuştur.

2.MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada tarımsal atık olarak fındık zurufu, plastik olarak polipropilen ve bağlayıcı madde olarak Maleik anhidrit polipropilen kullanılmıştır. Fındık zurufu öğütücüde öğütülmüş ve sarsak elek kullanılarak ayrılmıştır. OPK üretiminde 20 mesh'lik elekten geçip 60 mesh boyutundaki eleğin üzerinde fındık zurufu unu kullanılmıştır. Elenen fındık zurufu unlarına Nüve markalı etüvde 103 °C sıcaklıkta kurutma işlemi uygulanmıştır bir kısmına termal işlem uygulanan gruplar için ayrılmış ve 160°C ve 180°C sıcaklıkta 20 dk termal işlem uygulanmıştır. Çalışma planı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma planı

GRUP	PP (%)	MAPP (%)	ODUN UNU (%)	FINDIK ZURUFU (%)	ISIL İŞLEM (°C)
A	100	-	-	-	-
B	50	-	50	-	-
C	50	-	40	10	-
D	50	-	30	20	-
E	50	-	20	30	-
F	50	-	10	40	-
G	50	-	-	50	-
H	47	3	50	-	-
I	47	3	40	10	-
J	47	3	30	20	-
K	47	3	20	30	-
L	47	3	10	40	-
M	47	3	-	50	-
N	47	3	-	50	160
O	47	3	-	50	180

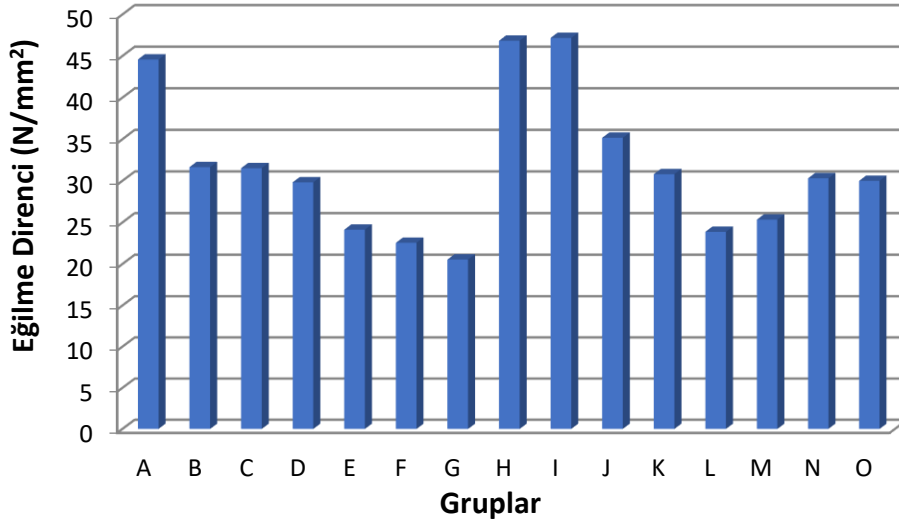
Pellet Üretimi yapılacak fındık zurufu, kayın odunu, plastik ve bağlayıcı maddelerinin karışımları sağlandıktan sonra Pellet üretimi için ekstruder besleme haznesine dökülmüştür. Ekstruder içerisindeki vidanın dönme hızı dakikada 50 devir olacak şekilde ayarlanmıştır. Beş farklı ısıtma alanına sahip olan ekstruder içerisindeki sıcaklıklar 185 °C ile 200 °C arasında olacak şekilde ayarlanmıştır. Sıcak presleme işlemleri, 10 dakikalık ön ısıtma sonrasında 80 bar basınç altında 200 °C sıcaklıkta 10 dk olarak yapılmıştır.

Üretilen levhaların eğilme direnci testleri 5 tonluk Zwick/Roell Z010 Universal test makinesinde 2 mm/dk test hızında destekler arası açıklık 80 mm'de gerçekleştirilmiştir. Eğilme direnci testinde 0,01 mm duyarlıkta hazırlanan ASTM D 790 standardına uygun numune ebatları 12 mm genişliğinde, 4 mm kalınlığında ve 165 mm uzunluğunda olup her bir grup için 10 numune kullanılarak eğilme direnci ölçümleri yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Eğilme Direnci

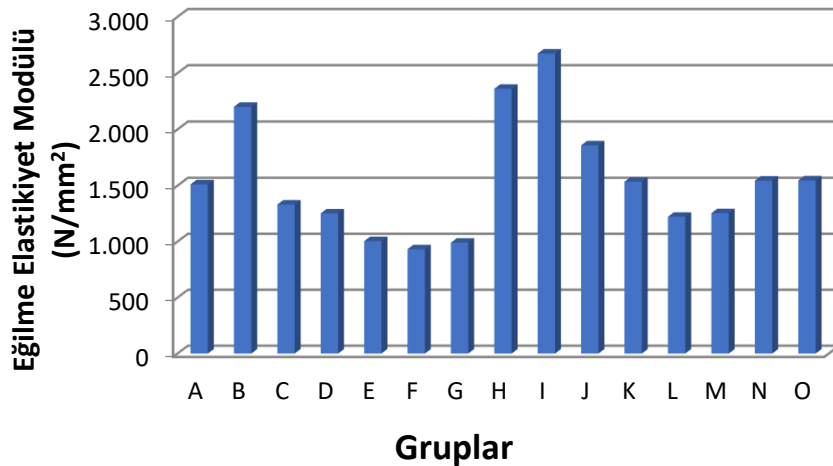
Üretilen kompozitlerin eğilme direnci değerlerine ait grafik Şekil 1' de verilmiştir.



%100 PP içeren A grubu kompozitlerin eğilme direnci değeri 44.6 N/mm² olarak bulunmuştur. Termal işlem uygulanmamış %50 PP ve % 50 odun unu olan B grubuna göre fındık zurufu oranı artan grupların (C, D, E, F) eğilme direnci değerlerinde azalma görülmüştür. % 3 MAPP kullanılan gruplardan (H, I, J, K, L, M) gruplarının MAPP kullanılmayan gruplara göre eğilme direnci değerlerinde artış gözlenmiştir. 20 dk süre ile sırasıyla 160°C ve 180°C termal işlem uygulanan N ve O gruplarının termal işlem uygulanmayan M grubuna göre eğilme direnci değerlerinde artış görülmüştür. Kabakçı, (2009). Buğday sapı ile yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında eğilme testleri sonucunda eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri belirlemiştir. Buğday sapı oranı ve polimer tipinin eğilme direnci üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Odun-plastik kompozit içerisindeki buğday sapı oranı arttığında PP kullanılan kompozitlerde eğilme direnci değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

3.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait grafik Şekil 2' de verilmiştir.



% 100 PP içeren A grubu kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1511,7 N/mm² olarak bulunmuştur. Termal işlem uygulanmamış %50 PP ve % 50 odun unu olan B grubuna göre fındık zurufu oranı artan grupların (C, D, E, F) eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde azalma görülmüştür. % 3 MAPP kullanılan gruplardan (H, I, J, K, L, M) gruplarının MAPP kullanılmayan gruplara göre eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artış gözlenmiştir. 20 dk süre ile sırasıyla 160°C ve 180°C termal işlem uygulanan N ve O gruplarının termal işlem uygulanmayan M grubuna göre eğilmede elastikiyet modülü değerinde artış görülmüştür. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değerininin %47 PP %3 MAPP %10 odun unu ve % 40 fındık zurufu olan I grubundaki kompozit levhalarda 2674 N/mm² olarak görülmüştür.

3. SONUÇ

Fındık zurufundan üretilen odun plastik kompozit levhalarda fındık zurufu oranının artması eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde azalmalara sebep olmuştur. Fakat %10 fındık zurufu oranı kullanıldığında eğilme direnci değerinde % 0.4 oranında azalma meydana gelmiştir ama bu azalmanın istatistiki olarak bir anlam ifade etmediği anlaşılmıştır. Ayrıca kullanılan MAPP'ın etkisiyle tüm gruplarda eğilme özelliklerinde iyileşmeler meydana gelmiştir. Termal işlem uygulanması da eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde iyileşmeler sağlamıştır. Bu sebeplerden dolayı tarımsal atık olan fındık zurufu iyi bir geri dönüşüm ile odun plastik kompozit üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Ayrılmış, N., Jarusombuti, S., Fueangvivat, V., Bauchongkol, P., White, R.H. 2011a. Coir fiber reinforced polypropylene composite panel for automotive interior applications. *Fibers and Polymers* 12(7):919-926.
- Ayrılmış, N., Buyuksari, U., Dundar, T. 2010. Waste Pine Cones as a Source of Reinforcing Fillers for Thermoplastic Composites, *Journal of Applied Polymer Science* 117:2324-2330.
- Ayrılmış, N., Büyüksarı, U. 2010. Utilization of olive mill sludge in manufacture of lignocellulosic/polypropylene composite. *Journal of Materials Science*, 45(5):1336-1342.
- Ayrılmış, N., Jarusombuti, S., Fueangvivat, V., Bauchongkol, P. 2011b. Effect of thermal-treatment of wood fibres on properties of flat-pressed wood plastic composites. *Polym Degrad Stabil* 96:818-822.
- Çavdar, A.D., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu, F. 2011. Tea mill waste filled thermoplastic composites: the effects of plastic type and fiber loading, *Journal of Reinforced Plastics and Composites* pp: 1-12.
- Gassan, J., Bledzki, A. K. 1997. Influence of Fiber-Surface Treatment on The Mechanical Properties of Jute-Polypropylene Composites, *Composites - Part A: Applied Science and Manufacturing*, 28 (12): 1001-1005.
- Karakuş, K., Güleç, T., Kaymakçı, A., Mengeloğlu, F., 2010. Mısır Sapı Unlarının Dolgu Maddesi Olarak Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi, *Ambalaj, Plastik, Gıda, Makine, Kalıp, Otomasyon Teknolojileri Dergisi (AP Ambalaj Plastik)*, Sayı:42, ISSN:1305-6646, pp:46-50.
- Kabakçı, A., 2009. Buğday Sapı Unu Oranının ve Plastik Tipinin Odun Plastik Kompozitlerinin Mekanik Özelliklerine Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. *Fen Bilimleri Entitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş*.
- Kaymakçı, A., Ayrılmış, N. and Akbulut, T., 2014. Dış Cephe Kaplamalarına Ekolojik bir Yaklaşım: Ahşap Polimer Kompozitler, *7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, pp.3-4.
- Kaymakçı, A., Ayrılmış, N. 2014. Waste chestnut shell as a source of reinforcing fillers for polypropylene composites, *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 27(8): 1054-1064.

- Kaymakçı, A., Ayrılmış, N., Özdemir, F., Guleç, T. 2013. Utilization of Sunflower Stalk in Manufacture of Thermoplastic Composite, *Journal of Polymers and The Environment*,
- Kaymakçı, A., Güleç, T., Karakuş, K., Kayış, S., Mengeloğlu, F. 2008. Pamuk Karpeli ve Yüksek Yoğunluklu Polietilenin Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi, I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi, 5-7 Kasım 2009, s. 273-277, Bartın.
- Lia, H, Saina, M.M. 2003. High Stiffness Natural Fiber-Reinforced Hybrid Polypropylene Composites, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 42(5):853-862.
- Mengeloğlu, F. Karakus, K. 2012. Mechanical properties of injection-molded foamed wheat straw filled HDPE biocomposites: The effects of filler loading and coupling agent contents. *BioRes.* 7(3), 3293-3305.
- Mengeloğlu, F., Karakuş, K. 2008a. Polymer-Composites from Recycled High Density Polyethylene and Waste Lignocellulosic Materials. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17 (2); 211-217.

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF CULTURE PERIOD IN DAYS ON GRASS PEA PLANT REGENERATION

Dr. Öğr. Uyesi, Parisa POURALI KAHRIZ

Ardahan Technical Sciences Vocational School, Ardahan University

ABSTRACT

Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) is an important plant legume crop. It has large potential for their use as animal feed and human consumption as it can grow on marginal lands and can survive even under extreme abiotic stress. There is a need to develop in vitro micropropagation protocols in grass pea containing β ODAP (β -N-oxalyl-L- α,β diaminopropionic acid) that is responsible for human neurological and animal disorders. This study aimed to study behaviour of grass pea under tissue cultures conditions using embryo explants with two cotyledons cultured for 5-25 days, 10-20 days, 15-15 days, 25-5 days and 30-0 days (5 different periods) on MS medium containing 0.05 mg / l TDZ followed by their cultures on MS medium in the same order. The maximum shoot regeneration frequency (100%) with 18 shoots per explant was induced on MS medium containing 0.05 mg/l TDZ-MS medium using 15-15 days cultures period. The mean shoot length decreased proportionately with increasing durations of cultures period treatments. The regenerated shoots were rooted on MS medium containing 0.25, 0.5 mg/l IBA. The plants were acclimatised in the greenhouse. In conclusion, the importance of the time period for explants to remain on a specific phytohormones containing medium has been emphasised in this micropropagation study.

Key words: effects of periodicity, cultures day lengths, micropropagation, tissue culture

MURDUMUK BİTKİ REJENERASYONU ÜZERİNE KÜLTÜR GÜN SÜRELERİNİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Murdumuk (*Lathyrus sativus* L.) önemli bir baklagil bitki ürünüdür. Marjinal topraklarda büyüebildiği ve aşırı abiyotik stres altında bile hayatta kalabildiği için hayvan yemi ve insan tüketimi olarak kullanımları için büyük bir potansiyele sahiptir. İnsan ve hayvanların nörolojik hastalıklarından sorumlu olan β ODAP (β -N-oksaliil-L- α,β diaminopropiyonik asit) içeren murdumuk içinde in vitro mikro-çoğaltma protokolleri geliştirmeleri gerekmektedir. İki kotiledon ile embriyo eksplantları 5 farklı süre 5-25 gün, 10-20 gün, 15-15 gün, 25-5 gün ve 30-0 gün sırasıyla 0.05 mg/l TDZ içeren MS ortamı - MS ortamına aktırılarak kültüre alınmıştır. 15 gün boyunca eksplantların TDZ içeren ortamında kalma sonucu eksplant başına

18 adet sürgün elde edilmiştir. Eksplantlar üzerinde % 100 sürgün rejenerasyon izlenmiştir. Ortalama sürgün uzunluğu, kültür dönemi muamelelerin süreleri ile orantılı olarak azalmıştır. Elde edilen sürgünler, 0.25 mg / l IBA içeren MS ortamı üzerinde köklendirilmiştir. Bitkiler sera koşullarda dış ortamına alıştırılmıştır. Sonuç olarak sağlıklı mürdümük mikroçoğaltım için hormon muamele sürenin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: periyodisiti etkileri, kültür gün süreleri, mikroçoğaltım, doku kültürü

Introduction

A small number of species among 189 species in genus *Lathyrus* L. are cultivated for commercial purpose [1 Allkin et al. 1985]. *Lathyrus . sativus* is the most popularly cultivated *Lathyrus* species and is used as human food and animal feed. It can grow on marjinal lands under harsh environments conditions especially in Ethiopia and the South Asian countries (Pakiistan, India, Bangladesh) [4,5 Jackson and Yunus 1984, Hanbury et al. 2000] China, Australia and several European countries [10 Patto et al. 2006]. This plant species has a neurotoxin called β -N-oxalyl-L-a, β -diaminopropionic acid (ODAP/ BOAA) that is main cause of lathyrism and induce paralysis of lower limbs. [7 Campbell et al. 1994]. Anti-nutritional factors (ANFs), like trypsin inhibitors, amylase inhibitors, chymotrypsin inhibitors, lectins, tannins, phytate and oligosaccharides are also present in *L. sativus*. There is need to reduce the amount of these toxins in the seeds of this plant for same human and animal use.

Traditional breeding techniques have failed to eliminatethis compound from the plant as these techniques use unpredictable very long and labor consuming breeding techniques It is desired to improve the quality of *L. sativus* breeding to improve quality, protein sources, and provide low cost *L. sativus* plants varieties that are suitable for cultivation in rainfed agriculture for better consumption by human and animals [5,11, Hanbury et al. 1999, 2000]. Some breeders from Canada, ICARDA and Ethiopia have reported *L. sativus* lines with 0.01% ODAP/ BOAA, however general commercial cultivars show presence of 0.6-1.2% BOAA. The biosynthesis mechanism of ODAP/BOAA has been describes by [12 Lambein et al. 1990]. Understanding of this mechanim will help in breeding of zero or low ODAP/ BOAA cultivars [6 Clayton 1997] ; where genotype is an important factor affecting concentration of of ODAP/ BOAA that could be facilitated and by integrating rapid tissue cultures and molecular mapping [13, 14, Tiwari and Campbell 1996, Yadav and Mehta 1995] and to breed ODAP/ BOAA free cultivars.

The progress in tissue cultures of lathrus species is very slow with very few reports on tissue cultures of the species. Availability of good tissue cultures based regeneration protocols is a prerequisite for rapid breeding. *L. sativus* is very recalcitrant to plant root regeneration [15 Mehta and Santha 2007]. The aim of the study was to optimize a shoot regeneration protocol for *L. sativus* for treatment of tissues with plant growth regulators.

When the tissues are cultured, the secretion of different metabolites and phenolic compounds from the tissues, results in oxidation of these compounds after they are in contact with oxygen, resulting in oxidation of the respective tissues leading to necrosis and is considered an obstacle for regeneration from the cells and tissues. This leads to full or partial death of the plant cells and tissues meant for regeneration. The formation of necrosis occurs for different reasons. One reason among them is prolonged culture of many explants on cultures medium for long time that induce damage to many tissues. The idea was that solutions to this problem will aid in rapid plant transformation studies, 2ndry metabolite production and similar other scientific studies.

Therefore, the aim of this research was optimize different periods of grass pea zygotic embryo with two cotyledon explants cultured on MS medium containing 0.05 mg/l TDZ, to improve regeneration potential and capability without inducing any damage to the regenerating shoot or their rooting potential under in vitro conditions.

Materials and methods

The mature seeds of grass pea were collected from Agricultural research Institute, Yenimahalle, Ankara, Turkey.

Surface sterilization

The grass pea seeds were subjected to surface-sterilization by pretreatment with 70% (v/v) ethanol for 30 -60 sec. followed by sterilisation with 4% (v/v) NaOCl for 30 min. The sterilized seeds were rinsed 3×3 min with sterilized distilled water. These seeds were treated with warm water (40°C) for 2 hours to loose contact of seed coat with seeds. The seed cotyledons were gently split open using scalpel blades and the embryo were cultured on MS medium having 0.05 mg/l TDZ followed by their cultures on MS medium for 5-25 days, 10-20 days, 15-15 days, 20-10 days, 25-5 days and 30-0 days (6 different periods) in the same order. The MS medium also contained 3% sucrose and the medium was solidified with 6.5 g/l (w/v) agar.

Statistical analysis

Each treatment contained 15 explants with three replications and was repeated three times. One way ANOVA (SPSS 24 for Windows computer software) was used to analyze the data. Posthoc tests were performed using LSD test. All data given in percentages were not analyzed without subjecting them to arcsine transformation (Snedecor and Cochran 1967).

Results and Discussion

This study tested 7 periods to study regeneration behaviour of explants. The results showed very interesting results related to periodicity on shoot regeneration behaviour. The decline of new shoot formation was noted after 30 days of cultures. Shoot regeneration behaviour and shoot length varied in all treatments. No shoot regeneration was noted on MS medium used as control. Shoot regeneration started within 5 days of zygotic embryos on cultures medium. Excluding Control treatments, rest of the treatments showed 100% shoot regeneration. Number of shoots per explant varied and ranged 6.82- 13.95 shoots per explant. Number of shoots on 4th to 7th periodic treatments varied numerically but were statistically similar. The minimum number of shoots were noted in first periodic treatment and the maximum shoots were noted on 5th periodic treatment.

The shoot length ranged 1.62 cm to 3.79 cm. The longest shoots (3.79 cm) were noted on 4th periodic treatment. The shoot length on 4th, 5th and 6th periodic treatment remained statistically similar and maximum. There was a sharp decrease in the shoot length on 7th periodic treatment. Similarly the shoots induced on 2nd (with shoot length of 1.62 cm) and 3rd (with shoot length of 1.81 cm) periodic treatment did not induce longer shoots.

Table 1: Effect of periodicity in cultures treatment on shoot regeneration behaviour of grass pea using mature embryo explants

Number of Treatment periods	Treatment period in days		Regeneration period (days)	Regeneration percentage (%)	Number of shoots per explant	Shoot length (cm)
	MS medium containing 0.05 mg/l TDZ	MS medium				
1	00	30	0.00	00.00	0.00d	0.00d

2	05	25	5.00	100.00	6.82c	1.62c
3	10	20	5.00	100.00	8.34b	1.81c
4	15	15	5.00	100.00	13.00a	3.79a
5	20	10	5.00	100.00	13.95a	3.51a
6	25	05	5.00	100.00	13.77a	3.42a
7	30	00	5.00	100.00	13.75a	2.48b

**All values shown in a single column are statistically different using Duncans multiple range test at $p < 0.01$ level of significance

Each value is mean of 15 explants

The in vitro cultures induced shoots from each periodic treatment were rooted using 30 mg/l IBA. The results showed that the rooting behaviour of each treatment varied. All shoots regenerated on 2nd, 3rd and 4th periods began rooting in first +5 days of cultures. The shoots taken from explants in 5th periodic treatment rooted with in +15 days and the shoots taken from explants in 6th and 7th periodic treatment rooted in +20 days of culture. The elongation of period in inducing roots also affected percentage of rooting, number of roots per shoot and root lengths.

Rooting percentage ranged 8.10-50%. Maximum of 50% root length was noted on the shoots taken from 2nd, 3rd and 4th periodic treatment. The minimum rooting was noted on shoots taken from 7th periodic treatment.

Number of roots per shoot ranged 1.39 -2.34. The maximum roots were noted on 4th periodic treatment. The number roots per explant on shoots obtained from periodic treatments 2, 3 and 4 were statistically similar. Rest of the treatments excluding control treatment induced statistically dissimilar roots per explant.

The root length on the shoots taken from dissimilar periodic treatments varied with a range of 1.26 -3.82 cm. The longest roots were induced on shoots regenerated on 2nd periodic treatment. The root lengths on periodic treatments 2, 3, and were statistically similar. However, the root lengths on periodic treatment 5, 6, and 7 were dissimilar from the above mentioned treatments but statistically similar among them.

were induced on shoots regenerated on 2nd periodic treatment. induced root health. are accustomed to external environment in greenhouse conditions. Consequently, the importance of hormone treatment time for healthy grasspea micropropagation is emphasized in this study.

Table 2: Effects of periodicity on rooting of shoots that remained on shoot regeneration medium for different periods of time.

Number of Treatment periods	MS medium containing 0.05 mg/l TDZ	MS medium	Rooting period (days)	Rooting percentage (%)	Number of roots per explant	Root length (cm)
1	00	30	0.00	00.00e	0.00c	0.00b
2	05	25	+5	50.00a	2.82a	3.82a
3	10	20	+5	50.00a	2.34a	3.33a
4	15	15	+5	50.00a	2.23a	3.25a
5	20	10	+15	25.39b	1.82b	1.26b
6	25	05	+20	13.75c	1.53c	1.27b
7	30	00	+20	8.10d	1.39d	1.37b

**All values shown in a single column are statistically different using Duncans multiple range test at $p < 0.01$ level of significance

Each value is mean of 15 explants

Discussion

Micropropagation is emerging as a potential method for rapid large scale multiplication of plants. It is well established that source of explants, level of ploidy, conditions of cultures and age of the in vitro cultures induce variations in regeneration and influence variable responses during micropropagation. These variations occur with variable disturbances over time and alteration in physiological pattern of cell growth and DNA based changed responses in cell functions post exogenous application of phytohormones (Steward and Rao 1970, Singh et al. 2012b) without giving any damage to the developing shoots. Gill & Saxena (1992) has underlined significance of TDZ and describes its interaction with endogenous hormones leading to changes in physiology of plant and reprogramming the mode of morphogenetic responses with organogenesis and somatic embryogenesis suggestively by release, synthesising, protection or inhibition of auxins in situ or in combination to other sub-cellular metabolic changes, especially in main regulatory enzymes and related proteins. TDZ is an active cytokinin like substance that is widely used for rapid shoot regeneration of number of plant species. Khawar et al. (2004) has noted a high percentage of shoot regeneration on cotyledonary nodes of lentil with TDZ. This study shows that grass pea rooting was influenced negatively if the period of cultures exceeded 15 days. Fratini & Ruiz (2002) confirms this study and has reported that TDZ inhibited rooting in lentil. The results are also in agreement with similar findings by Yusnita et al., (1990), in *Cercis canadensis* L. var. *alba* (Rehder) Bean., Preece et al., (1987) in *Hibiscus rosa-sinensis* L. and Gray & Benton, (1991) in muscadine

grape after using TDZ. These results emphasise the significance of TDZ in inducing shoot regeneration and their negative influence on regeneration from zygotic embryos depending on the the period and duration or age of cultures.

The main objective of tissue cultured plants based micropropagation is to obtain healthy, repeatable clonal uniformity of in vitro raised plants. Avoiding these precautions results in number of problems like hyperhydricity, necrosis, difficulty in rooting etc. on the micropropagated plants. The study showed that periodicity or age of cultures affects regeneration behaviour of explants. Over culture of explants may result in inducing carry over effect that may disturb growth pattern of developing shoots and roots. This study reports effect of length of culture age on stability grass pea cultures raised from embryo explants. The study reports an efficient method to determine the optimum period of TDZ phytohormonal treatment of grass pea embryos for micropropagation from embryo explant. These embryos behaved variably depending on their period of culture on regeneration medium and significantly influenced the pattern of growth on explants and influenced their regeneration behaviour. Similarly, Huettman & Preece, (1993) has also noted that prolonged TDZ cultures are hazardous and induce damages on the plant tissues that inhibit rooting due to the “carry over” effect of TDZ. Khawar et al. (2004) also accepts inhibition of rooting on TDZ micropropagated shoots.

It follows from the discussion that the length of cultures significantly affected the physiological system of the explants and regeneration or other features of the micropropagated shoots in turn. Thus the results were influenced by the disposition of the period of hormone treatment affects and were reflected explicitly in regenerated shoots and roots.

The longer contact of plant hormones induce some dysfunction on the mother tissues and should be carried out very carefully. The decline of new shoot formation after 30 days of cultures showed that organ forming capabilities are completely hindered after a specific period of treatment. The optimal medium treatment period for micro propagation was 15 days of culture with phyto hormonal treatment. The developed protocol has high potential and could be extended to related cultivars and species. It is concluded and underlined that the optimisation of the length of cultures is of significance importance in grass pea and confirm influence of period of treatment with TDZ on healthy regeneration ability. from the explants

References

1. Allkin, R., T.D. Macfarlane, R.J. Witte, F.A. Bisby and M.E. Adey, 1985. The geographical distribution of *Lathyrus*. Viciae Database Project, 7: 1-75.
2. Campbell, C. G., Mehra, R. B., Agrawal, S. K., Chen, Y. Z., Moneim, A. A., Khawaja, H. I. T., & Araya, W. A. (1994). Current status and future strategy in breeding grasspea (*Lathyrus sativus*). In *Expanding the production and use of cool season food legumes* (pp. 617-630). Springer, Dordrecht.
3. Clayton GC. 1997. Promoting conservation and use of underutilized and neglected
4. crops. Grass pea *Lathyrus sativus* L. International Plant Genetic Resources Institute,
5. Fratini R & Ruiz ML (2002). Comparative study of different cytokinins in the induction of morphogenesis in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *In vitro cellular and Developmental Biol Plant* 38: 46-51.
6. Steward, F. C , and Rao , K. V. N . (1970). Investigations on the growth and metabolism of cultured explants of *Daucus carota*. III. The range of responses induced in carrot explants by exogenous growth factors and by trace elements. *Planta* 91, 129-145.
7. Gill R & Saxena PK (1992). Direct somatic embryogenesis and regeneration of plant from seedling explant of peanut (*Arachis hypogae* L): Promotive role of thidiazuron. *Can J Bot* 70: 1186- 1192. 426.
8. Gray DJ & Benton CM (1991). *In vitro* micropropagation and plant establishment of muscadine grape cultivars (*Vitis rotundifolia*). *Plant Cell Tiss Org Cult* 27: 7-14.
9. Hanbury, C. D., White, C. L., Mullan, B. P., & Siddique, K. H. M. (2000). A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. grain for use as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 87(1-2), 1-27.
10. Hanbury, C. D., Siddique, K. H. M., Galwey, N. W., & Cocks, P. S. (1999). Genotype-environment interaction for seed yield and ODAP concentration of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. in Mediterranean-type environments. *Euphytica*, 110(1), 45-60.
11. Jackson, M. T., & Yunus, A. G. (1984). Variation in the grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and wild species. *Euphytica*, 33(2), 549-559.
12. Khawar, K. M., Sancak, C., Uranbey, S., & Özcan, S. (2004). Effect of thidiazuron on shoot regeneration from different explants of lentil (*Lens culinaris* Medik.) via organogenesis. *Turkish Journal of Botany*, 28(4), 421-426.
13. Lambein, F., Godelieve, O., & Yu-Haey, K. (1990). β -Isoxazolinone-alanine is involved in the biosynthesis of the neurotoxin β -N-oxalyl-l- α , β -diaminopropionic acid. *Phytochemistry*, 29(12), 3793-3796.

14. Mehta SL, Santha M. 2007. Somaclonal Variation and Genetic Transformation in *Lathyrus sativus*. In: PB Kirti ed. Handbook of new technologies for genetic improvement of legumes. CRC press. pp 177-185.
15. Mok MC & Mok DWS (1985). The metabolism of [14C]-thidiazuron in callus tissue of *Phaseolus lunatus*. *Physiol Plant* 65: 427-432.
16. Murashige T & Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15: 473- 497.
17. Patto, M. V., Skiba, B., Pang, E. C. K., Ochatt, S. J., Lambein, F., & Rubiales, D. (2006). *Lathyrus* improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical breeding to marker assisted selection. *Euphytica*, 147(1-2), 133.
18. Preece JE, Huetteman CA, Ashby WC & Roth PL (1991). Micro and cutting propagation of silver maple. I. Results with adult and juvenile propagules. *J Amer Soc Hort Sci* 116: 142-148.
19. Preece JE, Huetteman CA, Puello CH & Neuman MC (1987). The influence of Thidiazuron on in vitro culture of woody plants. *Hort Science* 22: 1071.
20. Snedecor GW & Cochran WG (1967). Statistical methods. The Iowa State University Press. Iowa. USA.
21. Tiwari, K. R., & Campbell, C. G. (1996). Inheritance of neurotoxin (ODAP) content, flower and seed coat colour in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Euphytica*, 91(2), 195-203.
22. Yadav, V. K., & Mehta, S. L. (1995). *Lathyrus sativus*: a future pulse crop free of neurotoxin. *Current Science*, 288-292.

**OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN TİPİK BİR VERNİK KABİNİNİN
NÜMERİK ANALİZİ**
NUMERICAL ANALYSIS OF A TYPICAL LACQUER BOOTH WHICH IS USED IN
THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Alkan İŞERİ
Prof. Dr. Şenol BAŞKAYA
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Sprey kabinleri, otomotiv, uzay ve havacılık gibi çeşitli endüstrilerde ürünlerin boya ve vernik işlemlerinin kaliteli, doğru ve emniyetli bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır. Günümüzde en fazla otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır. Kabinlerin geometrik boyutları endüstri ve ürün çeşitliliğine göre değişmektedir. Otomotiv endüstrisi çok fazla üretim kapasitesinin olduğu bir endüstri olduğundan, bu alanda kullanılan spreycabinleri çok büyük boyutlarda olabilmektedir. Bu kabinlerin en önemli özelliği kimyasal çözücüler ve solvent gazlardan kaynaklı oluşabilecek yangın riskini kontrol altına almak ve çevreye zarar vermeden vernik ve boya işleminin yapılmasını sağlamaktır. Kabin içerisinde robotların ve operatörün çalıştığı iki ayrı bölge bulunabilir. Spreycabinleri fiziksel olarak robotlar veya operatör tarafından aşırı püskürtülen boya veya vernik partiküllerinin tutularak operasyon bölgesinden uzaklaştırılmasını ve alt sistemler aracılığıyla ayrıştırılmasını sağlamaktadır. Ayrıca operasyon alanındaki havanın şartlandırılmasını ve bölgesel olarak havanın akış hızının kontrol edilmesini sağlar. Spreycabini uygulamalarında havanın yönlendirilmesi kritik bir parametredir ve kabin üstünde bulunan plenum kutusu bunun için tasarlanmıştır. Sisteme hava besleme ünitelerinden gelen hava istenilen nem ve sıcaklığa doyurulduktan sonra plenum kutusu içerisinde filtrelerden geçerek temizlenir ve kabin içerisine gönderilir. Spreycabinleri uzunluğu arttıkça bu havayı kabin boyunca yönlendirebilmek ve operasyon bölgesinde homojen bir vektörel hız dağılımı elde etmek zorlaşmaktadır. Kabin içerisindeki boya veya vernik partiküllerinin fiziksel davranışlarını elde etmek amacıyla yapılan analitik çözümlerin kompleksliği sebebiyle numerik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında HAD sayısal modellemesi yapılan bir vernik kabini içerisindeki havanın 6 farklı kesitte vektörel hız dağılımları incelenmiştir. Kabin içerisinde 3 farklı hava giriş ve çıkış noktası bulunmaktadır. Hava besleme ünitelerinden belirli bir debide gönderilen hava kabin su altı sistemine geçerek ayrıştırılır ve geri dönüşüm suyu olarak tekrar sistemde kullanılır. Numerik analizin ilk aşamasında otomobilsiz bir model için hücre yapısı sıklığı artırılarak en uygun ve gerçek çözümü veren sıklıktaki hücre yapısı seçilmiştir. Daha sonrasında hava giriş ve çıkış debileri değiştirilerek kabin içerisindeki havanın vektörel hız dağılımındaki değişimler gözlemlenmiştir. En son aşamada ise kabin içerisine otomobiller yerleştirilip uygun hız debisi için analiz tekrar edilmiştir. Elde edilen vektörel hız dağılımları farklı debi değerleri, kabinin boş olduğu ve otomobillerin olduğu durumlar için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Spreycabini, HAD, Hava Debisi, Plenum Kutusu, Hücre Sıklığı

ABSTRACT

Spray booths provide a qualified, correct and safe paint and lacquer process of products, which are used in the automotive and aerospace industry. Nowadays, it is mostly used in the automotive industry. The geometric dimensions of the spray booths change with respect to the variety of products and industries. Automotive industry has a huge amount of production capacity, which makes the size of the spray booth enormous. The most significant qualification of spray booth is to get under control the possibility of fire risk, because of the chemical solvents, and to provide the paint and lacquer process without making any damage to the operator or environment. There can be two different zone, which have operators and robots inside of the booth. Spray booths catch the overspray paint or lacquer particles, which is sprayed

by robots or operators for removing from the operation area, and decompose them by subsystems. Furthermore, it provides the conditioning of the air inside the operation area and controls the speed of the air locally. To direct the air is the critical parameter, and a plenum box is located on the upside of the booths, designed for that reason. After the air coming from the air supply unit is saturated to required temperature and moisture levels, it is cleaned by the filters from inside of the plenum box and sent to the spray booth. As the length of the booth increases, it becomes difficult to direct that air and obtain a homogeneous vectorial velocity distribution. Numerical studies have been performed for complexity of the analytical solutions, which is required for obtaining the physical behavior of the paint and lacquer particles inside the booth. In the scope of this study, vectorial distributions of the air inside the booth for a geometrical model have been observed in six different sections using CFD. There are 3 different inlets and outlets of the air inside the booth. The air sent from the air supply unit at a specified volumetric flow rate is decomposed passing through to the water sludge system, and used in the system as a recycling water. In the first step of the numerical analysis, the density of the mesh was chosen by increasing the density of the mesh in each step of the simulations, which gives the most appropriate and true solution. Then the changes of the vectorial velocity distributions of the air have been observed by changing the volume flow rate at the inlet and outlet. At the last stage, the simulations have been repeated for an appropriate volume flow rate, by placing automobiles inside the booth. The data which has been obtained has been compared separately in the states of different volume flow rates, booth without automobiles and booth with automobiles.

Keywords: Spray Booth, CFD, Volume Flow Rate, Plenum Box, Mesh Density

1. INTRODUCTION

Nowadays, spray and lacquer booths are used in automotive, space and aeronautical industry. The more technology develops, the less production time is used, and high quality products are produced. Spray booths are especially used for decreasing the rate of manual touch in automotive and aeronautical industry.

Spray booths are designed in a way that no damage to the environment and operators should occur, regardless of the type of industries, which they are used in. Numerical studies are better to be used because of complexity and disability of analytical solution, which is understood from the studies for understanding the physical mechanism of the spray booths

In the scope of this study, numerical analysis of a typical lacquer booth has been performed by using computational fluid dynamics.

2. PAINT FACTORY

Paint factory functions as a bridge between the body and assemble shop of the automotive industry.

2.1.DEFINITION

Paint plant has areas that have most complicated processes. Steps of these processes have a long chain, and it requires high automation. (Streitberger & Dössel, 2008)

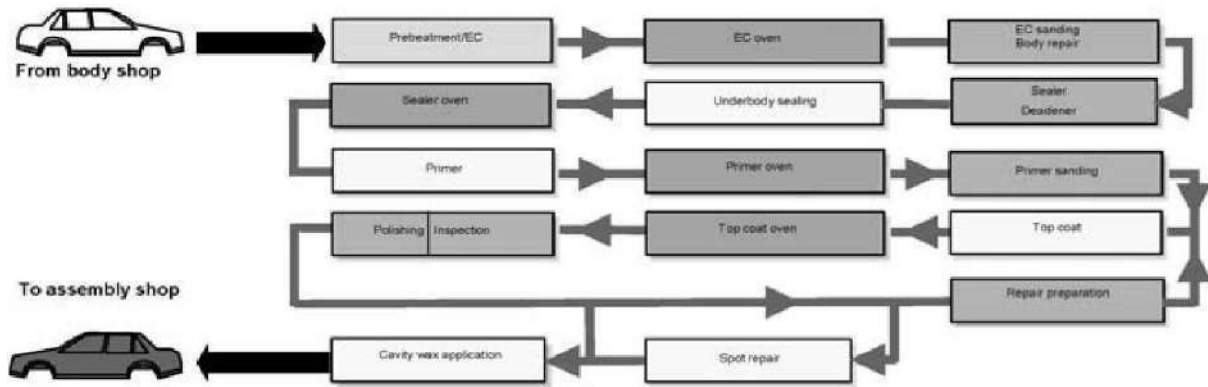


Figure 1. Flow Scheme of Paint Process (Streitberger ve Dössel, 2008)

Parts come to the paint factory after they have gone to the welding factory and all of the procedures, which are shown above, are proceeded for sending them to the assembly factory. In the figure, which is shown below show, one can see the process arrangement of a paint factory of some automobile manufacturers.

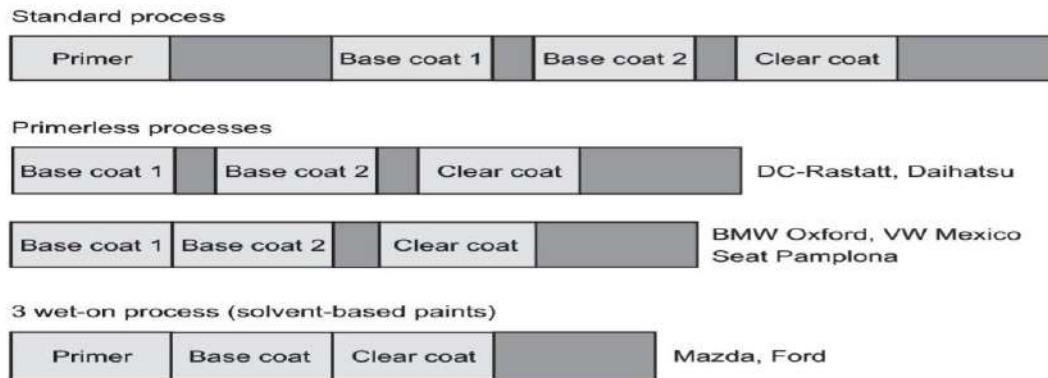


Figure 2. Booth Arrangement of Some Manufacturers (Streitberger ve Dössel, 2008)

2.2. PAINTING PLANT

The paint process in the spray booth is performed under specific and required conditions of temperature and moisture. The overspray, which is formed during the paint process, pass through the inside of the booth vertically, and after that it is absorbed by an exhaust fan. Air is sent through the booth continuously by air supply units in a specific volume flow rate. The air which is absorbed by fans is filtered in a number of steps, is heated, is moistened and is pumped through a plenum chamber, depending on the type of the operation, for having a vertical velocity between 0,2 m/s and 0,5 m/s, which is called pressure room and it provides a uniform flow. The particles, which have been formed because of overspray, are sucked by water. The paint particles, which are carried by water, are diluted by a coagulating substance, and is removed from the water by technological filtration devices. Spray booth water has a closed loop in the system. Evaporated and removed from its paint particles, water is added to the subsystem of water. (United States of America Patent No. 4,173,924, 1979)

2.3. SPRAY BOOTHS

Spray booths control a number of critical parameters, such as decomposing dirt and dust inside the paint area, catching over-sprayed paint particles, and conditioning supply air in a way of temperature and relative humidity.

20% to 70% of the paint particles, which are sprayed missed the target depending on the design of the booth, and the type of the paint process, and is called overspray.

Air supply unit, exhaust fan and sludge water are three required mechanical subsystems for designing a paint booth. Each of the systems have different functions and all of them need to work in a harmony for providing required system performance, and protecting balance of the spray booth. A spray booth ensures a required cross draft and downdraft velocity of air and booth pressure for the painting process if it has a balanced condition.

The conditions of air, which exists inside the booth, can be defined as a state of balance of the booth if all of the conditions are carried out as shown below. (Hagedorn & Burinsky, 1999)

1. The volume of air Supply must be in the state, designed by manufacturer
2. The volume of exhaust air must be in the state, designed by manufacturer
3. The volume of sludge water must be in the state, designed by manufacturer

Ensuring these parameters continuously and keeping its balance improves the paint process.

Spray booths inhibit dangerous facts such as fire and explosion because of leakage near operation areas. Besides, they control air-fuel mixture and no flammable combinations.

First function of a spray booth is decreasing risk of fire and explosion. Second, to protect operators against toxic substances.

2.4. AIR CONTROL STRATEGY OF SPRAY BOOTH

Flow of fluid inside a spray booth is shown below. Interactions of total airflow extending from the inlet along the exhaust between factory and booth air must be considered in order to design a closed loop air-control system.

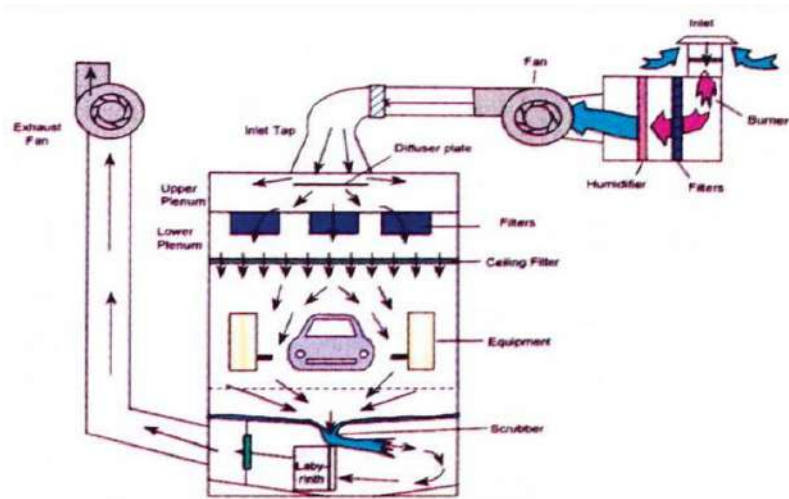


Figure 3. Flow of Air Inside a Booth

The Ford Motor Company has improved a certified spray booth air balance control system based on innovations at five different technological improvements. This system includes improvements, which has been mentioned below. (Tong & Weiner, 2000)

1. CFD Modelling
2. Air velocity sensors
3. Filter medium, which is optimized
4. Sludge Water System
5. Intelligent control algorithms and booth design

When the configuration of the spray booth with the Bradshaw patent is examined in detail, the evaporator, condenser, temperature control sensor, warm water source, and the required heating and cooling processes are applied to ensure the air balance and required thermodynamic

parameter inside the booth. Specifically, the advantage of this study is that it allows high-efficiency filtration of exhaust air.

In the book “Ventilation Guide for Automotive Industry” published in 2000, the ventilation systems in the paint factories consist of supply and exhaust air systems. The main purpose of the ventilation systems in paint factories are: (Penton Media, 2000)

- Providing the required supply air throughout the process
- Keeping the area inside the structure under suitable pressure conditions
- Ensuring the comfort parameters of the people in the building

Villafruela and Pallares and their friends; has been study numerically and experimentally on the flow pattern inside the plenum chamber. Result from this study, an accurate simulation of the airflow pattern in a room with a particular ventilation strategy depends deeply on the boundary conditions, especially the air supply openings. (Villafruela, Sierra-Pallares, Castro, & Alvaro)

Another invention, which is invented by Kolta and Dearbon, can be used to advantage in a paint spray booth, including an air supply having a fan motor. The applicant has discovered an improved apparatus and method for controlling the speed of air. (United States Patent No. 5,480,349, 1996)

3. DEFINITION OF PROBLEM AND MATHEMATICAL FORMULATION

The main problem of the spray booth is to direct the air homogeneously along the booth depending on the procedure. Therefore, the flow of air inside the lacquer booth, which will be analyzed, forms the root of this study.

3.1. LACQUER BOOTH

Lacquer process of car bodies, which are, came from basecoat booth is performed here. Typical lacquer process in automotive industry need a large size spray booth. Cars, which are lacquered, leave the booth and are sent to an oven for a drying process.



Figure 4. Lacquer Booth

3.2. PLENUM BOX

The plenum box, which is seen in the figure below, is formed at the upper surface of the lacquer booth. It might have storey structure. Air is sent from the plenum through air supply units and air is filtered, and is controlled by the plenum box before air is transferred inside the lacquer booth.

Plenum box has valves to control volume rate of air, and it allows sending more air to a specified area inside the booth. Plenum box has a rectangular cross section of grid on the floor. It also controls the air through its grids.

Gore, Hills, Cameron and Cole has observed the effects of application of the spray booth with the arrangement of the plenum box on flow. The main purpose of this study is to maintain the turbulence-free (preferably laminar) airflow through a part of the paint spray booth through which the vehicle to be painted passes, and to maintain the high velocity of the paint particles moving along the paint booth. (Kumar, 2017)



Figure 5. Plenum Box

3.3.MATHEMATICAL MODEL

Conservation equations, which will be used in the solutions, are mentioned under this title.

Conservation Equations

Fluid flow is considered as continuous. Therefore, the equations, which will be derived from software, were associated with velocity, pressure, temperature and their derivatives.

Continuity Equations

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (3.1)$$

Momentum Equations

Momentum Equations in the direction of X:

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + V \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] \quad (3.2)$$

Momentum Equations in the direction of Y:

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + V \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] + \rho g_y \quad (3.3)$$

Momentum Equations in the direction of Z:

$$u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + V \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right] \quad (3.4)$$

Value of “V” which is seen all equations defines the kinematic viscosity.

Energy Equations:

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha \left[\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right] \quad (3.5)$$

FloEFD

In the scope of this study, all the steps of the numerical analysis is done by using one of the many commercial codes available, which is called FloEFD. It solves conservation equations and the boundary conditions, which exist for defining the problem by using finite volume method, which is a method for representing and evaluating partial differential equations in the form of algebraic equations.

Boundary Conditions

Boundary conditions of lacquer booth provide the definition of the problem physically. Numerical analysis of a typical lacquer booth has three boundary conditions. Firstly, the volume flow rate of air, which enters the lacquer booth, is defined as $168000\text{m}^3/h$. Secondly, both beginning and end of the booth along operation area has environmental pressure. Pressurization factor is specified by last boundary condition. The volume flow rate of air, which leaves the lacquer booth, is defined as $168000\text{m}^3/h$ under the operation area. Therefore, there is no positive or negative pressurization.

3.4. VALIDATION OF THE RESULTS OF COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Numerical solution of various problems can be obtained by using methods of computational fluid dynamics. However, solutions and results must be suitable in the way of physical laws. Several solutions are inadequate because of lack of obedience to the physical laws and analysis must be repeated for obtaining more realistic solutions, after the boundary conditions are changed. There are 5 different questions to answer for checking the results, which were obtained.

1. Did solutions converge?
2. Is the solution independent from sweep number?
3. Are the conservation equations satisfied?
4. Is the solution independent from mesh configuration?
5. Are the results compatible with experimental data?

Problem should be converged when analysis started with the code after defining the boundary and initial conditions. Graph, which was drawn after the analysis, should be viewed for the state of convergence and values of all of the variables must be constant on the graph after fluctuation. Another consideration point, which is for validating the results, is effect of the sweep number on solution. Simulation have been repeated increasing the sweep number and the solution to be independent from sweep number has been performed depending on the changes and affects seen on the results.

After the two questions were answered to verify the results, it is checked whether the solution ensures the conservation equations. The equations, which define the physical problem, such as the conservation of mass, momentum and energy is checked whether are ensured.

$$m_g = m_c$$

$$\sum \text{Momentum} = 0$$

$$\sum Q = 0$$

The relation between results and mesh configuration is interpreted after the three previous steps have been validated. If it is observed that there are infinitesimal changes in the solution as a result of the problem by making changes such as mesh configuration, distribution or number, the solution is said to be independent of the mesh configuration.

Validation of the first four steps of interpreting of solution does not mean that problem is solved correctly. Therefore, the results of computational fluid dynamics must be supported with experimental data. If there is no experimental data, comparison must be done with theoretical and analytical or other numerical solutions, which are accepted in the literature.

3.5. PHYSICAL MODELLING

Modelling of the lacquer spray the booth has been done by using FloEFD. First step of modelling includes the main dimensions of the booth. Secondly, grids inside the booth were

drawn then the supportive system elements were modelled. All the dimensions, which are used for modelling, are shown in the table below.

Table 1. Dimensions of the Booth, Plenum Box and Sludge Water System

Component	Width	Depth	Height
Sludge Water System	6 m	62 m	7 m
Booth Side Wall (Painting Zone)	0,1 m	62 m	7 m
Plenum Side Wall 1st Floor	0,1 m	62 m	1,98 m
Plenum Side Wall 2nd Floor	0,1 m	62 m	1,0 m
Plenum Side Wall 3rd Floor	0,1 m	62 m	0.52 m

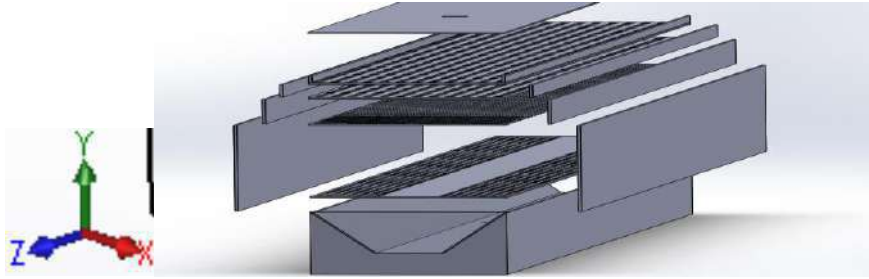


Figure 6. Exploded View of the Lacquer Booth

4. SIMULATION OF FLUID DYNAMICS OF THE LACQUER BOOTH BY USING FLOEFD

First step of the analysis has been performed for default mesh value of 3 to 7. There are 5 different planes, which are called cutplot that show the vectorial velocity of air as shown in the figure below. From left to right the cutplots are outlet 1, first fan, second fan, third fan and outlet 2, respectively.

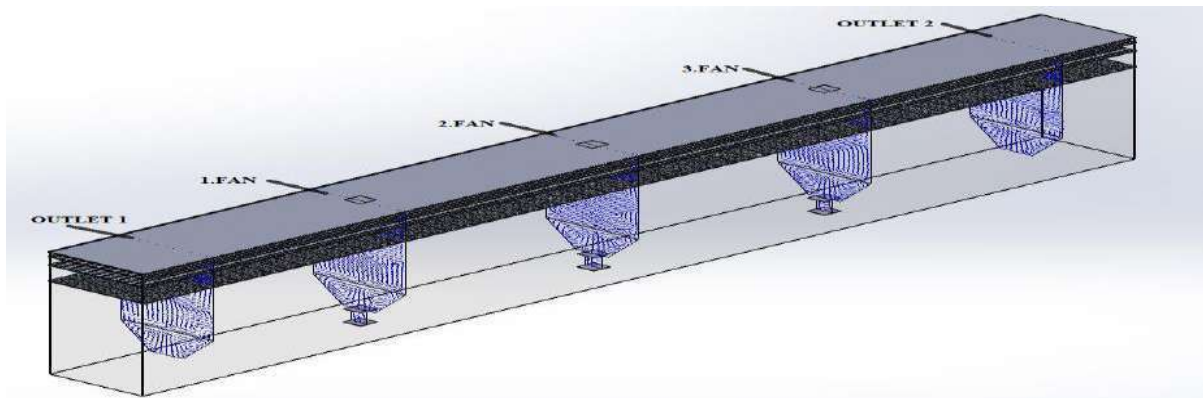


Figure 7. Isometric View of the Vectorial Velocity Distributions of Air Inside The Lacquer Booth

4.1. COMPARISON OF RESULTS

Outlet 1

When the cutplots obtained for different mesh configurations for the Outlet 1 zone are examined, it is seen that the flow circulation in the cabin decreases and the downstream velocity components are distributed more homogeneously as the mesh intensity increases.

1.Fan

First fan zone has a faster flow than the Outlet 1 zone. With the increase of mesh intensity, the vectorial velocity distribution of fast air in the plenum box was obtained more precisely. In

addition, it can be observed that the over sprayed particles in the area close to the booth sludge water system hangs in the air.

2.Fan

Second fan zone interacts with the first and third fan zones. There is a movement towards the Outlet 1 zone in the first fan zone and to the Outlet 2 zone in the third fan zone. Over sprayed air tries to escape from places that are open to atmospheric pressure. The second fan zone actually helps push the first fan and the third fan zone and exits the booth from the open parts of the atmosphere.

3.Fan

Third fan zone is the same as the first fan zone in the way of location and physical conditions and vectorial velocity distributions are very similar when the cutplots are examined for the value of default mesh 7.

Outlet 2

As easily seen from the velocity distribution in the front section, second fan can be considered as a symmetry point in the booth. Outlet 1 and 2 are directly open to the atmosphere. Second fan acts as a piston, which pushes the air in two directions along the booth. Therefore, the vectorial velocity distributions of Outlet 1 and 2 zones are very similar.

Vectorial Velocity Distributions at Front Section

When the analyses have been performed from, the value of default mesh 4 to 7 has been examined, increasing the mesh intensity increases the velocity of air, which flows in critical zones, and it provides to obtain the orientation of air precisely. The most precise vectorial velocity distribution of air was obtained for the value of default mesh 7 since the boundary condition at the Outlet 1 and 2 zones are atmospheric pressure.

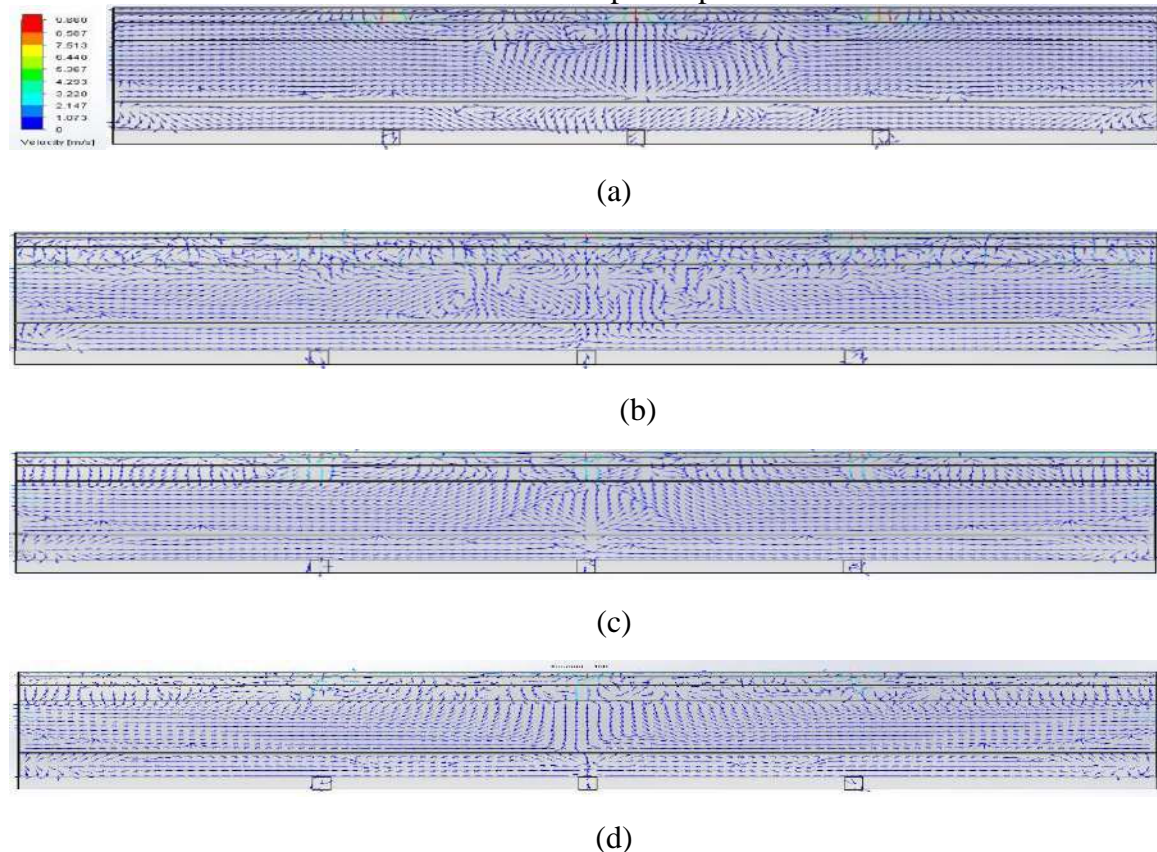


Figure 8. (a),(b),(c) and (d) are Vectorial Velocity Distribution for the Value Of Default Mesh 4,5,6 and 7 at Front Section, Respectively

Vectorial Velocity Distributions of Second Fan Zone

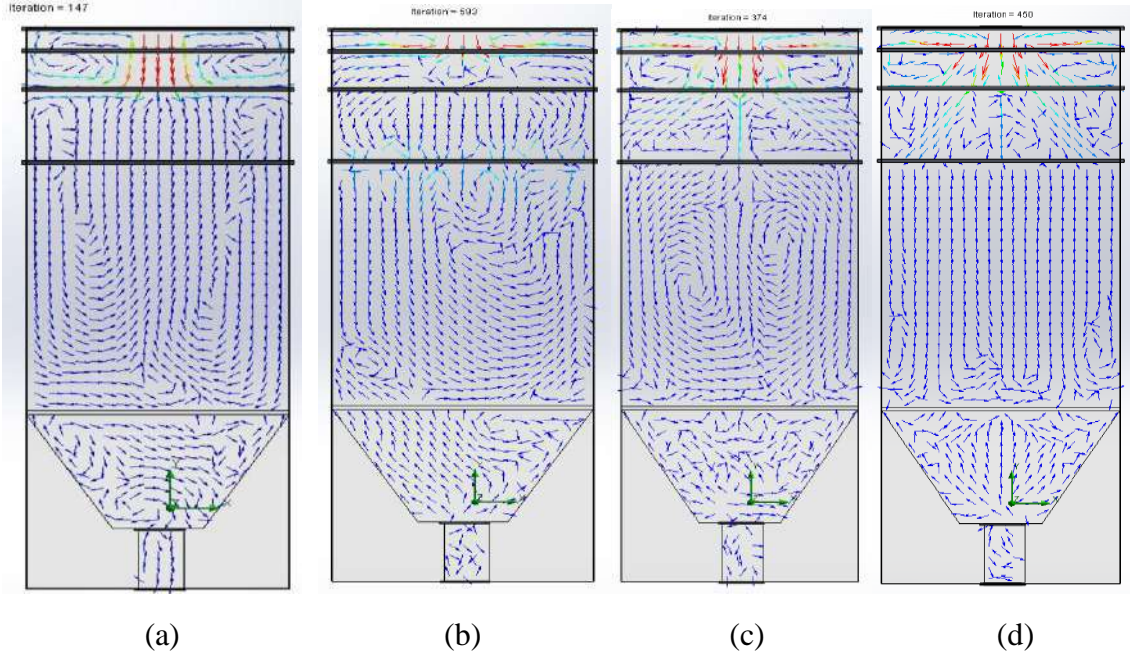


Figure 9. (a), (b),(c) and (d) are Vectorial Velocity Distributions for the Value of Default Mesh 4,5,6 and 7

5. RESULTS OF THE ANALYSIS FOR DIFFERENT VALUES OF VOLUME FLOW RATE

Three different boundary conditions were used in the fluid analysis of the lacquer booth. Two of these boundary conditions define the airflows entering and leaving the booth. A parametric study was carried out in this part of the analysis so that the flow inside the booth reaches the desired value and form. By changing the volume, flows of the inlet and outlet, how the air in the booth is directed and the improvements are determined.

Table 2. Volume Flow Rates of Air for Parametric Study

Volume Flow Rate	100(m^3/s)	120(m^3/s)	133(m^3/s)	170(m^3/s)
Mesh	7	7	7	7

In this part of the parametric study, the airflow in the lacquer booth for 4 different volume flow rates was examined. In this case, there is no body (vehicle) inside the lacquer booth. Negative or positive pressurization inside the booth was not done, and the analysis was carried out accordingly. In the lacquer booth analysis, the following can be said for the velocity distributions in 6 different planes.

Outlet 1 and Outlet 2

The increase or decrease of flow in the Outlet 1 and 2 zones did not cause a notable change in the vectorial velocity distributions. Only the amount of air that was reflected from the booth floor-grids and directed upward was observed.

First and Third Fan

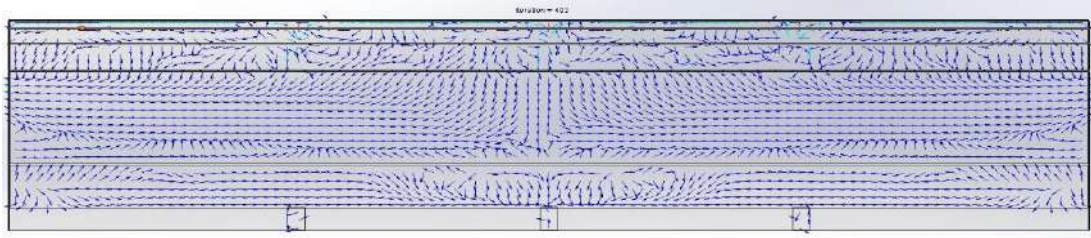
Increasing the flow rate causes high-speed air to pass through the plenum box. As the energy of the air is high, the circulation occurs because of the interaction of the rotating and high-energy fluid from above, in the areas close to the booth floor grid. The vectorial velocity distributions in the third fan zone are similar to that in the first fan zone, and the same causality is acceptable here too.

Second Fan

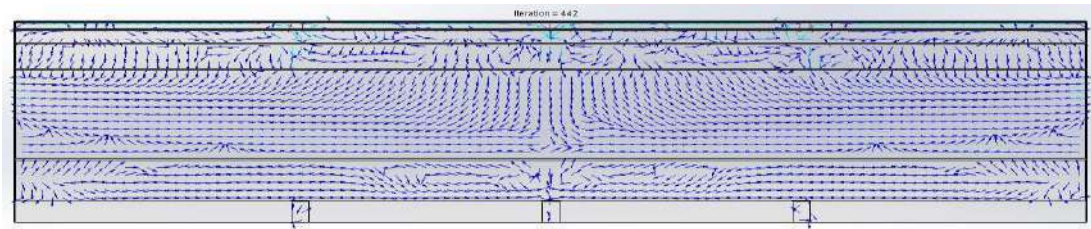
In the case where there is less flow in the second fan zone, the downward velocity component in the booth is inconvenient since the air has low energy. In the case of highest flow rate, the air moves downward homogeneously up to the booth floor grid.

5.1. VECTORIAL VELOCITY DISTRIBUTIONS AT FRONT SECTION

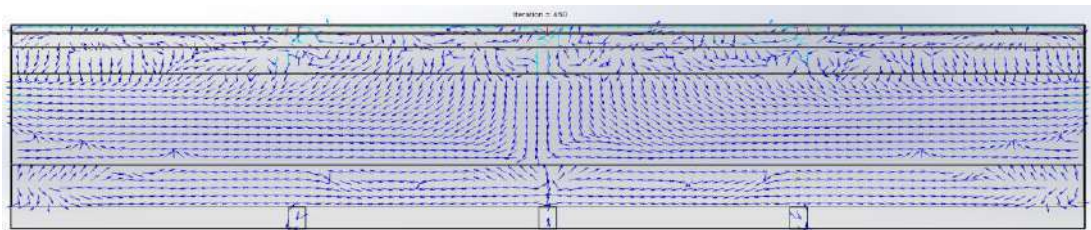
When the four different velocity distributions in the front section are examined in the parametric study, the increase in the flow rate allows a faster air pass through the plenum box and helps this air to be less suspended and move homogeneously in the booth.



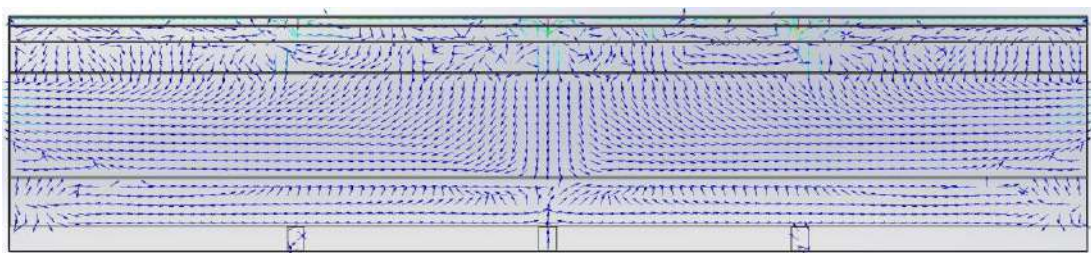
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 10. (a), (b), (c) and (d) are Vectorial Velocity Distributions of Air for 100,120,133 and 170 m^3/s Volume Flow Rate, Respectively

5.2. VECTORIAL VELOCITY DISTRIBUTIONS OF AIR AT OUTLET 1

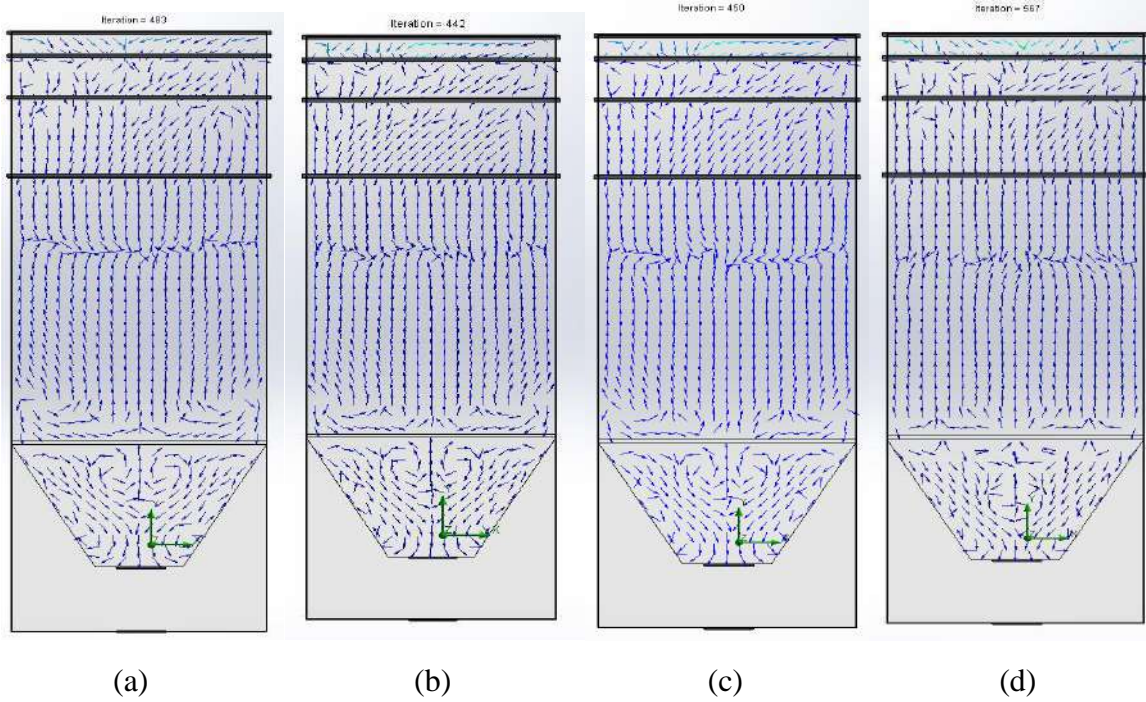


Figure 11. (a), (b), (c) and (d) are Vectorial Velocity Distributions of Air for 100, 120, 133 and 170 m^3/s Volume Flow Rate, Respectively

5.3. VECTORIAL VELOCITY DISTRIBUTIONS OF AIR AT 1ST FAN

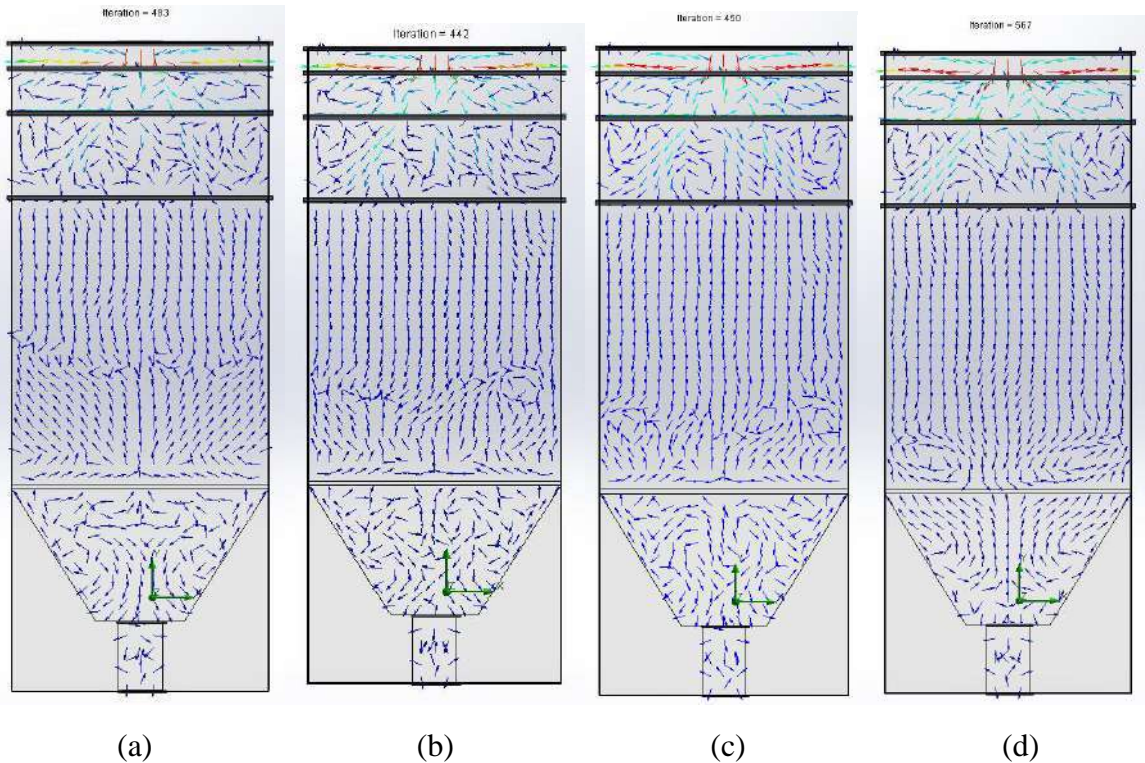


Figure 12. (a), (b), (c) and (d) are Vectorial Velocity Distributions of Air for 100, 120, 133 and 170 m^3/s Volume Flow Rate, Respectively

5.4. VECTORIAL VELOCITY DISTRIBUTIONS OF AIR AT 2ND FAN ZONE

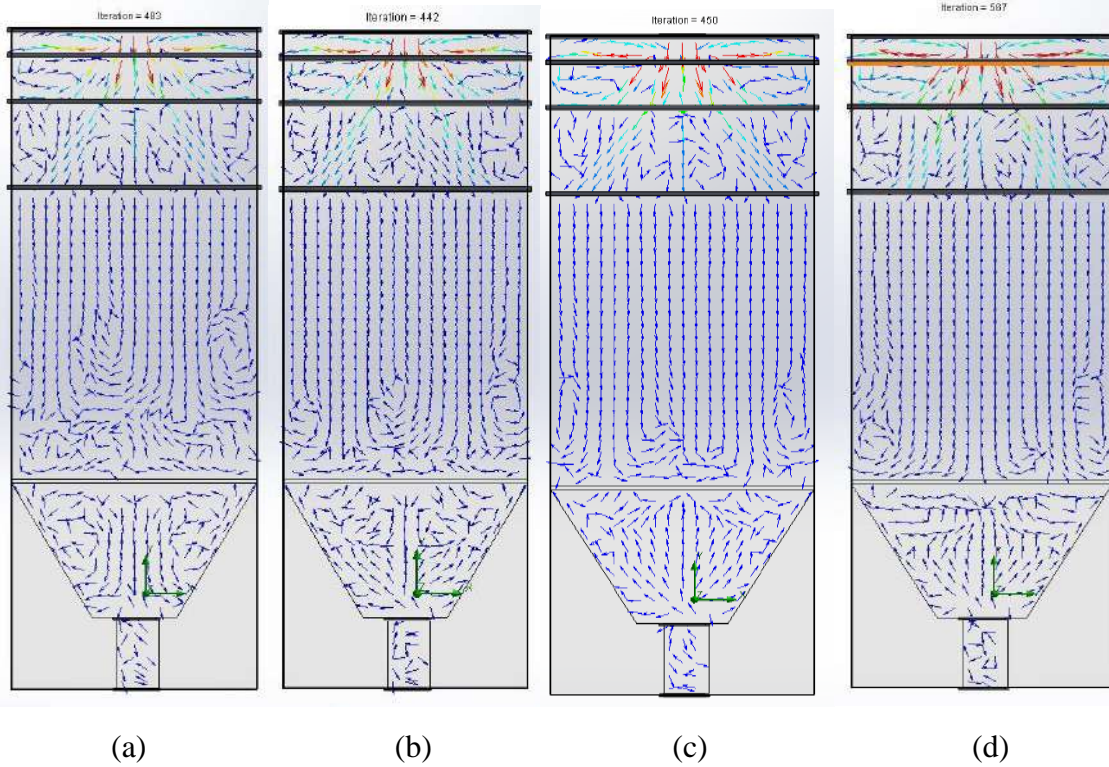


Figure 13 (a), (b), (c) and (d) are Vectorial Velocity Distributions of Air for 100,120,133 and 170 m^3/s Volume Flow Rate, Respectively

6. RESULTS OF THE ANALYSIS FOR THE MODEL WITH CARS

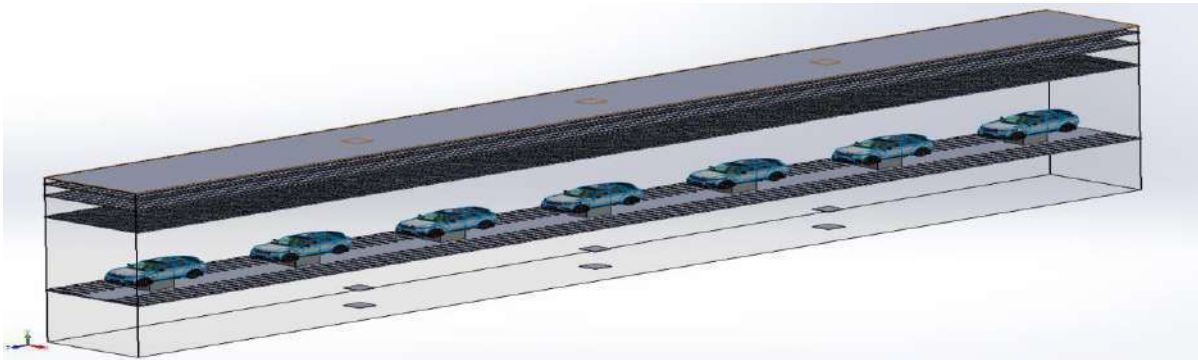


Figure 14. Isometric View of Lacquer Booth Operation Zone

In this part of analysis, bodies are placed inside the lacquer booth as shown in the figure. In accordance with the geometrical conditions, 7 vehicles and skid geometries, which carry them, are placed in the lacquer booth, which has a 62 meter length.

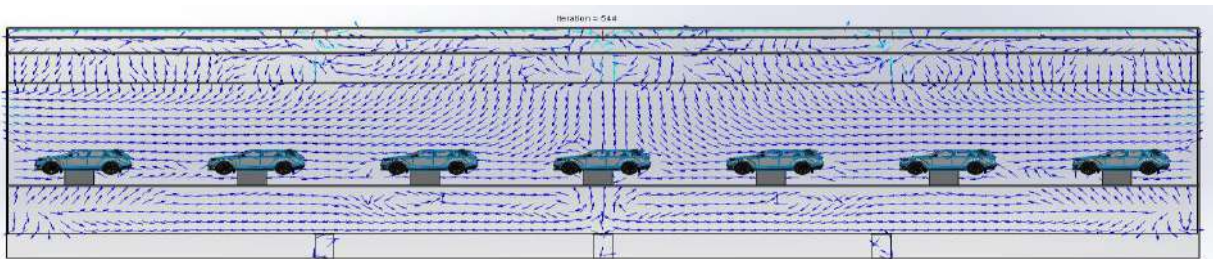


Figure 15. Velocity Distributions at Front Section

Outlet 1 and Outlet 2

Figure 16 shows the velocity distributions at Outlet 1 and 2 zones respectively, in the case with bodies. As mentioned earlier, Outlet 1 and 2 zones do not differ much in terms of velocity distributions, and it can be seen that same velocity distributions are seen in the case with vehicles.

First and Third Fan

The velocity distribution in the first and third fan zone are seen in the figure 16. In this distribution, as in the previous analysis, the high-speed air entering the plenum box continues to flow in a larger section in the booth with a slower downward velocity component than the situation in the plenum box. Since the body and skid geometry of the vehicle prevent air to flow, the air wants to leave the booth by dividing it into 2 arms, right and left, over the vehicle. As mentioned earlier, the 2nd fan zone functions as the symmetry point of the flow, the velocity distributions in the 1st and 3rd fan zones are similar, and the same causality is applicable for both zones.

Second Fan

The vectorial velocity distribution of the second fan zone shown in figure 17 differs from the first fan zone. Since the fluid orientations of the first and third fan zones are towards the Outlet 1 and 2 zones, the air coming from the second fan can easily leave the lacquer booth. Therefore, a smoother velocity distribution has been obtained in figure 17.

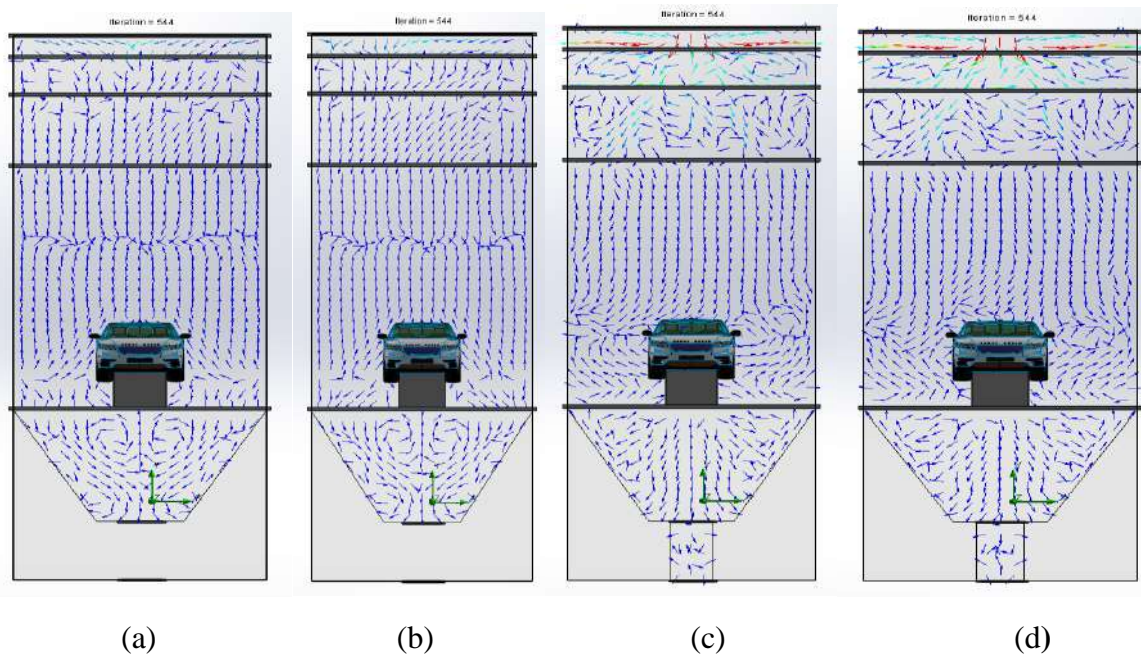


Figure 16. Vectorial Velocity Distributions at Outlet 1, Outlet 2, First Fan and Third Fan Zone, Respectively

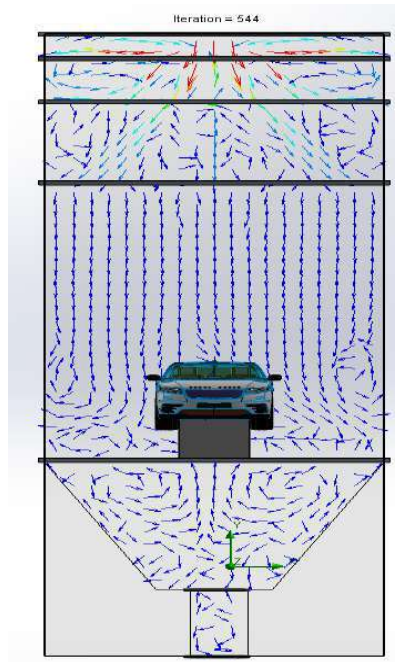


Figure 17. Vectorial Velocity Distributions of Air at Second Fan Zone

Figure 18 shows the velocity distributions for the model with and without a car at the second fan zone. When the velocity distributions are examined, there are small differences between the simulation results with and without car. The analysis, which have cars inside the booth, the flow is divided into two paths and shows a different velocity distribution than the analysis, which has no car inside the booth. Some of the air whose energy decreases to the left and right of the car passes through the floor grid, while the others are suspended at the edge of the booth. In the lower part of the booth, while the upward velocity components are higher in the analysis, which have no cars inside of booth, it is seen that this is less in the analysis, which have cars inside the booth.

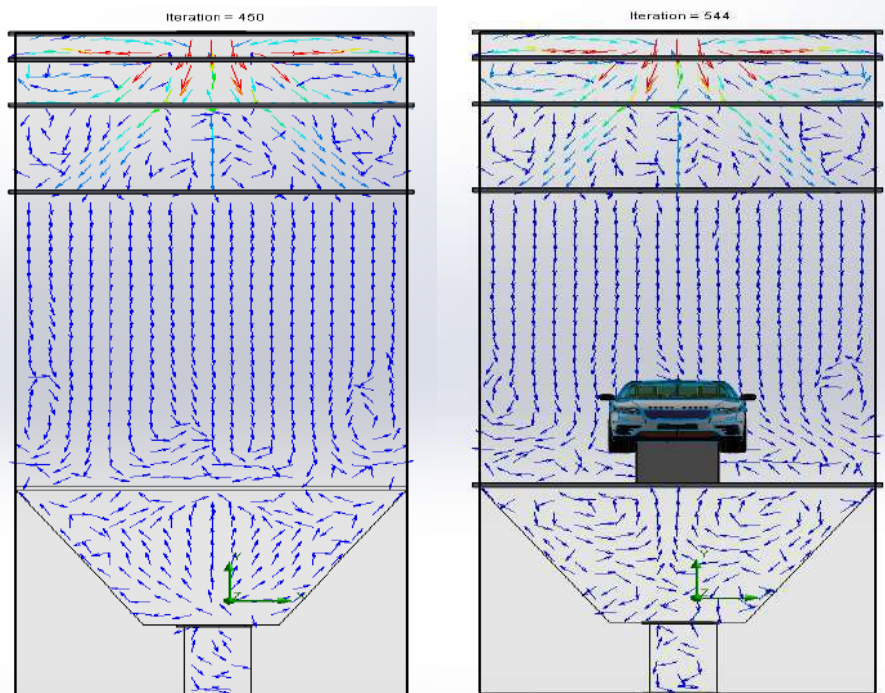


Figure 18. Second Fan Zone Vectorial Velocity Distributions for Model with and without Car

7. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

Spray booths controls plenty of critical parameters, such as separation of dirt in the operation zone, catching and controlling the over sprayed particles, flow rate of air in the operation zone and conditioning the air. To achieve all of these goals, spray booths contain subsystems and a plenum box.

Volume flow rate and direction of flow is controlled by means of the plenum box. There is also sludge water system as a subsystem.

In this study, numerical analysis of over sprayed air in a typical lacquer booth used in the automotive industry has been performed. Since, the lacquer booth is physically modelled using the FloEFD software, boundary conditions were defined for flow analysis in the booth and the velocity distributions of the over sprayed air were investigated for different situations.

First, the analysis has been performed for the value of default mesh 3 by defining the boundary conditions of the inlet and outlet volume flow rate as $133 \text{ m}^3/\text{s}$, in the state that have no car inside the booth, and by defining atmospheric pressure. Vectorial velocity distributions were obtained by taking plots from 6 different locations in the booth. Then, the analysis have been performed increasing the mesh intensity, and the changes of velocity distributions has been observed with respect to increasing mesh intensity. The most intense mesh, which is defined in the software as seven, was chosen to continue the analysis. 4 different solutions were obtained changing the volume flow rate at inlet and outlet of the booth. [see. pp.10-13]

Finally, skid boxes and cars were placed in the lacquer booth and the analysis has been repeated. This last case is the state, which describes the physical flow of air very close to reality, and it forms the roof of this study.

REFERENCES

- Bradshaw, N. (1979). *United States of America Patent No. 4,173,924*.
- Hagedorn, J., & Burinsky, F. (1999, March). Philip Services Corp. , Automotive Paint Services Group. *Paint Spraybooth Operation-The Key Is Consistency*. United States of America/Detroit.
- Kolta, T., & Dearborn, M. (1996). *United States Patent No. 5,480,349*.
- Kumar, D. (2017, May 5). *Study and Analysis of Three Dimensional Flow Through A Plenum Box*. Retrieved from International Research Journal of Engineering and Technology: www.ijsr.net
- Penton Media. (2000). *Ventilation Guide for Automotive Industry*. Cleveland.
- Streitberger, H. J., & Dössel, K. F. (2008). United States of America.
- Tong, E., & Weiner, S. (2000). Automotive Finishing. In *Metal Finishing* (pp. 14-21).
- Villafruela, J. M., Sierra-Pallares, J., Castro, F., & Alvaro, A. (n.d.). Experimental and numerical study of the influence of the plenum box on the airflow pattern generated by swirl air diffuser. *International Journal of Experimental Heat Transfer, Thermodynamics, and Fluid Mechanics*.

**TÜRKİYE’DE İLLERİN MAKROEKONOMİK AÇIDAN K-ORTALAMALAR
KÜMELEME YÖNTEMİ İLE GRUPLANMASI
CLUSTERING PROVINCES IN TURKEY BASED ON MACROECONOMIC
PERSPECTIVE WITH K-MEANS ALGORITHM**

Dr. Öğr. Üyesi, Çiğdem ÖZARI
Dr. Öğr. Üyesi, Özge DEMİRKALE
İstanbul Aydın Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışma Türkiye’de yer alan illerin seçili makro-ekonomik ve demografik göstergelerini dikkate alarak, kendi içinde farklı gruplara ayrılıp ayrılmadığını ortaya çıkartmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla belirlenen göstergeler dikkate alınarak benzer iller ve aynı zamanda benzemeyen yani farklılık gösteren iller, 2017 yılı için belirlenecektir. Verilerin arasındaki benzerlikleri veya farklılıkları belirleyebilmek için birçok istatistiksel yöntem mevcuttur. Yöntem; kısaca belirlenen kriterler doğrultusunda benzer özellik gösteren birimlerin kendi aralarında kümelere ayrılması olarak tanımlanabilir. Böylelikle birbirine benzemeyen birimler de farklı kümelere yer alarak kolaylıkla belirlenmiş olur. Bunun dışında kümeleme analizi farklı amaçlar için de kullanılabilir. Örneğin analizlerdeki değişken sayısını azaltmak için; belirli kriterler çerçevesinde birbirine benzer olan (benzemeyen) değişkenler kümeleme analizi yardımıyla belirlenerek elde edilen sonuçlardan hangi değişkenin (değişkenlerin) analize dâhil edilip edilmeyeceğine karar verilebilir.

Bu çalışmada 2017 yılı için Türkiye’de yer alan illerin seçili makro-ekonomik ve demografik göstergelerini dikkate alarak benzerlikleri (benzemezlikleri) tespit edilecektir. Makro-ekonomik gösterge olarak gayri safi yurtiçi hâsıla, dış ticaret, takipteki alacaklar, toplam nakdi krediler, krediler, konut satışı, sanayi girişi, sağlık harcaması ve turizm gelirleri dikkate alınmıştır. Demografik gösterge olarak nüfus, yükseköğretim ve üstü mezun dikkate alınmıştır. Benzer iller ise kümeleme analizi yöntemlerinden hiyerarşik olmayan K-ortalamlar yöntemi yardımıyla belirlenecektir. K-ortalamlar yönteminin iki temel sorunsalı olduğu düşünülebilir, bunlardan biri k parametresinin belirlenmesi diğeri ise başlangıç merkez seçimidir. Bu çalışmada k parametresinin değeri, Türkiye’nin 7 bölgeden oluşması nedeniyle 7 olarak ele alınmıştır. Literatür incelendiğinde k değerini belirlemek için birçok farklı yöntem kullanıldığı görülmektedir. Elbow (Dirsek) yöntemi, Calinski ve Harabasz indeksi (1974), Davies ve Bouldin indeksi (1979), Krzanowski ve Lai indeksi (1985) ve Silhouette indeksi (1987) k değerini hesaplamak için literatürde sıkça kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada ise bu indekslerden Silhouette indeksi yöntemin diğer sorunsalını en aza indirmek için kullanılacaktır. Bu indeks farklı başlangıç merkez verilerden elde edilen küme gruplarının hangisinin daha geçerli olduğunun belirlenmesinde yardımcı olacaktır. Bir başka ifade ile olası tüm veri seti içinden başlangıç merkez verilerle analiz gerçekleştirilecek ve elde edilen küme gruplarının Silhouette indeks değerleri hesaplanarak, bu değer sayesinde hangi küme grubunun daha geçerli olduğuna karar verilecektir. Elde edilen en geçerli küme grubunda yer alan kümeler ve bu kümelere yer alan iller belirlenerek, bu illerin yer aldığı bölgelerle benzerlik gösterip göstermediği değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme Analizi, K-ortalamlar Algoritması, Silhouette İndeksi, Makro-ekonomik Göstergeler.

ABSTRACT

This study aims to determine whether the provinces in Turkey are divided into different groups by taking into account the selected macro-economic and demographic indicators. Similar provinces and also non-similar provinces that differ will be determined for 2017 by taking into

account the indicators determined for this purpose. There are many statistical methods available to determine the similarities or differences between the data. The method can be defined as the separation of the units with similar properties among themselves according to the selected criteria. Thus, dissimilar units are easily determined. In addition, clustering analysis can be used for different purposes. For example, in order to reduce the number of variables in the analysis, it is possible to determine which variable (variables) will be included in the analysis from the results obtained from cluster analysis, which are similar (non-similar) variables within the framework of certain criteria.

In this study, similarities (non-similarities) will be determined by taking into account selected macro-economic and demographic indicators of the provinces in Turkey for 2017. As macro-economic indicators, gross domestic product, foreign trade, non-performing receivables, total cash loans, loans, sales of housing, industry input, health expenditures and tourism revenues were taken into account. As a demographic indicator, population, graduates and higher schools were taken into account. Similar provinces will be determined using non-hierarchical k-means algorithm. It is the most popular clustering algorithm due to its relative ease to implement. The k-means algorithm has two basic drawbacks. One of them is to determine the value of parameter k and the other one is the selection of initial centers. In this study, the value of k parameter was taken as 7, because Turkey consists of 7 different regions. When the literature is examined, it is observed that many different methods are used to determine this parameter. Elbow method, Calinski and Harabasz index (1974), Davies and Bouldin index (1979), Krzanowski and Lai index (1985) and Silhouette index (1987) are among the methods frequently encountered in the literature for determining the value of parameter k. However, in this study the Silhouette index will be used to minimize one of the drawbacks of the algorithm. This index will help to determine the valid group among the groups constructed from different initial centers. In other words, the algorithm implemented with all possible initial centers from the dataset. As a result of these analyzes, we have obtained different cluster groups. Then Silhouette index value of these cluster groups have been calculated and these values help us to decide which cluster group is more valid. Hence the most valid (appropriate) cluster group have been obtained. By examining the provinces belong to clusters in the valid cluster group, it will be evaluated whether these provinces are similar to the regional distribution of the provinces in Turkey.

Key Words: Cluster Analysis, K-means Algorithm, Silhouette Index, Macro-economic Indicator.

1. GİRİŞ

Makro-ekonomik ve demografik göstergeler ülkelerin ekonomik anlamda gelişimini etkileyen önemli değişkenlerdir. Bu göstergelerin birbiriyle yakından ve anlamlı bir ilişkisi vardır. Literatürde yapılan pek çok çalışma incelendiğinde ülkelerinin GSYİH oranı, faiz ve enflasyon oranları, döviz kuru, dış ticaret hacmi, üretim miktarı, turizm gelirleri, nüfusun yapısı, yetişmiş eleman gücü gibi birçok faktörle ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arasında yakından ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Ülkenin üretim hacminin, ihracat oranının yüksek olması kişi başına düşen geliri artırmakta ve ülke parasının diğer para birimleri karşısında değerli olmasını sağlamaktadır. Bu durum faiz ve enflasyon oranı gibi makro-ekonomik faktörleri olumlu anlamda etkileyerek ülkenin refah seviyesini artırmaktadır. Bir ülkenin makro-ekonomik ve demografik faktörleri ülkede yer alan illere göre farklılık gösterebilir. Ülkenin en kalabalık nüfus oranına sahip olan şehri ile daha düşük bir nüfus oranına sahip şehri incelenen bu faktörler açısından benzerlik göstermeyecektir. Çünkü yüksek nüfus oranına sahip şehirde üretim hacmi daha yüksek buna bağlı olarak istihdam oranı daha yüksek olacaktır. En kalabalık nüfusa sahip şehir veya şehirler bir ülke için sanayi ve ticaret hacmi bakımından da önemli konumdadır.

Bu çalışma Türkiye’de yer alan illerin seçili makro-ekonomik ve demografik göstergelerini dikkate alarak, kendi içinde farklı kümeler ayrılıp ayrılmadığını ortaya çıkartmayı amaçlamaktadır. Söz konusu amaca ulaşabilmek için kümeleme analizi yöntemlerinden hiyerarşik olmayan k-ortalamlar kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Literatürde makro-ekonomik ve demografik göstergeleri dikkate alarak ülkelerin benzerliklerini analiz eden çalışmalar bulunmakla birlikte, bu çalışma; ülkeyi değil ülkenin illerinin bu göstergeler açısından benzeyip benzemediğini ortaya çıkarması bakımından katkı sağlayacak niteliktedir. Çalışma; giriş, literatür taraması, kullanılan yöntem ve veri seti, bulgular ile sonuç kısmından oluşmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Russell ve Wright (2004), k-ortalamlar kümeleme yöntemini kullanarak ekonomik özgürlük endeksinde ilk altı sırada yer alan ülkelerin makro-ekonomik, demografik, dini değişkenleri ile ekonomik özgürlük indeksini analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Yahudi-Hristiyan görüşüne sahip ülkelerin daha yüksek kişi başına gelir ve yaşama beklentisine sahip olmakla birlikte yüksek bir ekonomik özgürlük seviyesine de sahip oldukları görülmüştür.

Erkekoğlu (2007), Türkiye’nin, yirmi beş Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri ile Bulgaristan, Romanya karşısında gelişmişlik düzeylerini kümeleme analizi ile incelemiştir. Analizden elde edilen sonuçlara göre, ülkeler beş gruba ayrılmıştır. Türkiye’nin, Litvanya, Letonya, Polonya, Bulgaristan ve Romanya ile aynı kümede yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öz vd. (2009), k-ortalamlar kümeleme yöntemi ile Türkiye ve AB üyesi ülkeleri eğitim, sağlık, işgücü piyasalarına ilişkin değişkenleri kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuç, analize dahil edilen üç değişke için de Türkiye’nin eski ve yeni AB üyesi ülkelerle aynı kümede yer almadığı görülmüştür.

Ariç ve Erkekoğlu (2013), 2007-2011 yılları arasında Türkiye ile AB üyesi ülkeleri arasındaki benzerlikleri makroekonomik göstergeleri kullanarak kümeleme yöntemi ile incelemiştir. Analizden elde edilen sonuçlara göre coğrafi açıdan benzerlik gösteren ülkelerin aynı zamanda makroekonomik göstergelerinin de benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bulum vd. (2013), 200 ülkenin ihracat, ithalat ve nüfus değişkenlerini 2004-2012 yılları arasında Ward kümeleme yöntemi ve k-ortalamlar kümeleme yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, uluslararası ticarete sırasıyla ABD, Çin ve Almanya’nın diğer ülkelerden ayrılarak tek başına bir küme oluşturdukları tespit edilmiştir.

Şahin (2017), 2015 yılı verilerini kullanarak Doğu Avrupa ülkelerini ekonomik özgürlük endeksi açısından hiyerarşik kümeleme yöntemi olan Ward tekniğini kullanarak analiz etmiştir. Analizden elde edilen sonuçlara göre ülkeler 4 kümeye ayrılmış ve Türkiye’nin Bosna-Hersek, Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, Karadağ, Macaristan, Moldova, Polonya, Sırbistan, Slovakya ve Kıbrıs ile aynı kümede yer aldığı gözlemlenmiştir.

Başkır vd. (2017), Bartın Üniversitesi öğretim üyeleri ve öğrencilerden elde edilen bilgiler sonucunda oluşturulan veri tabanını k-ortalamlar kümeleme yöntemiyle kümelere ayırarak en geçerli küme sayısını Silhouette indeksi kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Analizden elde edilen sonuçlara göre öğretim kalitesi veri tabanının 3 kümeye ayrılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Akdamar (2019), OECD tarafından kabul edilen dört adet iş gücü piyasası göstergelerini kullanarak OECD ülkelerini çok boyutlu ölçekleme analizi ve kümeleme analizini kullanarak incelemiştir. Hiyerarşik kümeleme analizi sonuçlarına göre ülkeler 4 kümeye ayrılmıştır.

3. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Bu çalışma, Türkiye’de yer alan illerin (81 il) seçili makro-ekonomik ve demografik göstergelerini dikkate alarak, kendi içinde farklı gruplara ayrılıp ayrılmadığını ortaya çıkartmayı amaçlamaktadır. Amaç, gerçekleştirilen bölümlenme işlemi sonunda elde edilen

kümelerin, küme içi benzerliklerinin maksimum ve kümeler arası benzerliklerinin ise minimum olmasını sağlamaktır.

Çalışmada Türkiye için 2017 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yer alan değişkenlere ait bilgiler Tablo 1’de yer almaktadır. Çalışmada kullanılan veri seti DataTurkey web sitesinden derlenmiştir.

Tablo 1: Çalışmaya Dahil Edilen Göstergeler (2017)

Gayri safi yurtiçi hâsıla	Dış ticaret
Takipteki alacaklar	Krediler
Toplam nakdi krediler	Konut satışı
Sanayi girişi	Sağlık harcaması
Turizm gelirleri	Nüfus
Yüksekokul ve üstü mezun	

3.1. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Kümeleme yöntemi ilk defa 1939 yılında R. C Tryon tarafından sistematik bir analiz yöntemi olarak kullanılmıştır. Yöntem kısaca benzer özellik gösteren birimlerin kendi aralarında kümelere ayrılması olarak tanımlanabilir. K-ortalamar kümeleme yöntemi, n adet veriyi k adet kümeye ayırmak için, öncelikle n adet veriden rastlantısal olarak k adet veri seçer ($k < n$). Algoritmanın adımları aşağıdaki gibidir (Steinbach vd., 2000).

- Adım 1: k değerini belirle (ayrıştırılmak istenen küme sayısı),
- Adım 2: Başlangıç küme merkezleri olarak rastgele k veri seç,
- Adım 3: Her veriyi, küme merkezi kendine en yakın olan kümeye ata,
- Adım 4: Tüm veriler atandığında, küme ortalamalarını hesaplayarak, k adet merkezin boyutlarını yeniden hesapla,
- Adım 5: Adım 3 ve Adım 4’ü küme elemanları sabitleninceye kadar tekrarla.

K-ortalamar kümeleme yönteminde ilk adım olarak k değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu değer yanlış belirlenmesiyle doğru olmayan bulgular elde edilebilir. Literatür incelendiğinde bu değeri belirlemek için birçok farklı yöntem kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada k değerini belirlemek için Silhouette indeksi kullanılmıştır. Bu indeks Rousseeuw tarafından (1987) yılında k değerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Her k değeri için bu indeks değeri hesaplanarak, indeks değerinin büyük olduğu k değeri ayırtılmak istenen küme sayısı olarak belirlenir.

$$Sil(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}$$

Eşitlikte;

a(i): i. verinin kendi kümesindeki tüm verilere olan uzaklıklarının ortalaması,

b(i): i. verinin diğer kümelerdeki tüm verilere olan uzaklıklarının ortalamalarının minimum değeri.

Her zaman -1 ile +1 arasında değer alır ve bu değer +1’e ne kadar yakınsa küme sayısının o kadar iyi olduğunu ifade eder. İndeksi hesaplamak için kullanılan yöntemde herhangi bir k değeri için, kümelere ayrıldıktan sonra, veri setinde yer alan her veri için Silhouette değeri hesaplanır. Bu değerlerin ortalaması da k değeri için Silhouette indeksi değerini verir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

K-ortalamar kümeleme analizinin iki sorunsalı olduğu düşünülebilir, bu sorunsallardan biri algoritmanın ilk adımı olan k değerinin belirlenmesidir. Bu değer araştırılmayı yapan kişi veya kişiler tarafından belirlenmesi gerekir. Türkiye 7 bölgeden

oluşturduğundan, bu sorunsalı ortadan kaldırmak adına çalışmada k parametresinin değeri 7 olarak kabul edilmiştir. Çünkü çalışmanın ana amacı benzer illerin aynı bölgede olup olmadığını belirlemektir. Sorunsallardan diğeri ise algoritmanın ikinci adımı olan rastgele başlangıç merkez verilerin seçilmesidir. Bu sorunsalı minimize etmek için ise rastgele farklı 96.421 başlangıç merkez verileriyle analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen farklı küme grupları Silhouette indeksi kullanılarak incelenip, hangi küme grubunun daha geçerli olduğuna bu indeks yardımıyla karar verilmiştir.

Analizlerden elde edilen bulgularda; 2017 yılı için 95 farklı küme grubu elde edilmiştir. Tablo 2’de en sık gözlemlenen küme grubuna ait bilgiler yer almaktadır. En sık gözlemlenen küme grubu incelendiğinde İstanbul’un tek bir küme oluşturduğu görülmektedir. Ankara, Antalya ve İzmir illerinin ise aynı kümede yer aldığı gözlemlenmiştir.

Tablo 2: K-Ortalamalar Analiz Sonuçları (En Sık Gözlemlenen Küme Grubu)

Küme	İller
Küme 1	Aydın, Balıkesir, Denizli, Diyarbakır, Eskişehir, Hatay, Kayseri, Manisa, Muğla, Sakarya, Samsun, Şanlıurfa, Tekirdağ
Küme 2	Adıyaman, Afyon, Bolu, Çanakkale, Çorum, Edirne, Elâzığ, Erzurum, Giresun, Isparta, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kütahya, Malatya, Mardin, Nevşehir, Ordu, Sivas, Tokat, Trabzon, Van, Yozgat, Zonguldak
Küme 3	Ağrı, Aksaray, Amasya, Artvin, Batman, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Burdur, Çankırı, Düzce, Erzincan, Karabük, Karaman, Kars, Kırıkkale, Kırklareli, Kırşehir, Muş, Niğde, Osmaniye, Rize, Siirt, Sinop, Şırnak, Uşak, Yalova
Küme 4	Ardahan, Bartın, Bayburt, Gümüşhane, Hakkâri, Iğdır, Kilis, Tunceli
Küme 5	Adana, Bursa, Gaziantep, Kocaeli, Konya, Mersin
Küme 6	Ankara, Antalya, İzmir
Küme 7	İstanbul

Tablo 3’de ise Silhouette indeksi değeri en yüksek olan (0,5212) küme grubu yer almaktadır.

Tablo 3: K-Ortalamalar Analiz Sonuçları (Silhouette Değeri En Yüksek Olan)

Küme	İller
Küme 1	Adıyaman, Ağrı, Aksaray, Amasya, Ardahan, Artvin, Bartın, Batman, Bayburt, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Bolu, Burdur, Çankırı, Çorum, Düzce, Edirne, Elâzığ, Erzincan, Giresun, Gümüşhane, Hakkâri, Iğdır, Isparta, Karabük, Karaman, Kars, Kastamonu, Kırıkkale, Kırklareli, Kırşehir, Kilis, Kütahya, Mardin, Muş, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Rize, Siirt, Sinop, Şırnak, Tokat, Tunceli, Uşak, Van, Yalova, Yozgat, Zonguldak.
Küme 2	Afyon, Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, Erzurum, Eskişehir, Hatay, Kahramanmaraş, Kayseri, Malatya, Manisa, Ordu, Sakarya, Samsun, Sivas, Şanlıurfa, Tekirdağ, Trabzon
Küme 3	Adana, Bursa, Gaziantep, Kocaeli, Konya, Mersin
Küme 4	Aydın, Balıkesir, Muğla
Küme 5	Ankara, İzmir
Küme 6	Antalya
Küme 7	İstanbul

En sık gözlemlenen küme grubu ile Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu karşılaştırıldığında İstanbul’un her iki analizde de tek bir küme grubu oluşturduğu görülmektedir. Ankara ve İzmir ise en sık gözlenen küme grubundan farklı olarak aynı küme grubunda yer alırken Antalya ili ise tek başına ayrı bir kümede yer almıştır. Bununla birlikte her iki değer için (sıklık ve sil değeri) Adana, Bursa, Gaziantep, Kocaeli, Konya, Mersin illerinin aynı kümede yer aldıkları gözlemlenmiştir. Analizden elde edilen bir diğeri önemli bulgu ise Silhouette değerine göre Aydın, Balıkesir, Muğla illerinin ayrı bir küme grubu oluşturduğudur.

5. SONUÇ

Bu çalışmada 2017 yılı için Türkiye’de yer alan illerin seçili makro-ekonomik ve demografik göstergelerini dikkate alarak benzerlikleri (benzemezlikleri) tespit edilmiştir. Makro-ekonomik gösterge olarak gayri safi yurtiçi hâsıla, dış ticaret, takipteki alacaklar, toplam nakdi krediler, krediler, konut satışı, sanayi girişi, sağlık harcaması ve turizm gelirleri dikkate alınmıştır. Demografik gösterge olarak nüfus, yüksekokul ve üstü mezun dikkate alınmıştır. Benzer iller ise kümeleme analizi yöntemlerinden hiyerarşik olmayan k-ortalamlar yöntemi yardımıyla belirlenmiştir. Yöntemden elde edilen küme gruplarının en geçerlisinin hangisinin olduğunun belirlenmesinde ise Silhouette indeksi ile birlikte görülme sıklığı kullanılmıştır.

Analizlerden elde edilen bulgularda; en sık gözlemlenen küme grubu incelendiğinde İstanbul’un tek bir kümede, Ankara, Antalya ve İzmir illerinin de birlikte bir kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Silhouette indeksi en yüksek olan küme grubu incelendiğinde İstanbul’un yine tek bir küme oluşturduğu görülmektedir. Ankara ve İzmir ise en yüksek sıklık değerlerinden farklı olarak aynı küme grubunda yer alırken Antalya ili ise tek başına ayrı bir kümede yer almıştır. Bununla birlikte her iki yöntemde de Adana, Bursa, Gaziantep, Kocaeli, Konya, Mersin illerinin aynı kümede yer aldıkları gözlemlenmiştir. Bu iller ise Türkiye’nin farklı bölgelerinde yer almaktadırlar. Analizden elde edilen bir diğer önemli bulgu ise Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunda Aydın, Balıkesir, Muğla illerinin ayrı bir küme grubu oluşturduğudur. İki yöntemde de elde edilen ortak bulgu ise benzer illerin farklı bölgelerde yer aldığıdır.

Çalışma önemli katkılara sahip olsa da bazı kısıtlar olmadan çalışmayı sürdürmek mümkün değildir. Analizin sadece 2017 yılı için yapılması çalışmanın önemli bir kısıttır. Analiz tarihinin genişletilip farklı ülkelerin şehirlerinin de analize dahil edilerek karşılaştırma yapılmasının araştırmacılar için bir fırsat olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Akdamar, E. (2019). OECD Ülkelerinin Bazı İş Gücü Piyasası Göstergeleri Kullanılarak Kümeleme Analizi ve Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile İrdelenmesi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 11(20), 50-65.
2. Arıç, K., H., & Erkekoğlu, H. (2013). AB Ülkeleri ve Türkiye’nin Makro Ekonomik Göstergeler Bakımından İstatistiksel Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(2), 291-306.
3. Başkir, M. B., Küçükönder, H., Çelik, N., & Güzel, M. S. (2017). Öğretim Kalitesi Değerlendirmesine Yeni Bir Yaklaşım: Bartın Üniversitesi Örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 468.
4. Bulum, Ahmet; Ersöz, Filiz; Ersöz, Taner (2013). Dünya Ticaret Örgütü (WTO) Üyesi Ülkelerin Uluslararası Ticaret Hacimleri Üzerine Bir Çalışma, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, C. 2, S. 2: 153-165.
5. Caliński, T., & Harabasz, J. (1974). A Dendrite Method for Cluster Analysis. *Communications in Statistics-theory and Methods*, 3(1), 1-27.
6. Davies, D. L., & Bouldin, D. W., (1979), A Cluster Separation Measure, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence PAMI-1* (2), 224–227.
7. Erkekoğlu, H. (2007). AB’ye Tam Üyelik Sürecinde Türkiye’nin Üye Ülkeler Karşısındaki Görelî Gelişme Düzeyi: Çok Değişkenli İstatistiksel Bir Analiz, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 28-50.
8. Steinbach, M., Karypis, G. Kumar, V., & (2000, August). A comparison of document clustering techniques. In *TextMining Workshop at KDD2000* (2000).
9. Krzanowski, W.J., Lai, Y.T., (1985). A Criterion for Determining the Number of Groups in a Data Set Using Sum of Squares Clustering, *Biometrics*, 44, 23-44.

10. Öz, B., Taban, S., & Kar, M. (2009). Kümeleme Analizi ile Türkiye ve AB Ülkelerinin Beşerî Sermaye Göstergeleri Açısından Karşılaştırılması, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 1-29.
11. Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A Graphical Aid To The Interpretation and Validation Of Cluster Analysis. *Journal of computational and applied mathematics*, 20, 53-65.
12. RUSSELL, J. R. & WRIGHT, M. H. (2004). “An Examination of the Foundations of Economic Freedom: ClusterSegmentation Analysis of the Judeo-Christian Socio-Economic Model”, Christian Business Faculty Association Annual Conference, San Antonio.
13. Şahin, D. (2017). Kümeleme Analizi ile Doğu Avrupa Ülkelerinin Ekonomik Özgürlükler Açısından Değerlendirilmesi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 1315-1336.
14. Tryon, R. C., Cluster Analysis, New York: Mc Graw-Hill 1939.

NEREDEYSE KONTRA gb-SÜREKLİ FONKSİYONLAR ÜZERİNE
ON ALMOST CONTRA gb-CONTINUOUS FUNCTIONS

Dr. Öğr. Üyesi Alkan ÖZKAN
İğdır Üniversitesi

ÖZET

Levine 1970 yılında genelleştirilmiş kapalı (kısaca g -kapalı) kümeler kavramını tanımlamıştır. 1991'de Balachandran ve arkadaşları g -kapalı kümeleri kullanarak genelleştirilmiş sürekli (kısaca g -sürekli) fonksiyonlar adı verilen yeni bir fonksiyon sınıfı tanımladılar ve özelliklerini incelediler. Genelleştirilmiş kapalı, genelleştirilmiş yarı kapalı, α -genelleştirilmiş kapalı, genelleştirilmiş yarı ilk açık kapalı (kısaca g -kapalı, gs -kapalı, αg -kapalı, gsp -kapalı) kavramları son yıllarda genellemenin kapatılması üzerine yapılmış kapsamlı araştırmalardır. Andrijeviç, topolojik bir alanda, b -açık kümeler olarak adlandırılan yeni bir genelleştirilmiş açık kümeler sınıfı tanıtmıştır. Bu tip kümeler Ekici ve Caldaş tarafından γ -açık kümeler adı altında incelenmiştir. 2009 yılında, Al-Omari A. ve Noorani M.S.MD genelleştirilmiş b -kapalı (kısaca gb -kapalı) kümeler kavramını ve çeşitli özelliklerini sunmuşlardır.

Süreklilik kavramı genel topolojide ve matematik ve kuantum fiziğinin tüm dallarında önemli bir kavramdır. Elbette zayıf formları ve güçlü formları da önemlidir. Singal ve Singal, 1968'de, neredeyse sürekli fonksiyonları sürekliliğin genelleştirmesi olarak tanımladı. Popa, 1978'de, neredeyse yarı sürekli işlevleri Singal anlamında neredeyse sürekliliğin bir genelmesi olarak tanımladı. Munshi ve Bassan, 1981'de, neredeyse yarı sürekli işlevler kavramını araştırmışlardır. Maheswari ve arkadaşları, 1982'de, neredeyse sürekliliğin bir genelmesi olarak neredeyse zayıf sürekli işlevler kavramını getirmişlerdir. 1988'de Noiri, neredeyse sürekli olmayan fonksiyonlar kavramını tanıtmış ve neredeyse süreklilik ve neredeyse zayıf süreklilik kavramlarının eşdeğer olduğunu kanıtlamıştır. Nasef ve Noiri, 1997 yılında, neredeyse sürekli-sürekli fonksiyonlar ve neredeyse b -sürekli fonksiyonlar kavramlarını ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmanın amacı, gb -kapalı kümeler kavramı aracılığıyla neredeyse kontra edilmiş genelleştirilmiş b -sürekliliğini (kısaca neredeyse kontra gb -sürekliliği) bir fonksiyon sınıfını tanıtmak ve neredeyse kontra gb -sürekli fonksiyonların bazı temel özelliklerini araştırmaktır. Neredeyse kontra gb -sürekliliğinin neredeyse kontra $g\beta$ -sürekliliğinden daha güçlü ve hem neredeyse kontra gp -sürekliliğinden hem de neredeyse kontra gs -sürekliliğinden daha zayıf olduğu ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Genelleştirilmiş Kümeler, Genelleştirilmiş Sürekli Fonksiyonlar, Genelleştirilmiş b -Kümeler, Genelleştirilmiş b -Sürekli Fonksiyonlar, Neredeyse Kontra gb -Sürekli Fonksiyonlar

ABSTRACT

In 1970, Levine described the generalized concept of closed (briefly g -closed) sets. In 1991, Balachandran et al. identified a new class of functions, called generalized continuous (briefly g -continuous) functions, by using g -closed sets and examined their properties. Generalized closed, generalized semi-closed, α -generalized closed, generalized semi preopen closed (briefly g -closed, gs -closed, αg -closed, gsp -closed) concepts are comprehensive researches on the closure of generalization in recent years. Andrijevic has introduced a new class of generalized open sets, called b -open sets in a topological space. Such sets were examined by Ekici and Caldaş under the name of γ -open sets. In 2009, Al-Omari A. and Noorani M.S.MD presented the generalized concept of b -closed (briefly gb -closed) sets and their various features.

The concept of continuity is an important concept in general topology and in all branches of mathematics and quantum physics. Of course, their weak form and strong form are also

important. Singal and Singal described almost continuous functions as the generalization of continuity in 1968. In 1978, Popa described almost quasi continuous functions as a generalization of almost continuity in the sense of Singal. Munshi and Bassan explored the concept of almost semi-continuous functions in 1981. Maheswari et al. introduced the almost weak concept of continuous functions as a generalization of continuity in 1982. In 1988, Noiri introduced the concept of almost discontinuous functions and proved that the concepts of almost continuity and almost weak continuity are equivalent. Nasef and Noiri introduced the concepts of nearly continuous-continuous functions and almost b-continuous functions in 1997.

The aim of this paper is to introduce one class of functions, namely almost contra generalized b-continuity (almost contra gb-continuity) via the concept of gb-closed sets and investigate some of the fundamental properties of almost contra gb-continuous functions. It turns out that almost contra gb-continuity is stronger than almost contra $g\beta$ -continuity and weaker than both almost contra gp-continuity and almost contra gs-continuity.

Keywords: Generalized Sets, Generalized Continuous Functions, Generalized b-Sets, Generalized b-Continuous Functions, Almost Contra gb-Continuous Functions

1. GİRİŞ

Bu bölümde, genelleştirilmiş kapalı olmayan diğer genelleştirilmiş kümeler üzerinde yapılan çalışmalarındaki temel kavramlar özetlenmiştir.

Tanım 1.1 [1] (X, τ) herhangi bir topolojik uzay ve A , X uzayının bir altkümesi olsun.

A kümesini kapsayan kapalı kümelerin arakesit kümesine A kümesinin kapanışı denir ve $cl(A)$ ile gösterilir. A kümesinin kapsadığı tüm açık kümelerin birleşim kümesine A kümesinin içi denir ve $int(A)$ ile gösterilir.

Özellik 1.2 (X, τ) topolojik uzay, A ve B , X uzayının iki alt kümesi olsun. Bu takdirde aşağıdaki özellikler vardır.

- (1) $A \subset B \Rightarrow cl(A) \subset cl(B)$.
- (2) $A \subset B \Rightarrow int(A) \subset int(B)$.
- (3) $cl(A \cup B) = cl(A) \cup cl(B)$.
- (4) $int(A \cap B) = int(A) \cap int(B)$.
- (5) A , kapalı kümedir $\Leftrightarrow cl(A) = A$.
- (6) A , açık kümedir $\Leftrightarrow int(A) = A$.
- (7) A her yerde yoğun kümedir $\Leftrightarrow cl(A) = X$.
- (8) A hiçbir yerde yoğun olmayan kümedir $\Leftrightarrow int(cl(A)) = \emptyset$.
- (9) A, B bağlantısız kümelerdir $\Leftrightarrow A \cap cl(B) = cl(A) \cap B = \emptyset$.

Lemma 1.3 (X, τ) topolojik uzay; A , X uzayının bir alt uzayı ve $B \subset A$ olsun. Bu takdirde aşağıdaki özellikler vardır:

- (1) $cl_A(B) = A \cap cl(B)$.
- (2) A , X içinde açık ve $B \subset A$ olsun. O zaman $int(B) = int_A(B)$.
- (3) A , X içinde kapalı ve $B \subset A$ olsun. Bu takdirde $cl(B) = cl_A(B)$.

Tanım 1.4 (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. Eğer A kümesi hem açık hem de kapalı ise, A kümesine *clopen* küme denir.

Tanım 1.5 [11] (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. Eğer $\text{int}(cl(A)) = A$ ise A kümesine, regüler açık küme denir.

Tanım 1.6 [6] (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. Eğer $A \subset \text{int}(cl(\text{int}(A)))$ ise, A kümesine α -açık küme denir.

Tanım 1.7 [7] (X, τ) topolojik uzayı ve $A \subset X$ alt kümesi verilsin. Eğer $A \subset \text{int}(cl(A))$ ise, A kümesine *pre*-açık küme denir.

Tanım 1.8 [3] (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. Eğer $A \subset cl(\text{int}(A))$ ise A kümesine, *semi*-açık küme denir.

Tanım 1.9 [7] (X, τ) topolojik uzayı ve $A \subset X$ alt kümesi verilsin. $A \subset cl(\text{int}(cl(A)))$ ise, A kümesine, β -açık küme denir.

Tanım 1.10 [10] (X, τ) topolojik uzayı ve $A \subset X$ alt kümesi verilsin. Eğer her $x \in A$ için, $x \in W \subset A$ olacak şekilde bir regüler açığı var ise, A kümesine δ -açık denir.

Tanım 1.11 [12] (X, τ) topolojik uzayı ve $A \subset X$ alt kümesi verilsin. Eğer her $x \in A$ için, $x \in U \subset cl(U) \subset A$ olacak şekilde bir U açığı var ise, A kümesine θ -açık denir.

Tanım 1.12 [13] (X, τ) topolojik uzayı ve $A \subset X$ alt kümesi verilsin. Eğer A kümesi regüler açık kümelerin sonlu birleşimi ise, π -açık küme olarak isimlendirilir.

Tanım 1.13 [4] (X, τ) topolojik uzayının bir A alt kümesi olsun.

$$\cap \{U \in \tau : A \subset U\}$$

kümesi A kümesinin çekirdeği olarak isimlendirilir ve $\ker(A)$ sembolü ile gösterilir.

Tanım 1.14 (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ alt kümesi olsun. A kümesinin kapsadığı tüm regüler açık (*pre*-açık, *semi*-açık, *semi*-*pre*-açık, α -açık, θ -açık) kümelerin birleşimine A kümesinin δ -içi [10] (*pre*-içi, *semi*-içi, *semi*-*pre*-içi, α -içi, θ -içi) denir ve δ - $\text{int}(A)$ (*pint*(A), *sint*(A), *spint*(A), *aint*(A), $\theta - \text{int}(A)$) sembolleri ile gösterilir.

Tanım 1.15 (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ alt kümesi olsun. A kümesini kapsayan tüm regüler kapalı (*pre*-kapalı, *semi*-kapalı, *semi*-*pre*-kapalı, α -kapalı, θ -kapalı) kümelerin arakesitine A kümesinin δ -kapanışı [10] (*pre*-kapanışı, *semi*-kapanışı, *semi*-*pre*-kapanışı, α -kapanışı, θ -kapanışı) denir ve δ - $\text{cl}(A)$ (*pcl*(A), *scl*(A), *spcl*(A), *acl*(A), $\theta - \text{cl}(A)$) sembolleri ile gösterilir.

Özellik 1.16 (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ kümesi olsun. Aşağıdaki eşitlikler vardır.

- (1) $A \cup \text{cl}(\text{int}(A)) = \text{pcl}(A)$
- (2) $A \cap \text{int}(cl(A)) = \text{pint}(A)$
- (3) $A \cup \text{int}(cl(A)) = \text{scl}(A)$

- (4) $A \cap cl(int(A)) = sint(A)$
 (5) $A \cup int(cl(int(A))) = spcl(A)$
 (6) $A \cap cl(int(cl(A))) = spint(A)$
 (7) $A \cup cl(int(cl(A))) = \alpha cl(A)$
 (8) $A \cap int(cl(int(A))) = \alpha int(A)$

Tanım 1.17 [2] (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. $U \subset X$ alt kümesi açık ve $F \subset X$ alt kümesi kapalı olmak üzere $A = U \cap F$ ise A kümesine, *lokal* kapalı küme denir.

Tanım 1.18 [8] (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. U kümesi, X de α -açık ve F kümesi, X de kapalı olmak üzere $A = U \cap F$ oluyorsa A kümesine, αcl -küme denir.

Tanım 1.19 [9] (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. U kümesi, X de *pre*-açık ve F kümesi, X de kapalı olmak üzere $A = U \cap F$ oluyorsa A kümesine, plc -küme denir.

Tanım 1.20 [9] (X, τ) bir topolojik uzay ve $A \subset X$ olsun. U kümesi, X de *semi*-açık küme ve F kümesi, X de kapalı olmak üzere $A = U \cap F$ oluyorsa A kümesine, slc -küme denir.

Tanım 1.21 [9] (X, τ) topolojik uzayı ve $A \subset X$ verilsin. U kümesi, X de β -açık ve F kümesi, X de kapalı olmak üzere $A = U \cap F$ ise A kümesine, βlc -küme denir.

Tanım 1.22 [5] (X, τ) uzayının A alt kümesi olsun. Eğer $A = \ker(A) \cap pcl(A)$ ise, A kümesine $p\lambda$ -kapalı denir.

Tanım 1.23 [2] (X, τ) topolojik uzayının her yoğun alt kümesi X de açık ise, X uzayına *submaximal* uzay denir.

Tanım 1.24 [6] (X, τ) bir topolojik uzay olsun. Eğer her $U \in \tau$ için $cl(U) \in \tau$ ise (X, τ) uzayına, *extremally* bağlantısız uzay denir

2. ALMOST CONTRA GENELLEŞTİRİLMİŞ B-SÜREKLİ FONKSİYONLAR

Bu bölümde *contra-pre*-süreklilikten daha zayıf ve *almost contra* β -süreklilikten daha güçlü *almost contra*-gb-süreklilik olarak adlandırdığımız sürekliliğin yeni bir tipini sunacağız.

Tanım 2.1 $f: X \rightarrow Y$ bir fonksiyon olsun. Eğer her $V \in RO(X)$ için $f^{-1}(V) \in gBC(X)$ ise, f *almost contra*-gb-süreklidir denir.

Tanım 2.2 Eğer X uzayının her gb-açık (sırasıyla; gb-açık, sayılabilir gb-açık) örtüsü bir sonlu (sırasıyla; sayılabilir, sonlu) alt örtüye sahip ise, X uzayı gb-kompakt (sırasıyla; gb-lindelöf, sayılabilir gb-kompakt) olarak isimlendirilir.

Tanım 2.3 Bir X uzayı, eğer X in her regüler kapalı örtüsü (sırasıyla; regüler kapalı, sayılabilir regüler kapalı) bir sayılabilir (sırasıyla; bir sonlu, bir sonlu) alt örtüye sahip ise, S -Lindelöf [42] (sırasıyla; S -kapalı, sayılabilir S -kapalı) olarak isimlendirilir.

Teorem 2.4 Kabul edelim ki $f: X \rightarrow Y$ bir *almost contra* gb-süreklî örten bir fonksiyon olsun. Aşağıdaki ifadeler sağlanır.

1. Eğer X , gb-kompakt ise, bu durumda Y , S-kapalıdır.
2. Eğer X , gb-Lindelöf ise, bu durumda Y , S-Lindelöftür.
3. Eğer X , sayılabilir gb-kompakt ise, bu durumda Y , sayılabilir S-kapalıdır.

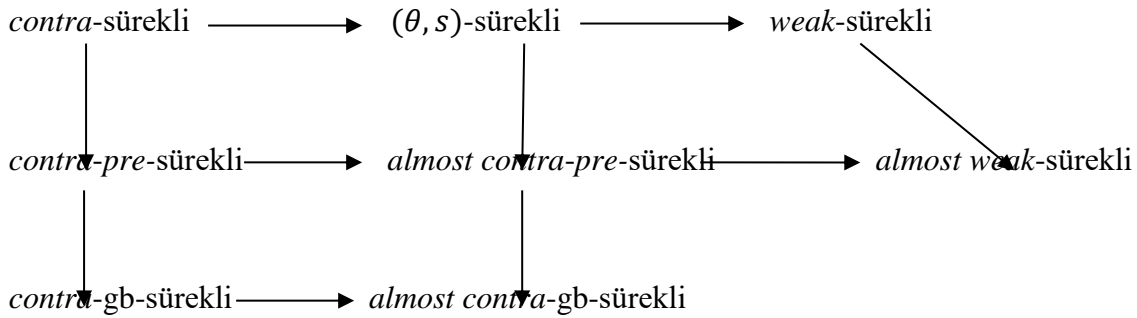
İspat: Biz sadece (1) ispatlayalım. Kabul edelim ki $\{V_\alpha: \alpha \in I\}$ Y nin her hangi bir regüler g-kapalı örtüsü olsun. f , *almost contra* gb-sürekli olduğu için, bu durumda $\{f^{-1}(V_\alpha): \alpha \in I\}$ X in bir gb-açık kümesi ve X , gb-kompakt olduğu için $I_0 \subset I$ bir sonlu alt kümesi var öyle ki $X = \cup \{f^{-1}(V_\alpha): \alpha \in I_0\}$ böylece $Y = \cup \{V_\alpha: \alpha \in I_0\}$ ve Y , S-kapalıdır.

Aşağıdaki örnekler *almost* konseptlerinin; *contra*-gb-sürekli, *almost contra*-gb-sürekli ve *almost contra*-pre-sürekli her birinin birbirinden bağımsız olduğunu gösterir.

Örnek 2.5 $X = \{a, b, c\}$ ve $\tau = \{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{a, b\}, X\}$ ve $\sigma = \{\emptyset, \{b\}, \{c\}, \{b, c\}, X\}$. $RC(X, \tau) = \{\emptyset, \{b, c\}, \{a, c\}, X\}$ ve $gBO(X, \sigma) = \{\emptyset, \{b\}, \{c\}, \{b, c\}, \{a, c\}, \{a, b\}, X\}$, olur, $gPO(X, \sigma) = \{\emptyset, \{b\}, \{c\}, \{b, c\}, X\}$. $f: (X, \sigma) \rightarrow (X, \tau)$ birim fonksiyonu olarak tanımlansın. Bu durumda f , *almost contra*-gb-sürekli fonksiyon ancak, *almost contra*-pre-sürekli fonksiyon hatta *almost contra*-gp-sürekli değildir, çünkü $\{a, c\}$, (X, τ) uzayının bir regüler kapalı kümesi ve $f^{-1}(\{a, c\}) = \{a, c\} \notin PO(X, \sigma)$. ($f^{-1}(\{a, c\}) = \{a, c\} \notin gPO(X, \sigma)$).

Örnek 2.6 $X = \{a, b, c\}$ ve $\tau = \{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{a, b\}, X\}$. Bu durumda $RC(X, \tau) = \{\emptyset, \{b, c\}, \{a, c\}, X\}$ ve $gBO(X, \tau) = \{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{c, b\}, \{a, c\}, \{a, b\}, X\}$, $f: (X, \tau) \rightarrow (X, \tau)$ birim fonksiyon olarak tanımlansın. Bu durumda f , *almost contra*-gb-sürekli fonksiyon fakat, *contra*-gb-sürekli fonksiyon değildir, çünkü $\{c\}$, (X, τ) uzayının bir kapalı kümesi ve $f^{-1}(\{c\}) = \{c\} \notin gBO(X, \tau)$.

Yukarıdaki tanımladığımız fonksiyonların birbirleri arasındaki ilişkileri aşağıdaki diyagram yardımı ile gösterebiliriz.



Tanım 2.7 Bir $f: X \rightarrow Y$ fonksiyonun G_f grafiği, eğer her $(x, y) \in (X, Y) - G_f$ için $U \in gBO(X, x)$ ve y elemanını içeren Y nin bir regüler açık (regüler-kapalı) V kümesi var öyle ki $(UxV) \cap G_f = \emptyset$ ise, gb-regüler (*strongly contra* gb-kapalı) olarak isimlendirilir.

Lemma 2.8 $f: X \rightarrow Y$ fonksiyonun G_f grafiği XxY de *strongly contra*-gb-kapalı grafiktir \Leftrightarrow Her $(x, y) \in (XxY) - G_f$ için, $f(U) \cap V = \emptyset$ olacak şekilde $U \in gBO(X, x)$ ve $V \in RC(Y, y)$ vardır.

Lemma 2.9 f fonksiyonun G_f grafiği, her hangi bir $A \subset X$ ve $B \subset Y$ alt kümeleri için, $f(A) \cap B = \emptyset \Leftrightarrow (AxB) \cap G_f = \emptyset$ eşitliği vardır.

Lemma 2.10 f fonksiyonun G_f grafiği, XxY de gb-regülerdir \Leftrightarrow Her $(x, y) \in (XxY) - G_f$ için, $f(U) \cap V = \emptyset$ olacak şekilde $U \in gBO(X, x)$ ve $V \in RO(Y, y)$ vardır.

Teorem 2.11 Eğer $f: X \rightarrow Y$ fonksiyonu *almost contra-gb-sürekli* ve $Y, g - T_2$ ise, bu durumda G_f, XxY de gb-regülerdir.

İspat: $(x, y) \in (XxY) - G_f$ olsun. $f(x) \neq y$ yazılır. Çünkü $Y, g - T_2$ olduğundan V ve W g -açıkları var ve $f(x) \in V, y \in W$ olup, $V \cap W = \emptyset$. Bu durumda $int(cl(V)) \cap int(cl(W)) = \emptyset$. f , *almost contra-gb-sürekli* olduğu için, $f^{-1}(int(cl(V)))$ kümesi x içeren X de gb-kapalı olduğunu biliyoruz. $U = f^{-1}(int(cl(V)))$. Bu durumda $f(U) \subset int(cl(V))$. Bu yüzden $f(U) \cap int(cl(W)) = \emptyset$ ve $int(cl(W)) \in RO(Y)$. Dolayısıyla G_f, XxY de gb-regülerdir.

Tanım 2.12 Bir X uzayı eğer her $x, y \in X, x \neq y$ noktaları için $x \in U$ ve $y \notin U$ ve $y \in V$ ve $x \notin V$ koşulunu sağlayan U ve V g -açıkları var ise, $gb-T_1$ uzayı olarak adlandırılır.

Teorem 2.13 $f: X \rightarrow Y$ bir g -regüler grafiğe sahip olsun. Eğer f , bire bir ise, bu durumda X $gb-T_1$ uzayıdır.

İspat: x ve y , X uzayının iki farklı elemanı olsun. f , bire bir olduğundan $(x, f(y)) \in (XxY) - G_f$ yazılır. g -regüler grafiğin tanımına göre, bir X te bir U , g -açık kümesi ve $V \in RO(Y)$ var öyle ki $(x, f(y)) \in UxV$ ve $f(U) \cap V = \emptyset$. Bu yüzden $U \cap f^{-1}(V) = \emptyset$ ve $y \notin U$ yazılır. Böylece $y \in X - U$ ve $x \notin X - U$ ve $X - U \in gBO(X)$. Bu da X in $gb-T_1$ uzayı olduğunu gösterir.

Tanım 2.14 Bir X uzayı, eğer X in her elemanı regüler kapalı kümelerin arakesiti ise, *weakly Hausdorff* olarak isimlendirilir.

Teorem 2.15 $f: X \rightarrow Y$ bir g -regüler grafiğe sahip olsun. Eğer f , *surjection* ise, bu durumda Y , *weakly Hausdorff* uzayıdır.

İspat: y_1 ve y_2 , Y nin iki ayrık elemanı olsun. f , örten olduğu için bir $x \in X$ için $f(x) = y_1$ ve $(x, y_2) \in (XxY) - G_f$. g -regüler grafiği tanımına göre, X in bir g -kapalı U alt kümesi ve $F \in RO(Y)$ var öyle ki $(x, y_2) \in UxF$ ve $f(U) \cap F = \emptyset$. Çünkü $f(x) \in f(U)$. Böylece $y_1 \notin F$ dir. Bu durumda $y_2 \notin Y - F \in RC(Y)$ ve $y_1 \in Y - F$ dir. Bu da Y nin *weakly Hausdorff* olduğunu gösterir.

Tanım 2.16 $f: X \rightarrow Y$ fonksiyonu, eğer Y nin her regüler-açık V kümesi için $f^{-1}(V)$, X de g -açık ise, *almost gb-sürekli* olarak adlandırılır.

Aşağıdaki sonuç kolayca elde edilir.

Lemma 2.17 Bir $f: X \rightarrow Y$ fonksiyonu *almost gb-sürekli*dir \Leftrightarrow Her $x \in X, f(x)$ leri içeren Y nin her regüler açık V kümesi için $U \in gBO(X, x)$ var öyle ki $f(U) \subset V$.

3. SONUÇ

Bu çalışmada, hem neredeyse kontra-gp-süreklilik hem de neredeyse kontra gs-süreklilikten daha zayıf olan neredeyse kontra gb-sürekli fonksiyonlar kavramını tanıttık ve araştırdık. Ayrıca, neredeyse kontra gb-sürekli fonksiyonlara ilişkin bazı özellikler elde edilerek gelecek çalışmalara temel oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Levine, N. (1970). Generalized closed sets in topology, *Rend. Circ. Mat. Palermo.* 2, 19, 89–96.
- [2] Bourbaki, N. (1966). *Elements of Mathematics, General Topology, Part 1*, Hermann, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass., Paris.
- [3] Levine, N. (1963). Semi open sets and semi continuity in topological spaces, *Amer. Math. Monthly.* 70, 36–41.
- [7] Abd El-Monsef, M.E., El-Deeb, S.N. ve Mahmoud, R.A. (1983). β -open sets and β -continuous mappings, *Bull. Fac. Sci. Assiut Univ. A.*, 12, 77-90.
- [4] Caldas, M., Jafari, S., Noiri, T. ve Simoes, M. (2007). A new generalization of contra-continuity via Levine's g-closed sets, *Chaos, Solitons and Fractals.* 32, 1597–1603.
- [5] Dontchev, J. ve Maki, H. (1998). On behavior of gp-closed sets and their generalizations*. *Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. Math.*, 19, 57-72.
- [6] Njåstad, O. (1965). On some classes of nearly open sets, *Pacific J. Math.*, 15, 961-70.
- [7] Mashhour, A.S., EL-Monsef, M. E. ve El-Deeb, S. N. (1982). On precontinuous and weak precontinuous mappings, *Proc. Math. Phys. Soc. Egypt.* 53, 47–53.
- [8] Al-Nasef, B. (2002). A decomposition of α -continuity and semi-continuity, *Acta Math. Hungar.* 97, 115–120.
- [9] Arslan, K. (2006). Topolojide bazı genelleştirilmiş kapalı kümeler, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [10] Velic'ko, N.V. (1968). H-closed topological spaces. *Am. Math. Soc. Trans.*, 78:103–18.
- [11] Stone, M.H. (1937). Applications of the theory of Boolean rings to general topology. *Tams.*, 41, 375–81.
- [12] Long, P.E. ve Herrington, L.L. (1982) The T_θ -topology and faintly continuous functions. *Kyungpook Math. J.*, 22, 7–14.
- [13] Zaitsav, V. (1968) On certain classes of topological spaces and their bicompatifications. *Dokl. Akad Nauk SSSR*, 178, 778–9.

NEIGHBORHOODS OF A CLASS OF QUASI-CONVEX FUNCTIONS OF COMPLEX ORDER

Prof. Dr. Osman ALTINTAŞ

Baskent University

Assoc. Prof. Dr. Melike AYDOĞAN

Istanbul Technical University

ABSTRACT

In this paper we introduced the classes $T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ and $K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$. We obtain coefficient bounds of the functions $f \in T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ and (n, δ) neighborhoods of the functions in the class $K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$.

Keywords: Analytic function, Starlike function, Convex function, Close-to-starlike function, Close-to-convex function, Quasi-starlike function, Quasi-convex function

1. INTRODUCTION AND DEFINITIONS

Let T_n denote the class of functions $f(z)$ normalized by

$$f(z) = z - \sum_{k=n+1}^{\infty} a_k z^k \quad (a_k \geq 0, \quad n \in \mathbb{N}^+ = \{1, 2, 3, \dots\}), \quad (1.1)$$

which are analytic in the open unit disk

$$U = \{z : z \in \mathbb{C} \text{ and } |z| < 1\}.$$

Definition 1.1. We define the (n, δ) neighborhood of function $f(z) \in T_n$ by

$$N_{n,\delta}(f; g) = \left\{ g \in T_n : g(z) = z - \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k z^k \text{ and } \sum_{k=n+1}^{\infty} k|a_k - b_k| \leq \delta \right\}. \quad (1.2)$$

In particular for the identity function $e(z) = z$,

$$N_{n,\delta}(e, g) = \left\{ g \in T_n : g(z) = z - \sum_{k=n+1}^{\infty} k b_k \text{ and } \sum_{k=n+1}^{\infty} k|b_k| \leq \delta \right\}. \quad (1.3)$$

see [7]

Definition 1.2. We denote by $T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ the class of functions given by

$$T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta) = \left\{ f \in T_n : \left| \frac{1}{\gamma} \left(\frac{f'(z) + \lambda z f''(z)}{g'(z)} - 1 \right) \right| < \beta \right\}, \quad (1.4)$$

where $g(z) = z - \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k z^k$ ($b_k \geq 0$) is convex of order α . $0 \leq \lambda \leq 1$, $0 \leq \alpha < 1$, $0 < \beta \leq 1$, $\gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$.

Definition 1.3. A function $f(z) \in T_n$ is said to be in the class $K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$ if it satisfies the following non-homogeneous Cauchy-Euler type differential equation of order m ,

$$z^m \frac{d^m w}{dz^m} + \binom{m}{1} (\mu + m - 1) z^{m-1} \frac{d^{m-1} w}{dz^{m-1}} + \dots + \binom{m}{m} \prod_{j=0}^{m-1} (\mu + j) w = \prod_{j=0}^{m-1} (\mu + j + 1) g. \quad (1.5)$$

where $w = f(z) \in T_n$, $g(z) \in T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$, $\mu > -1$ ($\mu \in \mathbb{R}$).

Remark 1.1. We have the definitions of the following classes.

- i. $CV_n(\alpha) = \left\{ f \in T_n : \operatorname{Re} \left(1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right) > \alpha, 0 \leq \alpha < 1 \right\}$ is the class of convex functions of order α .
- ii. $ST_n(\alpha) = \left\{ f \in T_n : \operatorname{Re} \frac{zf'(z)}{f(z)} > \alpha, 0 \leq \alpha < 1 \right\}$ is the class of starlike functions of order α .
- iii. $CCV_n(\alpha, \beta) = \left\{ f \in T_n : \operatorname{Re} \frac{f'(z)}{g'(z)} > \alpha, g \in CV_n(\beta), 0 \leq \alpha < 1, 0 \leq \beta < 1 \right\}$ is the class of close-to-convex functions of order α , type β .
- iv. $CST_n(\alpha, \beta) = \left\{ f \in T_n : \operatorname{Re} \frac{f(z)}{g(z)} > \alpha, g \in ST_n(\beta), 0 \leq \alpha < 1, 0 \leq \beta < 1 \right\}$ is the class of close-to-starlike functions of order α , type β .
- v. $QCV_n(\alpha, \beta) = \left\{ f \in T_n : \operatorname{Re} \frac{(zf'(z))'}{g'(z)} > \alpha, g \in CV_n(\beta), 0 \leq \alpha < 1, 0 \leq \beta < 1 \right\}$ is the class of quasi-convex functions of order α , type β .
- vi. $QST_n(\alpha, \beta) = \left\{ f \in T_n : \operatorname{Re} \frac{zf'(z)}{g(z)} > \alpha, g \in ST_n(\beta), 0 \leq \alpha < 1, 0 \leq \beta < 1 \right\}$ is the class of quasi-starlike functions of order α , type β .

Remark 1.2. From the definitions in Remark 1.1 we have the following results.

- i. $f \in CV_n(\alpha) \Rightarrow zf'(z) \in ST_n(\alpha), 0 \leq \alpha < 1$.
- ii. $f \in CCV_n(\alpha, \beta) \Rightarrow zf'(z) \in CST_n(\alpha, \beta), 0 \leq \alpha < 1, 0 \leq \beta < 1$.
- iii. $f \in QCV_n(\alpha, \beta) \Rightarrow zf'(z) \in QST_n(\alpha, \beta), 0 \leq \alpha < 1, 0 \leq \beta < 1$.

$T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ is studied by Altıntaş et al. in [5] and in [6], for certain special values of parameters. For convex function of order α , starlike function of order α , close-to-convex function of order α , close-to-starlike function of order α , see [7].

For quasi-convex and quasi-starlike functions see [5], [6] and [8].

$K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$ is defined and studied in [3].

2. COEFFICIENT BOUNDS FOR THE CLASS $T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$

Theorem 2.1. Let the function $f \in T_n$ be defined by (1.1). If $f(z)$ is in the class $T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ then we have,

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k[1 + \lambda(k-1)] a_k \leq \beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|) \frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha} \quad (2.1)$$

where $0 \leq \lambda \leq 1$, $0 \leq \beta < 1$, $0 \leq \alpha < 1$, $\gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$.

Proof. If $f \in T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ then from Definition 1.2 we get

$$\operatorname{Re} \frac{f'(z) + \lambda z f''(z)}{g'(z)} > 1 - \beta|\gamma| \quad (2.2)$$

or equivalently

$$\operatorname{Re} \frac{1 - \sum_{k=n+1}^{\infty} k a_k z^{k-1} - \lambda \sum_{k=n+1}^{\infty} k(k-1) a_k z^{k-1}}{1 - \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k z^{k-1}} > 1 - \beta|\gamma|$$

and choosing z real and $z \rightarrow 1^-$ we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k[1 + \lambda(k-1)] a_k \leq \beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|) \sum_{k=n+1}^{\infty} k b_k. \quad (2.3)$$

Since $g(z)$ is convex of order α , then we have

$$\operatorname{Re} \left(1 + \frac{z g''(z)}{g'(z)} \right) > \alpha$$

and

$$\operatorname{Re} \frac{g'(z) + z g''(z)}{g'(z)} > \alpha$$

or

$$\operatorname{Re} \frac{1 - \sum_{k=n+1}^{\infty} k b_k z^{k-1} - \sum_{k=n+1}^{\infty} k(k-1) b_k z^{k-1}}{1 - \sum_{k=n+1}^{\infty} k b_k z^{k-1}} > \alpha$$

If we choose z is real and $z \rightarrow 1^-$ then we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k(k-\alpha)b_k \leq 1-\alpha$$

and

$$(n+1-\alpha) \sum_{k=n+1}^{\infty} kb_k \leq \sum_{k=n+1}^{\infty} k(k-\alpha)b_k \leq 1-\alpha.$$

Hence

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} kb_k \leq \frac{1-\alpha}{n+1-\alpha}. \quad (2.4)$$

Using (2.4) in (2.3) we obtain (2.1) and the proof of Theorem 2.1 is completed.

The result (2.1) is sharp with the function by

$$f(z) = z - \frac{\beta|\gamma| + (1-\beta|\gamma|)\frac{1-\alpha}{n+1-\alpha}}{(n+1)(1+\lambda n)} z^n. \quad (2.5)$$

By setting the special values of parameters in Theorem 2.1 and using the relation (2.1) we arrive at the following corollaries.

Corollary 2.1. If $f \in T_n(0, \gamma, \alpha, \beta) = CCV_n(\alpha, 1 - \beta|\gamma|) = QST_n(\alpha, 1 - \beta|\gamma|)$ then

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} ka_k \leq \beta|\gamma| + (1-\beta|\gamma|)\frac{1-\alpha}{n+1-\alpha}.$$

Clearly for $\lambda = 0$ then we have from Definition 1.2

$$\operatorname{Re} \frac{f'(z)}{g'(z)} > 1 - \beta|\gamma| \Rightarrow f \in CCV_n(\alpha, 1 - \beta|\gamma|)$$

and

$$\operatorname{Re} \frac{f'(z)}{g'(z)} = \operatorname{Re} \frac{zf'(z)}{zg'(z)} = \operatorname{Re} \frac{zf'(z)}{h(z)} > 1 - \beta|\gamma|$$

and we know that Remark 1.2

$$g(z) \in CV_n(\alpha) \Rightarrow zg'(z) = h(z) \in ST_n(\alpha)$$

Hence $f \in QST_n(\alpha, 1 - \beta|\gamma|)$.

Corollary 2.2. If $f \in T_n(0, 1, \alpha, \beta) = CCV_n(\alpha, 1 - \beta) = QST_n(\alpha, 1 - \beta)$ then

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} ka_k \leq \beta + (1 - \beta) \frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}.$$

Corollary 2.3. If $f \in T_n(0, 1, \alpha, 1) = CCV_n(\alpha, 0) = QST_n(\alpha, 0)$ then

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} ka_k \leq 1.$$

(see [6] Corollary 2.9)

Corollary 2.4. If $f \in T_n(1, \gamma, \alpha, \beta) = QCV_n(\alpha, 1 - \beta|\gamma|)$ then

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k^2 a_k \leq \beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|) \frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}.$$

For $\lambda = 1$ from Definition 1.2 we have

$$\operatorname{Re} \frac{(zf'(z))'}{g'(z)} > 1 - \beta|\gamma| \Rightarrow f \in QCV_n(\alpha, 1 - \beta|\gamma|).$$

Corollary 2.5. If $f \in T_n(1, 1, \alpha, \beta) = QCV_n(\alpha, 1 - \beta)$ then

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k^2 a_k \leq \beta + (1 - \beta) \frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}.$$

Corollary 2.6. If $f \in T_n(1, 1, \alpha, 1) = QCV_n(\alpha, 0)$ then

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k^2 a_k \leq 1.$$

(see [6] Corollary 2.5)

3. NEIGHBORHOODS FOR THE CLASSES $T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ AND $K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$

Neighborhoods of certain analytic functions are studied in [1], [2] and [4].

Theorem 3.1. If $f \in T_n$ is in the class $T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ then

$$T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta) \subset N_{n,\delta}(e; f) \quad (3.1)$$

where $e(z) = z$ and

$$\delta = \frac{\beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|) \frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}}{1 + \lambda n}. \quad (3.2)$$

Proof. From Theorem 2.1 we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k a_k \leq \frac{\beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|) \frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}}{1 + \lambda n} = \delta \quad (3.3)$$

using (1.3)

$$N_{n,\delta}(e; f) = \left\{ f \in T_n : f(z) = z - \sum_{k=n+1}^{\infty} a_k z^k \text{ and } \sum_{k=n+1}^{\infty} k |a_k| \leq \delta \right\}$$

and we have (3.2).

Lemma 3.1. If $f \in K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$ then we have from the Definition 1.3

$$a_k = \frac{\prod_{j=0}^{m-1} (\mu + j + 1)}{\prod_{j=0}^{m-1} (\mu + j + k)} b_k \quad (3.4)$$

(see [3]).

Theorem 3.2. If $f \in T_n$ is in the class $K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$ then

$$K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m) \subset N_{n,\delta}(g; f)$$

where $g(z)$ is given by (1.5) and

$$\delta = \frac{\beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|)\frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}}{1 + \lambda n} \left[1 + \frac{1}{m - 1} \frac{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + 1)}{\prod_{j=0}^{m-2}(\mu + j + n + 1)} \right] \quad (3.5)$$

Proof. Suppose that $f \in K_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta, \mu, m)$. Then upon substituting from (3.4) into the following coefficient inequality.

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k|b_k - a_k| \leq \sum_{k=n+1}^{\infty} kb_k + \sum_{k=n+1}^{\infty} ka_k \quad (a_k \geq 0, b_k \geq 0).$$

We obtain

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k|b_k - a_k| \leq \sum_{k=n+1}^{\infty} kb_k + \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + 1)}{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + k)} kb_k. \quad (3.6)$$

Since $g \in T_n(\lambda, \gamma, \alpha, \beta)$ from (3.3) we obtain

$$kb_k \leq \frac{\beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|)\frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}}{1 + \lambda n}. \quad (k = n + 1, n + 2, \dots)$$

and we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k|b_k - a_k| \leq \frac{\beta|\gamma| + (1 - \beta|\gamma|)\frac{1 - \alpha}{n + 1 - \alpha}}{1 + \lambda n} \left[1 + \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + 1)}{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + k)} \right] = \delta$$

The following telescopic sum yields

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{1}{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + k)} = \frac{1}{\prod_{j=0}^{m-2}(\mu + j + n + 1)}. \quad (\text{see [3]})$$

The proof is completed.

Hence by Definition 1.2 with $g(z)$ interchanged by $f(z)$, $f \in N_{n,\delta}(g, f)$. Thus evidently completes the proof of Theorem 3.2.

REFERENCES

- [1] Altıntaş O., Özkan Ö. and Srivastava H.M. Neighborhoods of a class of analytic functions with negative coefficients. *Applied Mathematics Letters* 13 (2000), 63-67.
- [2] Altıntaş O., Özkan Ö. and Srivastava H. M. Neighborhoods of a certain family of multivalent functions with negative coefficients. *Computers and Mathematics with Applications* 47 (2004), 1667-1672.
- [3] Altıntaş O. An application on differential subordination. *Int. Conference on Mathematical Sciences, AIP Conference Proceeding* 1309, (2010), pp. 939-945.
- [4] Altıntaş O., Özkan Ö. Neighborhoods of a class of analytic functions defined by using a differential equation. *AIP Conference Proceeding* 1479, (2012), 393-396.
- [5] Altıntaş O., Kılıç Ö.Ö. Coefficient estimates for a class containing quasi-convex functions. *Turkish Journal of Mathematics* (2019), 42-5, 2819-2825.
- [6] Altıntaş O., Aydoğan M. Coefficient estimates for a class of quasi-convex functions. *Turkish Journal of Mathematics* (2020), 44, 342-347.
- [7] Goodman A.W. *Univalent Functions Vol I, Vol II.* Mariner Publishing, Tampa, Florida (1983).
- [8] Noor K.I. On quasi-convex functions and related topics. *Int. J. Math. and Math. Sciences*, (1987) Vol.10 No.2, 241-258.

ZİRKONYA DENTAL İMPLANTLARA YAPILAN YÜZEY MODİFİKASYONLARI SURFACE MODIFICATIONS OF ZIRCONIA DENTAL IMPLANTS

Dt. Şebnem YILMAZ
Dt. Nevin TAŞ
Doç. Dr. Ferhan EĞİLMEZ
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde oral implantlar dişsiz çenelerin rehabilitasyonu için en iyi tedavi seçeneği olmaktadır. Zirkonya, üstün biyolojik, estetik, mekanik ve optik özellikleri nedeniyle geleneksel titanyum implant sistemlerine umut verici bir alternatif olarak dental implantolojide kullanılmaktadır. Ancak zirkonya, sert, yoğun ve kimyasal olarak inert bir yüzeye sahiptir ve kimyasal maddelerle muamele sonrası aşınmaya karşı dirençlidir. Ayrıca zirkonya implantlar estetik açıdan memnun edici olmasına rağmen, titanyum implantlara kıyasla mekanik özellikleri daha düşük materyallerdir. Bu nedenlerle zirkonya implantların mekanik ve biyolojik davranışını geliştirmek için klinik kullanımlarından itibaren yapısal ve yüzey özellikleri değiştirilmiştir. Yüzey alanı, yapılan yüzey modifikasyonlarıyla arttırılmaktadır. Yüzey modifikasyonları ise aynı zamanda kemik büyümesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmakta, implant-kemik temas yüzeyinin artmasına neden olarak osteointegrasyon sürecini hızlandırmakta ve biyofilm tabakasının oluşumunu engellemektedir. Bu amaçla, plazma sprey kaplama, kumlama, asitle pürüzlendirme, kumlama ve asitle pürüzlendirme, anodizasyonla pürüzlendirme, lazerle pürüzlendirme, magnezyum, grafit, dopamin, silika ve biyometik kalsiyum fosfatla kaplama gibi birçok teknik uygulanmıştır.

Bu literatür derlemesinin amacı zirkonya yüzey ve yapısal işlem teknolojisi ile ilgili çalışmaları irdeleyerek dental implantolojide zirkonya implantların yüzey modifikasyonlarına ilişkin değerlendirme yapmaktır. Bu amaçla Medline veri tabanında elektronik olarak Pubmed aracılığıyla ‘zirconia surface treatment’, ‘zirconia surface modification’ veya ‘zirconia coating’ terimleri taratılmış ve elde edilen yayınlar değerlendirilmiştir.

Sonuç: Yapılan çalışmalar incelendiğinde çeşitli yüzey modifikasyonları yapılmış zirkonya implantların farklı mekanik ve biyolojik davranış sergilediği gösterilmiştir. Zirkonya dental implantlar için mekanik ve biyolojik açıdan en üstün yüzey işleminin hangisi olduğunun net olarak belirlenebilmesi için daha çok klinik ve laboratuvar çalışmasına ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Zirkonya, Dental İmplant, Yüzey Modifikasyonu

ABSTRACT

Nowadays, oral implants are a good alternative treatment method for rehabilitation of edentulous jaws. Due to superior biological, aesthetic, mechanical and optical properties zirconia is used as a promising alternative method to the titanium implant systems in dental implantology. However, zirconia has hard, dense and chemically inert surface and is resistant to abrasion after treatment with chemical materials. In addition, although zirconia implants are aesthetic materials, their mechanical properties are lower compared to titanium implants. For these reasons, structural and surface properties of zirconia implants have been changed since their clinical use to improve their mechanical and biological behaviors. Surface area is increased by surface modifications. On the other hand, surface modifications have positive affect on bone regeneration as well as increasing implant-bone connection area by accelerating osseointegration process and inhibiting biofilm layer formation. For this purpose, many techniques have been applied such as plasma spray coating, sandblasting, acid etching, sandblasting and acid etching, anodization treatment, laser treatment, magnesium, graphite, dopamine, silica and biomimetic calcium phosphate coating.

The purpose of this review is to examine the literatures on zirconia surface and structural process technology and to evaluate the surface modifications of zirconia implants in dental implantology. For this purpose, an electronic search in Medline database via Pubmed was conducted with the terms “zirconia surface treatment”, “zirconia surface modification” or “zirconia coating” and the publications were examined.

Conclusion : When the publications are examined, it has been shown that zirconia implants with various surface modifications exhibited different mechanical and biological behaviors. However, more clinical and laboratory data are needed to determine which surface processing is the best option for zirconia dental implants.

Keywords: Zirconia, Dental Implant, Surface Modification.

1. GİRİŞ

Günümüzde dental implantlar tamamen ve kısmen dişsiz hastaların rehabilitasyonu için iyi bir tedavi seçeneği olmaktadır¹. Titanium implantların ince mukozadan görülebilen koyu grimsi rengi sonucu estetik olarak problem oluşturması, spesifik olmayan bir immünomodülasyon ve otoimmüniteyi indükleyebilme potansiyeline sahip olması gibi dezavantajları nedeniyle üretici firmalar tarafından seramik implantlar üretilmiştir². Son on yılda dental implantolojide, yitria ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristali (Y-TZP) doğal bir diş görünümünü taklit eden, renk ve opaklık gibi estetik sonuçlar veren umut verici bir materyal olarak kullanılmaya başlanmıştır^{3, 4}. Y-TZP, yüksek kırılma tokluğu, yorulma direnci, yüksek eğilme dayanımı, yüksek korozyon direnci gibi avantajlara sahiptir⁵. Ek olarak, yapılan çalışmalarda zirkonyanın titanyuma kıyasla, periimplant dokularında daha düşük enflamatuar reaksiyon oluşturduğu, bakteri adezyonunu ve biyofilm birikimini azalttığı, yüksek oranda biouyumlu olduğu gösterilmiştir⁶⁻¹⁰. Aynı zamanda, önceki çalışmalar, zirkonya yüzey modifikasyonunun, implant yüzeylerinin osseointegrasyonuna yol açan fibroblastların ve osteoblastların adezyonunu, çoğalmasını, morfolojisini ve farklılaşmasını etkilediğini bildirmiştir^{11, 12}.

Zirkonya implantlar titanyum implantlara göre estetik faydalar sunsa da, titanyum bazlı malzemeler zirkonyaya göre daha yüksek mekanik dayanıma sahiptir ve şu anda dental implantlar için ilk tercih edilen malzemelerdir. Bununla birlikte, implant teknolojisi, çevreleyen kemik iyileşmesi sırasında uygun bir hücre adzeyonu, çoğalması ve farklılaşması için istenen morfolojik ve biyoaktif yönlerle ilgili olarak materyallerin yüzeyinde değişiklik yapma konusunda önemli çabalar sarf etmiştir^{13, 14}.

Albrektsson ve ark. tarafından dental implant yüzey özelliklerinin rolü ile ilgili yapılan çalışmada, pürüzsüz yüzeylere kıyasla daha pürüzlü yüzeylerin yararlı olduğu belirtilmiştir¹⁵. Kemiğe bitişik implant bölgelerinin topografyası ve pürüzlülüğü, uzun vadede başarıyı artırmak için son yirmi yılda optimize edilmiştir¹⁰. Mikropürüzlülüğü olan yüzeyleri karşılaştıran bir çalışma, orta derecede pürüzlü yüzeylerin osteoblast farklılaşması ve migrasyonu üzerindeki yararlı etkilerini doğrulamıştır¹⁶.

Zirkonya implantların yüzey alanı yapılan yüzey modifikasyonlarıyla değiştirilmektedir. Bu amaçla, plazma sprey kaplama, kumlama, asitle pürüzlendirme, kumlama ve asitle pürüzlendirme (SLA), anodizasyonla pürüzlendirme, lazerle pürüzlendirme, magnezyum, grafit, dopamin, silika ve biyomimetik kalsiyum fosfatla kaplama gibi birçok teknik uygulanmıştır.

Bu literatür derlemesinin amacı zirkonya yüzey ve yapısal işlem teknolojisi ile ilgili çalışmalarını irdeleyerek dental implantolojide zirkonya implantların yüzey modifikasyonlarına ilişkin değerlendirme yapmaktır.

YÖNTEM

Bu literatür derlemesi için elektronik olarak PubMed aracılığı ile Medline veri tabanında yayın taraması yapıldı. 1 Ocak 2009 ve 31 Aralık 2019 tarihleri arasında yayınlanan İngilizce dilindeki makaleleri bulmak için “zirconia surface treatment”, “implant surface modification” veya “zirconia coating” kelimeleri kullanıldı. Toplamda 428 makaleye ulaşıldı. Başlıkları ve özetleri değerlendirilen makalelerin derlemeye dahil edilebilmesi için tam metin olarak yayımlanmış olması, zirkonya implantlara yapılan yüzey modifikasyonlarına ilişkin bilgi vermesi kriterleri arandı. Bu kriterleri sağlayan 67 makale çalışmaya dahil edilerek analiz edildi.

ANA BAŞLIKLAR

1. ZİRKONYA DENTAL İMPLANTLARA YAPILAN YÜZEY İŞLEMLERİ
2. ZİRKONYA DENTAL İMPLANTLARA YAPILAN YÜZEY KAPLAMALARI
3. İŞLENMİŞ YÜZEYLİ DENTAL ZİRKONYA İMPLANTLARI

Alt Başlıklar

1. KUMLAMA
2. ASİTLE PÜRÜZLENDİRME, KUMLAMA VE ASİTLE PÜRÜZLENDİRME (SLA)
3. LAZERLE PÜRÜZLENDİRME
4. ULTRAVİYOLE (UV) IŞIKLA YÜZEY MODİFİKASYONU

Metinler

A. ZİRKONYA DENTAL İMPLANTLARA YAPILAN YÜZEY İŞLEMLERİ

1. KUMLAMA

İmplant yüzeyinin pürüzlendirilmesi için uygulanan yöntemlerden biri titanyum dioksit, alumina, zirkonyum alaşımları, kalsiyum fosfat partikülleri gibi abrazyon partiküllerinin düşük basınçta yüzeye uygulanması ile yüzeyin kumlanmasıdır¹⁷⁻¹⁹. İşlem zirkonya yüzeylerini pürüzlendirir. Ancak, zirkonya materyalinin mukavemetini tehlikeye atabilecek yüzey kusurlarını ve çatlakları açığa çıkarır¹³.

Yapılan bir çalışmada işlenmiş (ZrO_2m) veya Al_2O_3 partikülleri ile kumlanmış (pürüzlü, ZrO_2r) bir yüzeye sahip zirkonya implantları, SLA (kumlanmış, asitlenmiş) titanyum implantları (standart bir vidalı ITI konfigürasyonu) ile aynı silindirik şekle sahip olarak üretilmiştir. 12 ve 13 no.lu dişler 13 yetişkin minyatür domuzun maksillalarında bilateral olarak çekilmiş ve dokular 6 ay boyunca iyileşmeye bırakılmıştır. Bu zaman periyodundan sonra hayvanlara, rastgele bir şema kullanarak toplam 78 implant yerleştirilmiş ve titanyum SLA implantı tek bir referans olarak kullanılmıştır. Hayvanların sakrifiye edilmesinden sonra implantlara bitişik doku örnekleri metilmetakrilat içine gömülmüş ve bir ışık mikroskobu altında doğrudan kemik yerleşimleri açısından analiz edilmiştir. 4, 8 ve 12 haftalık iyileşme dönemlerinden sonra yüzey analizi, SLA - implantı için en yüksek yüzey pürüzlülüğünü göstermiş ve bunu ZrO_2r ve ZrO_2m izlemiştir. İşlenmiş ZrO_2m implantları, 8 ve 12 hafta sonra diğer iki implant tiplerinden istatistiksel olarak anlamlı düşük çıkarma test veri (RTQ) değerleri gösterirken, SLA implantı, 8 hafta sonra ZrO_2r yüzeyinden önemli ölçüde daha yüksek RTQ değerleri göstermiştir. Bu çalışmada, yüzey özelliklerinin ZrO_2 implantlarının kemik entegrasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir¹.

Hoffmann ve ark. nın²⁰ kumlanmış, sinterlenmiş veya lazerle modifiye edilmiş yüzeyleri olan zirkonya implantları etrafındaki erken kemik miktarının yüzey modifiye titanyum implantların çevresinde görülenlerle karşılaştırdıkları bir çalışmada 48 Yeni Zelanda albino tavşanın distal femurlarına her biri 24'er tane olmak üzere dört türden (sinterlenmiş zirkonya, lazerle modifiye edilmiş zirkonya, kumlanmış zirkonya ve asitlenmiş titanyum) 96 implant yerleştirilmiştir. Hayvanların yarısından 6 ve 12. haftalarda alınan doku örnekleri ışık mikroskobunda analiz edilmiş; kemik-implant temas alanı morfometrik olarak ölçülmüştür.

Diğer yarısı ise 6. ve 12. haftalarda çıkarma torku açısından değerlendirilmiştir. Her iki zaman noktasında da farklı yüzeyler arasında kemik miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamıştır. 6. Haftada çıkarıcı tork değerleri açısından titanyum ve kumlanmış zirkonya arasında ve sinterlenmiş zirkonya ve kumlanmış zirkonya arasında önemli ölçüde farklılık bulunmuştur. 12. haftada, çıkarıcı tork değerinde tek önemli fark titanyum ve kumlanmış zirkonya arasında olmuş ve titanyum daha yüksek bir değer göstermiştir.

Zirkonya implantlarının bir hayvan modelindeki histolojik davranışını (osseointegrasyon) araştıran ve titanyum implantların davranışıyla karşılaştıran bir çalışmada üst ön dişlerin çekilmesinden beş ay sonra, altı maymunda ekstraksiyon bölgelerine 12 adet titanyum implant (kontrol grubu) ve 12 adet zirkonya implant (test grubu) yerleştirilmiştir. Yerleştirmeden önce titanyum implant yüzeyleri Al_2O_3 ile kumlanmış ve daha sonra asitle pürüzlendirilmiştir. Zirkonya implantlar sadece kumlanmıştır. İmplantın yerleştirilmesinden altı ay sonra, tek kronların üretimi için ölçüler alınmıştır. 3 ay sonra, implantlara metal kronlar yerleştirilmiştir. Kronların yerleştirilmesinden beş ay sonra, çevreleyen sert ve yumuşak dokulara sahip implantlar dokudan çıkartılmış, histolojik olarak hazırlanmış ve peri-implant yumuşak doku boyutları ve mineralize kemik-implant teması açısından ışık mikroskobu altında değerlendirilmiştir. Araştırma süresince kaybedilen implant olmamıştır. Yumuşak peri-implant dokunun ortalama yüksekliği titanyum implantların etrafında 5 mm ve zirkonya implantlarının etrafında 4.5 mm olmuştur. Farklı yumuşak doku kısımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 9 aylık iyileşme ve 5 aylık yüklemeye sonra ortalama mineralize kemik-implant teması titanyum implantlar için % 72.9 (SD: %14) ve zirkonyum implantlar için % 67.4 (SD: %17) olmuştur. Farklı implant materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamıştır. Çalışmada, zirkonyum implantlarının, titanyum kontrol implantları ile aynı derecede entegre olduğu ve aynı peri-implant yumuşak doku boyutlarını gösterdiği sonucuna varılmıştır²¹.

2. ASİTLE PÜRÜZLENDİRME, KUMLAMA VE ASİTLE PÜRÜZLENDİRME (SLA)

Yüzeylerin pürüzlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin biri de asitle pürüzlendirme yöntemidir. Hidroflorik (HF) asit, nitrik asit (HNO_3) ve sülfürik asit (H_2SO_4) veya bu asitlerin kombinasyonu pürüzlendirme için kullanılmıştır²². Yapılan çalışmalarda asitle pürüzlendirilmiş yüzeylerin, osseointegrasyonu ve hücre farklılaşmasını arttırdığı gösterilmiştir²³⁻²⁷.

Yapılan bir çalışmada, HF pürüzlülüğü artıran en etkili asit olmasına rağmen, oda sıcaklığında %40 HF işleminin, numunelerin yüzey sertliğini ve eğilme mukavemetini önemli ölçüde azalttığı, zirkonya mekanik yapısına zarar gelmesini önlemek için asit konsantrasyonunun maksimum %5 HF olması gerektiği sonucuna varılmıştır²⁸. Başka çalışmada ise 4 saat HF ile pürüzlendirme işleminden sonra zirkonya mukavemetinin azaldığı ve pürüzlendirme işleminin 1 saat yapılması önerilmiştir²⁹.

Kumlama ve asitle pürüzlendirme (SLA) yöntemi ise, kumlama ve ardından asitle pürüzlendirme sonucu makropürüzlülük oluşturularak osseointegrasyon ve yüzey pürüzlülüğünü arttırmada kullanılan bir yöntemdir^{30, 31}.

Yapılan bir çalışmada iki çevresel oluğa sahip silindirik ZrO_2 implantlar 12 minyatür domuzun maksillasına yerleştirilmeden önce 3,5 bar basınç altında 255-500µm Al_2O_3 ile kumlanmıştır. İmplantlar, daha sonra üç yüzey işlemi grubuna ayrılmıştır: (1) açıklanamayan bir protokol (SB - AC) izlenerek asitlenmiş+kumlanmış implantlar, (2) 24 saat boyunca sıcak sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit çözeltisinden oluşan alkali ile aşındırılmış ve kumlanmış implantlar (SBAL); ve (3) kumlanmış implantlar (SB). Daha sonra tüm implantlar ultrason ile temizlenmiş ve 134 °C sıcaklıkta 18 dakika ısı ile sterilize edilmiştir. Bu implantların kemik yerleşimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Asitle pürüzlendirilmiş ve kumlanmış ZrO_2 implantlarda, kumlanmış ZrO_2 implantlardan daha fazla kemik-implant teması

olduğu tespit edilmiştir. Asit ve alkali ile pürüzlendirme işlemi, implant yüzeyinde çok çekirdekli dev hücrelerin oluşumunu arttırmıştır³².

Asitlenmiş zirkonya implantlarda (Y-TZP) ($Ra = 0.598 \mu m$) kemik iyileşmesinin pürüzlü bir yüzeye sahip asitlenmiş titanyum implantlarla ($Ra = 1.77 \mu m$) karşılaştırıldığı bir çalışmada 12 mini domuzun tibiyasına 48 zirkonya ve titanyum implant yerleştirilmiştir. 1, 4 veya 12 hafta sonra hayvanlar kurban edilmiş ve implantları içeren örnekler histolojik ve ultrastrüktürel teknikler açısından incelenmiştir. Histolojik sonuçlar zirkonyum ve titanyum yüzeyler üzerinde doğrudan kemik teması olduğunu göstermiştir. Histomorfometrik yöntemle ölçülen kemik implant teması, titanyum üzerinde zirkonyum yüzeylere göre daha iyi olmuştur. Ancak, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Araştırmacılar, modifiye yüzeylere sahip zirkonya implantların titanyum implantları ile karşılaştırılabilir bir osseointegrasyona yol açtığını belirtmişlerdir³³.

Oh ve ark.³⁴ farklı konsantrasyonlardaki hidroflorik asit (HF) ile pürüzlendirme koşullarına maruz kalan biyoaktif cam infiltre zirkonya örneklerinin yüzey özelliklerini incelemişlerdir. Örnekler altı gruba ayrılmıştır: Zirkonya, Zirliner, Porselen, Biyoaktif cam A1, Biyoaktif cam A2 ve Biyoaktif cam A3. Zirliner ve Porselen tamamen sinterlenmiş zirkonyaya uygulanmış ve ısı ile işleme tabi tutulmuştur. Biyoaktif cam, bir spin kaplama yöntemi ve ardından tam sinterleme yapılarak önceden sinterlenmiş zirkonyaya infiltre edilmiştir. Tüm numuneler %10 ve %20 HF ile asitle aşındırılmış ve yüzey pürüzlülüğü bir profilometre kullanılarak ölçülmüştür. Zirkonya grubunun yüzey pürüzlülüğü aşındırma süresinden veya asit konsantrasyonundan etkilenmemiştir. Üç biyoaktif cam grubunun (A1, A2 ve A3) pürüzlülüğü, 10 dakikalık asitleme işlemi sonucu hafifçe artmıştır. 1 saatlik asitlemeden sonra ise pürüzlülük önemli ölçüde artmıştır. Biyoaktif cam infiltrasyonu ve asitle pürüzlendirme işlemleri osteoblastların yapışmasını ve çoğalmasını etkilememiştir. Bu çalışma, yüzey pürüzlülüğünün, infiltrasyon materyali, aşındırma süresi ve asit konsantrasyonundan etkilendiğini göstermektedir.

Gahlert ve ark.³⁵ yaptıkları bir çalışmada yüzeyi modifiye edilmiş zirkonya (ZrO_2) ve titanyum implantlara karşı oluşan kemik dokusu yanıtını karşılaştırmışlardır. Silindirik formda, düşük basınçlı enjeksiyonla kalıplanmış zirkonya (ZrO_2) implantlar asitlenmiş bir yüzeye üretilmiştir. Aynı şekle sahip, kumlanmış ve asitlenmiş yüzeye (SLA) sahip titanyum implantlar kontrol görevi görmüştür. 18 yetişkin mini domuzun maksillasına kanin ve kesici dişlerin çekilmesinden 6 ay sonra her iki implant tipi yerleştirilmiştir. Hayvanlar, 4, 8 ve 12 hafta sonra ötenazi edilmiş ve çevre dokuya sahip 16 zirkonya ve 18 titanyum implant çıkartılmıştır. Dokular metilmetakrilat içine gömülmüş ve Giemsa-Eosin ile boyanmıştır. Peri-implant kemik yoğunluğu (kemik hacmi / toplam hacim) ve kemik-implant temas (BIC) oranı açısından histomorfometrik olarak analiz edilmiştir. Histomorfometrik analiz her iki malzeme için de doğrudan kemik entegrasyonu göstermiştir. ZrO_2 implantlar implantasyondan sonraki 4. Haftada %60.4 (SD \pm 9.9), 8. haftada %65.4 (SD \pm 13.8) ve 12. haftada %63.3 (SD \pm 21.5) ortalama peri-implant kemik yoğunluğu değerleri göstermiştir. SLA implantlar karşılık gelen zaman aralıklarında ortalama %61.1 (SD \pm 6.2), %63.6 (SD \pm 6.8) ve %68.2 (SD \pm 5.8) değerleri göstermiştir. BIC oranı ile ilgili olarak, ZrO_2 için ortalama değerler %67.1 (SD \pm 21.1) ile %70 (SD \pm 14.5) arasında ve Ti-SLA için %64.7 (SD \pm 9.4) ile %83.7 (SD \pm 10.3) arasında değişmiştir. Araştırılan iki parametre için, her iki implant tipi arasında herhangi bir zaman noktasında anlamlı bir fark saptanamamıştır. Araştırmacılar, ZrO_2 implantları ve Ti-SLA kontrol grupları arasında peri-implant kemik yoğunluğu ve BIC oranına göre osseointegrasyonda herhangi bir fark olmadığını göstermişlerdir.

Yüzeyi modifiye edilmiş zirkonya ve titanyum implantlara karşı kemik dokusu yanıtlarını histolojik olarak karşılaştıran bir çalışmada, yivli zirkonya implantlar, yeni bir düşük basınçlı enjeksiyon kalıplama tekniği kullanılarak üretilmiş ve daha sonra yüzey asitle aşındırılmıştır.

Kumlama ve asitleme (SLA) işlemi uygulanan, orijinal şekil ve yüzey yapısında titanyum implantlar kontrol görevi görmüştür. On beş yetişkin domuz maksillasına ikinci ve üçüncü kesici dişlerin çekilmesinden 6 ay sonra her iki implant tipi yerleştirilmiştir. Hayvanlar 4, 8 ve 12 hafta sonra kurban edilmiş ve 30 implant alınmıştır. Histolojik değerlendirmede her iki materyal kemiğe entegrasyon göstermiştir. Zirkonya implantlarda 4. haftada ortalama %42.3 (SD±14.5), 8 haftada %52.6 (SD±5.7) ve 12 haftada %54.6 (SD±11.5) ortalama peri-implant kemik yoğunluğu değerleri saptanmış, Ti-SLA implantları karşılık gelen zaman aralıklarında ortalama %29 (SD ±10), %44,1 (SD±18) ve %51,6 (SD ±8,6) değerleri göstermiştir. Kemik-implant temas oranına göre zirkonya için ortalama değerler %27.1 (SD±3.5) ile %51.1 (SD±12.4) arasında değişmekteyken Ti-SLA için bu değerler %23.5 (SD±7.5) ve %58.5 (SD±11.4) olarak tespit edilmiştir. İncelenen parametreler için, her iki implant tipi arasında herhangi bir zaman noktasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Araştırmacılar iki tür implant arasında osseointegrasyonda anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varmışlardır³⁶.

Yapılan bir çalışmada yüzey modifiye zirkonya ve titanyum implantlarının peri-implant kemik oluşumu ve mekanik stabilitesi değerlendirilmiştir. 12 mini domuzun mandibulasına tüm küçük azı dişlerinin çekilmesinden 8 hafta sonra üç tip implant yerleştirilmiştir: (1) kumlanmış bir yüzeye sahip bir zirkonya implantı; (2) kumlanmış ve asitlenmiş bir yüzeye sahip bir zirkonya implantları ve (3) kontrol olarak işlev gören, kumlanmış ve asitlenmiş bir yüzeye sahip bir titanyum implant. Çıkarıcı tork değerleri ve peri-implant kemik rejenerasyonu, 4 ve 13 hafta sonra 6 hayvanda değerlendirilmiştir. Titanyum yüzeyinin, test edilen her iki zirkonya yüzeyinden önemli ölçüde daha pürüzlü olduğu gözlenmiştir. Ortalama kemik-implant teması (BIC) 4 hafta sonra üç implant tipi arasında anlamlı farklılık göstermemiş, ancak 13 hafta sonra her iki zirkonya implanta kıyasla titanyum implantlarda anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Kemik hacim yoğunluğu (BVD) anlamlı farklılık göstermemiştir. Çıkarıcı tork değerleri, 4 ve 13 hafta sonra her iki zirkonya yüzeyine kıyasla titanyum için anlamlı olarak daha yüksek olarak bulunmuştur. Kumlanmış ve asitlenmiş zirkonya yüzeyi, kumlanmış zirkonya ile karşılaştırıldığında 4 hafta sonra önemli ölçüde daha yüksek bir çıkarıcı tork değeri göstermiştir ve bu fark 13 hafta sonra dengelenmiştir. Araştırmacılar tüm implantların benzer derecelerde BIC ve BVD ile osseointegrasyona ulaştığı sonucuna varmışlardır³⁷.

Seramik implantların klinik ve yumuşak/sert dokularına ait histomorfolojik sonuçların bir domuz modelinde titanyum implantla karşılaştırmalı olarak incelendiği bir çalışmada 18 adet yumuşak doku seviyesi implant (9 ZLA™ yüzeyli seramik ve kontrol grubu olarak 9 titanyum SLActive®, Institut Straumann, Basel, İsviçre) 6 domuzun mandibulasına rastgele yerleştirilmiştir. İki ay sonra histomorfolojik sonuçları değerlendirmek için blok biyopsiler alınmıştır. Tüm implantlar kemik ve yumuşak dokuya mükemmel entegrasyon göstermiştir. fBIC (implant kenarından implant temasının en koronal nokasına olan mesafe) ve % BIC (kemik-implant temas yüzdesi) her iki grup için; test gruplarında 3.95 mm ve %85.4; kontrol grubunda sırasıyla 3.97 mm ve %84.3 olmuştur. Peri-implant mukoza yüksekliğinde fark bulunamamıştır, ancak sulküler epitel ZrO₂ için (ortalama: 0.76) Ti'a (ortalama: 1.40) kıyasla daha kısa olarak bulunmuştur. Araştırmacılar, ZLA® yüzeyli seramik implant ile titanyum implant arasında kemik dokusu entegrasyonu açısından fark bulunmadığını bildirmişlerdir³⁸.

3. LAZERLE PÜRÜZLENDİRME

Lazerle pürüzlendirme yönteminde implant yüzeyine lazer ışını uygulanması sonucunda mikroçukurcuklar oluşmaktadır²². Bu mikroyapı sayesinde ideal bir osseointegrasyon için gerekli olan yeterli pürüzlülük, artmış korozyon dayanıklılığı ve sertlik sağlanabilmektedir³⁹. Yapılan çalışmalarda bu yöntemin gingival fibroblast ve fibronektin adezyonunun arttığı ve fibroblast hücrelerinin bu mikroçukurlara bağlanarak iç köprüler oluşturdukları gösterilmiştir⁴⁰⁻

Melatonin ile takviye edilmiş mikroluklu yüzeylere sahip zirkonya implantlarının, aynı kaplamaya sahip titanyum implantlara karşı kemik-implant temasını (BIC) arttırıp arttırmadıklarının değerlendirildiği bir çalışmada, dört gruba ayrılmış 80 adet implant, 20 Yeni Zelanda tavşanının tibiyasına yerleştirilmiştir: grup A- 20 adet kumlanmış ve asitlenmiş titanyum implant, grup B-20 adet kumlanmış zirkonya implant, grup C- 20 adet %5' lik melatonin solusyonu ile takviye edilmiş kumlanmış ve asitlenmiş titanyum implant, grup D- 20 adet %5lik melatonin solusyonu ile takviye edilmiş kumlanmış ve femtosaniye lazerle tedavi edilmiş mikroyivli zirkonya implant. kemik-implant temasının histometrik ve SEM değerlendirmesi 1 ve 4 hafta sonra yapılmıştır. 1. haftada, grup C (29.7 ± 2.4) ve grup D (28.9 ± 1.3) implantlar, grup A ve B'ye kıyasla daha yüksek BIC değeri göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar, 4 hafta sonra D grubunda yer alan implantların tüm gruplara kıyasla daha yüksek BIC değeri gösterdiğini bulmuşlardır (47.5 ± 2.2)⁴³.

Yapılan başka çalışmada mikro-yivli yüzeye sahip ve immedat yüklenmiş zirkonya implantlar için toplam yumuşak doku (ST) genişliği, krestal kemik seviyesi (CBL), kemik implant teması (BIC) ve kemik yoğunluğunun (BD) değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmaya dahil edilen 51 implantın 48'i köpek mandibulalarında bilateral olarak premolar bölgelere rastgele yerleştirilmiş ve diğer 3 implant her çalışma grubunda bir implant yüzey karakterizasyonu için ayrılmıştır. Daha sonra implantlar üç gruba ayrılmıştır: Kontrol (titanyum); test A- 350-550 μm Al_2O_3 partikülleriyle kumlanmış zirkonya ve test B- femtosaniye lazer ile muamele edilmiş 350-550 μm Al_2O_3 parçacıkları ile kumlanmış bir yüzeye sahip mikroyivli zirkonya. İmplantlar akrilik bir köprü ile splintlenmiştir. Çenede bir tarafa hemen oklüzal yükleme uygulanırken, diğer tarafın oklüzal teması kaldırılmıştır. 3 ay sonra ST, CBL, BIC ve BD değerlendirilmiştir. Hemen yüklemenin bu parametreler üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Tüm implantlar osseointegre olmuştur. ST 3. ayda tüm gruplar için ortalama 2.9 ± 0.4 mm değerlerde elde edilirken, CBL, tüm gruplar için ortalama 1.2 ± 0.3 mm değeri göstermiştir. BIC yüzdelerinin, yüklenen tüm mikro-yivli implantlar için anlamlı olarak yüksek olduğu bulunmuştur. BD yüzdelerinin ise tüm mikroyivli implantlara yakın bölgelerde daha yüksek olduğu ve yüklenmiş implantlar için anlamlı olarak daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, hemen yüklenen mikroluklu zirkonya implantlara ait ST kalınlığı değerlerinin ortalama 3 mm biyolojik genişlik elde edilecek şekilde stabil kaldığını, krestal kemik yüksekliğinin yerleştirme derinliğine bağlı olduğunu ve hemen yüklenen dental implantların yerleşimini izleyen 3 aylık takip periyodunda yüksek BIC yüzdelerinin ve tüm kemik içi alanda implant mikrolukları çevresindeki artmış BD değerlerinin elde edilebileceğini bildirmişlerdir⁴⁴.

Cavo-Guirado ve ark.⁴⁵ yaptıkları bir çalışmada 30-90 gün boyunca köpeklerde gecikmiş yüklenen zirkonya implantlara kıyasla, femtosaniye lazele modifiye edilmiş ve erken yüklenmiş zirkonya implantlarının performansını değerlendirmişlerdir. İmplantların mandibulada premolar P2, P3, P4 ve molar dişleri M1 bölgesine iki taraflı olarak yerleştirilmesi için diş ekstraksiyonu yapılmıştır. Boyun ve gövde yüzeyleri femtosaniye doku lazeri ile muamele edilen 4 mm çapında ve 10 mm uzunluğunda 48 zirkonya implant yerleştirilmiştir. Osseointegrasyon döneminde 24 implant hemen yüklenmiş ve 24'ü yüklenmeden bırakılmıştır. Kemik-implant teması, krestal kemik kaybı ve implant stabilitesi değerlendirilmiştir. 30 gün sonra kemik-implant temas değerleri, erken yüklenmiş implantlar için %38.9 ve yüklenmemiş implantlar için %32 olmuştur. 90 gün sonra, değerler erken yüklenmiş implantlar için %65'e ve yüklenmemiş implantlar için %57,6'ya yükselmiştir. 30 gün sonra yüklenmemiş grupta (0.58 ± 0.28 mm) erken yüklenmiş gruba (0.5 ± 0.3 mm) kıyasla daha fazla krestal kemik kaybı olduğu rapor edilmiştir. 90 gün sonra, her iki grupta da stabilite geliştiği, ancak erken yüklenmiş grupta (0.5 ± 0.23 mm) yüklenmemiş gruba kıyasla (0.56 ± 0.28 mm) bu değerlerin daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Başlangıç implant stabilite değerleri, implant yerleştirildiği anda $-3,5$ PTV olarak ölçülmüştür. İlk 30 günden sonraki stabilite değerleri erken yüklenmiş implantlar için -4 ve yüklenmemişler için -3 olmuştur. 90. günde yüklenmemiş implantlar için bu değer -4.9

iken erken yüklenmiş implantlar için -7.1 olmuştur. Araştırmacılar femtosaniye lazer ile muamele edilen ve erken yüklemeye tabi tutulan zirkonya implantlarının BIC, krestal kemik kaybı ve implant stabilitesi açısından yüklenmemiş implantlara kıyasla daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

4. ULTRAVİYOLE (UV) IŞIKLA YÜZEY MODİFİKASYONU

In-vitro ve *in-vivo* çalışmalarla ilgili olarak, UV ışığı ile muamele işleminin, zirkonyanın mekanik özelliklerini etkilemeden osteoblastların dezyonunu, çoğalmasını ve farklılaşmasını arttırmak için etkili bir yüzey işlemi olduğu iddia edilmiştir^{46, 47}.

UV ışığı ile muamele işleminin zirkonya bazlı materyallerin osteokondüktivitesini artırıp artırmadığının incelendiği bir çalışmada pürüzsüz ve pürüzlü zirkonya bazlı diskler ve silindirik implantlar 15 dakika boyunca UV ışığı ile muamele edilmiş ve daha sonra sıçan femurlarına yerleştirilmiştir. Yüzey karakterizasyonu tarama elektron mikroskobu (SEM), atomik kuvvet mikroskopisi (AFM), X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) ve temas açısı ölçümleri kullanılarak yapılmıştır. UV ile muamele edilen implantlar etrafında oluşan kemik-implant temas yüzdesi ve kemik hacmi miktarı 2. ve 4. haftada işlenmemiş örneklerle kıyasla pürüzsüz yüzeyler için 3-7 kat ve pürüzlü yüzeyler için 1.4-1.7 kat artmıştır. Biyomekanik bir test UV muamele işleminin kemik-zirkonya entegrasyonunu hızlandırdığını ve kemik-implant arayüz direncini iki kat arttırdığını göstermiştir⁴⁶.

Yapılan bir başka çalışmada ultraviyole ışık (UV) ile muamele işleminin iki asitle pürüzlendirilmiş zirkonya bazlı dental implant materyalinin yüzey özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Pürüzsüz (m) ve pürüzlü (r) yüzeylere sahip iki zirkonya bazlı materyalden (Zr1 ve Zr2) diskler 15 dakika UV ışığı ile muamele edilmiştir. Yüzey topografisi taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskopisi (AFM) ile incelenmiştir. SEM ve AFM, pürüzlü ve pürüzsüz yüzeyler arasında niceliksel ve niteliksel farklılıklar ortaya çıkarmıştır. UV işlemi test edilen yüzeylerde herhangi bir topografik değişikliğe neden olmamıştır. Tüm UV ile muamele edilen numunelerde karbonda %43-81 oranında azalma, oksijende %19-45 oranında artış ve zirkonyada %9-41 oranında artış ile yüzey element içeriği önemli bir değişiklik göstermiştir. UV işlemine kadar, Zr1 materyalinin yüzeylerinde kristalin monoklinik fazda %19-25'lik bir artış gözlenirken, pürüzsüz Zr2 yüzeyinde hafif bir artış (+% 3) ve pürüzlü Zr2 yüzeyinde % 20'lik bir azalma gözlenmiştir. Tüm numuneler için, hidrofilik durum UV muamelesi ile hidrofobikten hidrofilik hale doğru önemli ölçüde değişmiştir. UV temasından önce ortalama temas açıları 2.5° ile 14.1° arasında değişirken UV temasından sonra 56.4° ile 69° arasında olmuştur. Araştırmacılar UV muamelesinin incelenen iki zirkonya implant yüzeyinin fizikokimyasal özelliklerini değiştirdiğini göstermişlerdir⁴⁸.

Att ve ark.⁴⁹ yaptıkları bir çalışmada zirkonyumun ultraviyole (UV) ışıkla muamelesi işleminin zirkonyanın osteoblastlar üzerindeki biyoaktivitesini artırıp artırmadığını incelemişlerdir. İşlenmiş zirkonya diskleri 48 saate kadar çeşitli zaman dilimleri içinde UV ışığı ile muamele edilmiştir. 48 saat boyunca UV ışık muamelesi, sıçan kemik iliği kaynaklı osteoblastların adezyon, yayılma ve proliferasyon oranlarını arttırmıştır. Alkalın fosfataz pozitif ve mineralize nodül alanları UV ışınla muamele edilmiş zirkonya üzerinde iki katına çıkmıştır. Osteopontin ve osteokalsin gibi osteoblastik genlerin ekspresyonu UV ışık muamelesi ile modüle olmamıştır. UV ışık muamelesi, zirkonya yüzeyini hidrofobikten hidrofilik duruma dönüştürmüş ve UV ışığına bağımlı bir şekilde yüzey karbonunun atomik yüzdesini azaltmıştır. Araştırmacılar yitriyum içeren kısmi stabilize zirkonya implantlara UV muamelesinin osteoblastlar üzerindeki biyoaktivitesini adezyon, proliferasyon ve zamanla mineralizasyon açısından arttırdığını göstermiş ve bu biyofonksiyonun UV ışığın zirkonya yüzeylerinin katalitik hidrofilik dönüştürülmesi ve hidrokarbonların aşamalı olarak uzaklaştırılması ile ilişkili olduğunu söylemişlerdir.

B. ZIRKONYA DENTAL İMPLANTLARA YAPILAN YÜZEY KAPLAMALARI

Biyouyumluluğu, antibakteriyel potansiyeli ve biyoaktiviteyi arttırmak için zirkonya yüzeylerinde farklı kaplamalar geliştirilmiştir. Bu kaplamalar hidroksiapatit oluşumunu indüklemeye kabiliyetine sahip olduklarından, kemik çoğalması için gerekli olan avantajlar göstermiştir⁴. Yüzey özelliklerini değiştirmek için magnezyum, azot, karbon, kalsiyum fosfat, hidroksiapatit, dopamin ve grafen gibi uygun biyolojik özelliklere sahip farklı kaplama malzemeleri uygulanmaktadır⁴.

Hidroksiapatit (HA) kemikle benzer bir mineral bileşimine sahiptir ve bu nedenle osseointegrasyonu arttıran doku cevabını destekleyen biyoaktif özellikler gösterir. Bu özelliği nedeniyle, yapılan çalışmalarda zirkonya implantların yüzey özelliklerini değiştirmek için kullanılmıştır⁵⁰⁻⁵².

Cho ve ark. nın⁵⁰ yaptığı bir çalışmada hidroksiapatit (HA) kaplı zirkonya'nın in vitro osteojenik potansiyeli, geliştirilmiş osseointegrasyon için bir aerosol depozisyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Taramalı elektron mikroskobu ve x-ışını kırınımı ile yapılan yüzey analizi, zirkonya üzerinde ince bir HA filminin sığ, düzenli, krater benzeri bir yüzey gösterdiğini kanıtlamıştır. Kültürde HA kaplı zirkonya üzerindeki hücreler, kaplanmamış zirkonyadaki hücrelerden daha düşük bir çoğalma sergilemiştir. Bununla birlikte, alkalın fosfataz, alizarin kırmızısı S boyaması ve kemik markeri gen ekspresyon analizi, HA kaplı zirkonya üzerinde iyi osteojenik cevap sergilemiştir. Araştırmacılar, aerosol depozisyon ile HA-kaplamanın yüzey modifikasyonunun kalitesini arttırdığını ve osteogeneze uygun olduğunu göstermiştir.

Bir köpek modelinde hidroksiapatit ile zenginleştirilmiş poröz CAD/CAM zirkonya doku iskelelerinin osteogenez yeteneğinin değerlendirildiği bir çalışmada 12 köpeğin mandibulalarında bilateral cerrahi defektler oluşturulmuştur. Poröz zirkonya iskeleleri, özel yapım CAD/CAM bloklarının istenen şekilde frezelenmesi ile imal edilmiştir. Sinterlemeden sonra, iskelelerin yarısının gözenekleri bir nano-hidroksiapatit (HA) tozu ile doldurulurken, diğer yarısı kontrol görevi görmüştür. İskele, iyileşmiş mandibular çene defektlerine iki taraflı olarak yerleştirilmiştir. 6 haftalık bir iyileşme süresinden sonra, yeni kemik oluşumu miktarını saptamak için kemik iskelesi arayüzü histomorfometrik analize tabi tutulmuştur. HA ile zenginleştirilmiş zirkonya iskeleleri, kontrollere (%21 ± 11) kıyasla önemli ölçüde daha yüksek yeni kemik oluşumu hacmi (%33 ± 14) göstermiştir. Yeni kemik birikimi, gözenek boşluğu duvarlarının kaplanmasıyla başlatılmış ve tüm gözenek hacminin doldurulmasıyla devam etmiştir. Kemik büyümesi, iskele yüzeyinden başlamış ve kor yapıya doğru yayılmıştır. Bu çalışmada hidroksiapatitin poröz zirkonya iskelelerinin osteogenez yeteneğini arttırdığı gösterilmiştir⁵³.

Yapılan bir çalışmada azot ve karbon gibi diğer elementlerin kaplama malzemesi olarak kullanılmasının zirkonyanın biyolojik ve mekanik özelliklerini geliştirdiği gösterilmiştir⁵⁴.

Magnezyum ve kalsiyum kaplamaların zirkonyanın mekanik özellikleri, mikroyapısı ve bioaktif potansiyeli üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 0.5 C/S oranında kalsiyum karbonat ve silikadan bir karışım gerçekleştirilmiştir. Ağırlıkça %20 magnezyum ve ağırlıkça %5-25 ZrO₂ ilave edilmiştir. Her karışım, etanol ile karıştırılmış, kurutulmuş, ve 1325 ± 5 ° C'lik sıcaklıkta fırınlanmıştır. Bu örneklerin in vitro biyoaktivitelerini araştırmak amacıyla, SEM-EDS kullanılarak kısa bir süre (7 gün) simüle edilmiş vücut sıvısında (SBF) apatit oluşturma kapasiteleri analiz edilmiştir. Bulgular, ağırlıkça %5 ve %15 ZrO₂ içeren örneklerin yüzeyinin, sırasıyla "karnıbahar" morfolojisine özgü tek ve çok katmanlı hidroksiapatit (HA) çökeltileri ile tamamen kaplandığını göstermiştir. Ağırlıkça % 25 ZrO₂ içeren numunenin yüzeyi örtülmemiştir, ancak bazı saçılmış HA çökeltileri gözlenmiştir. Yüksek biyoaktivite gösteren örneklerin Vickers sertliği ve kırılma tokluğu sırasıyla 2.32-2.57 GPa ve 1.80-1.50 MPa olmuştur. Araştırmacılar, bu örneklerin özelliklerinin insan kortikal kemiğinin özelliklerine benzer olduğunu ve bu kompozitlerin kemik implant materyalleri olarak kullanılabilirliğini söylemişlerdir⁵⁵.

Pardun ve ark.⁵⁶ nın zirkonyum-kalsiyum fosfat kaplamalara magnezyum ilavesinin etkisini araştırdıkları bir çalışmada karışık kaplamalar, yitriya ile stabilize zirkonya ve hidroksiapatite

değişen magnezyum oksit veya magnezyum florür ilaveleri ile hazırlanmıştır. Kaplamalar, zirkonya diskleri ve vidalı implantlar üzerine ıslak toz püskürtme ile yapılmıştır. Kaplama morfolojisi, mekanik eğilme mukavemeti ve kalsiyum çözünmesi magnezyum içeriğine bağlı bir etki göstermiştir. Magnezyum içeren kaplamalar, saf zirkonyum-kalsiyum fosfat kaplamalara kıyasla daha iyi hücre proliferasyonu ve farklılaşması sergilemiştir. Çalışmada Mg ilavesinin, kaplama biyouyumluluğunu arttırdığı, zirkonyum-kalsiyum fosfat kaplamaların zirkonyanın biyoaktivite potansiyelini arttırdığını ve dolayısıyla implant kaplamaları için oldukça uygun bir aday olduğu gösterilmiştir.

Stronsiyum (Sr) içeriğinin hidroksiapatit kaplamaların mikro yapısını ve osteoblast/osteoklast büyümesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Sr içeren hidroksiapatit (Sr-HAp) kaplamaların üretilmesi için kalsiyumu (Ca) farklı yüzdelere Sr ile değiştirebilen bir mikro-ark tedavisi (MAT) yapılarak titanyum implantların kemik entegrasyonu geliştirilmeye çalışılmıştır. 48 saat sonra hücre adezyonu ve proliferasyonunun 4 saat sonrakinden daha fazla olduğu ve bu sonucun Sr'un osteoblast adezyonu ve proliferasyonunu uyarabilme özelliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca Sr-HAp kaplamalarının içeriğindeki Sr'un %38.9' u aşığında osteoklast farklılaşmasını önemli ölçüde inhibe ettiği gösterilmiştir. Araştırmacılar, Sr'un osteoblast farklılaşmasını arttıran ve osteoklast farklılaşmasını inhibe eden çift bir mekanizmaya sahip olduğunu belirtmişlerdir⁵⁷.

Yapılan bir çalışmada, zirkonyum için potansiyel bir kaplama malzemesi olarak fonksiyonelleştirilmiş çok duvarlı karbon nanotüplerin (fMWCNT) hücre proliferasyonu, canlılığı, morfolojisi ve osteoblast benzeri hücre eklenmesi gibi biyolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Osteoblast benzeri (Saos-2) hücreler, kaplanmamış ve fMWCNT kaplı zirkonya disklerine ve kontrol görevi gören kültür kaplarına ekilmiştir. Saos-2 hücrelerinin hücre canlılığı, proliferasyonu ve adezyonu incelenmiştir. Sonuçlar Saos-2 hücrelerinin hem kaplanmamış hem de fMWCNT kaplı zirkonya disklerine iyi bağlandığını göstermiştir. fMWCNT kaplı zirkonya disklerindeki hücre canlılığı ve proliferasyonu, kontrol diskleri ile hemen hemen aynı olmuştur. fMWCNT kaplamalı zirkonya disklerinde, kaplanmamış zirkonya disklerinden daha iyi hücre adezyonu olduğu görülmüştür. Çalışmada, fMWCNT'lerin pürüzlülüğü arttırmak ve böylece zirkonya implantlarının osseointegrasyonunu arttırmak için zirkonya bazlı seramik yüzeyler için umut verici bir kaplama malzemesi olduğu gösterilmiştir⁵⁸.

Polidopamin (PDA) kaplamaları, antimikrobiyal özellikleri artırabilir ve protein parçalanması ve hücre adezyonunu kolaylaştırabilir, osseointegrasyon gibi biyolojik süreçleri hızlandırabilir⁵⁹.

Zirkonyum implant abutment materyalleri için bir yüzey modifikasyonunun, peri-implant yumuşak doku kalitesini etkileyen iki ana faktör olan fibroblast davranışı ve oral bakteri adezyonu üzerindeki etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, polidopamin (PDA) kaplı zirkonya örnekler hazırlanmış ve yüzey özellikleri tarama elektron mikroskobu, atomik kuvvet mikroskopisi, bir temas açısı ölçüm cihazı, X-ışını fotoelektron spektroskopisi ve Raman spektroskopisi kullanılarak değerlendirilmiştir. İnsan dişeti fibroblastlarının (HGF) PDA kaplı zirkonyaya adezyonu, proliferasyonu, protein sentezi ve gen ekspresyonu analiz edilmiştir. Ek olarak, PDA kaplamasından sonra Streptococcus gordonii ve Streptococcus mutans'ın zirkonyaya adezyonu taramalı elektron mikroskopisi ve canlı/ölü boyama yöntemleri ile değerlendirilmiştir. PDA kaplama, zirkonyada hücre adezyonunu ve proliferasyonunu önemli ölçüde arttırmıştır. PDA ile modifiye edilmiş disklerde yüksek düzeyde kolajen tip I salgılanmıştır. Adhere bakteri sayısı, PDA kaplamasından sonra zirkonya üzerinde önemli ölçüde azalmıştır. Araştırmacılar, PDA'nın zirkonya yüzeyini değiştirebileceğini, HGF'lerin davranışını etkileyebileceğini ve bakteriyel adezyonu azaltabildiğini, bu nedenle, bu yüzey modifikasyonu yaklaşımının, klinik uygulamada zirkonya abutmentler etrafında yumuşak doku entegrasyonunu iyileştirmek için büyük bir potansiyele sahip olduğunu ifade etmişlerdir⁶⁰.

Yapılan bir çalışmada ZrO₂'nin biyouyumluluğunu arttırmak için zirkonya l-DOPA ile kaplanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskopisinden (AFM)

elde edilen sonuçlar, zirkonya topografisinin l-DOPA filmi ile kaplandıktan sonra korunduğunu göstermiştir. Spesifik olarak, kaplamanın kalınlığı ve başlangıçtaki hücre yayılma kabiliyeti, numuneler daha yüksek sıcaklıklarda hazırlanarak artırılmıştır. l-DOPA kaplı zirkonya, hücre yayılması ve çoğalması gibi hücre cevapları gösterdiği gibi, kaplanmamış örneklerle göre daha iyi sito-uyumluluk göstermiştir. Çalışmada, l-DOPA kaplamanın zirkonyanın sito-uyumluluğunu geliştirmek için kullanılabilmesi ve ayrıca biyomedikal uygulamalarda diğer biyofonksiyonel molekülleri hareketsiz hale getirme potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir⁶¹.

Bir çalışmada, kalsiyum silikat (CS) kaplamanın mekanik özelliklerini geliştirmek için takviye olarak grafen plakalar (GP'ler) kullanılmıştır. Ağırlıkça %1.5 GP içeren kompozit kaplama, vakum plazma püskürtme teknolojisi ile hazırlanmıştır. GP'lerin kompozit kaplamada sağkalımı Raman analizi ile gösterilmiştir. Sonuçlar GP'lerin CS taneleri arayüzünde homojen olarak dağıldığını veya partiküllerin üzerine sarıldığını ve CS matrisi ile iyi ıslatma davranışı sergilediğini göstermiştir. Kompozit kaplamanın aşınma özellikleri, GP'lerin takviyesi ile açık bir şekilde artırılmıştır. *In-vivo* deneyler, kompozit kaplamanın saf CS kaplamayla karşılaştırıldığında benzer şekilde yüksek biyouyumluluğa sahip olduğunu göstermiştir. Kemik-implant temas oranı 3 aylık implantasyondan sonra GPs/CS kaplama için 84.3 ± 7.4 ve CS kaplama için 79.6 ± 9.4 'e ulaşmıştır⁶².

Zhang ve ark. yaptıkları bir çalışmada biyoaktif seramiklerin nispeten zayıf olduğunu, yük taşımada (örneğin diş ve ortopedik implant olarak kullanım için) yetersiz olduğunu ifade etmişlerdir⁶³.

Yapılan çalışmalarda peri-implant bölgesine yerleştirmeden sonra kalsiyum fosfat salınımının, vücut sıvılarının doyunluğunu artırdığı, osteojenik hücre tutunması ve büyümesi için endojen proteinleri içeren bir matris olarak kullanılabilmesi gösterilmiştir^{64, 65}.

Tek parça zirkonya ile titanyum implantların histomorfometri ile yerleştirme derinliklerine bağlı olarak osseointegrasyonunu değerlendirilen bir çalışmada, 6 melez köpek mandibulasına bilateral olarak dört adet aynı geometriye sahip tek implant yerleştirilmiştir: (1) kaplanmamış zirkonya implantı, (2) kalsiyum salımlı titanyum oksit ile kaplanmış zirkonya implant (3) bir titanyum implant ve (4) sentetik bir materyalden (polietereeterketon) yapılmış bir implant. 4 ay sonra implantların kemik-implant temas (BIC) oranlarını ve kemik seviyelerini (BL) histolojik olarak değerlendirmek için histolojik doku örnekleri toluidin mavisi ile boyanmıştır. Histomorfometrik olarak, kristal implant kısmındaki BL, materyal tipi veya iyileşme modalitesi açısından anlamlı farklılık göstermemiştir. BIC yüzdesi, kaplanmamış zirkonya için %59.2, kaplanmış zirkonya için %58.3, sentetik materyal için %26.8 ve titanyum implantlar için %41.2 olmuştur. Çalışmada, zirkonya implantların, aynı yüzey modifikasyonu ve pürüzlülüğüne sahip titanyum implantlarla aynı BIC yüzdesi gösterebileceği sonucuna varılmıştır⁶⁶.

C. İŞLENMİŞ YÜZEYLİ DENTAL ZİRKONYA İMPLANTLARI

Önceki bir çalışmada zirkonya seramik implant kemik temas yüzdesi (BIC) analiz edilmiştir. Zirkonya implant yüzeyleri daha sonra pasifleştirilmiş (ASTM A380) ve aşağıdaki aşamalar kullanılarak temizlenmiştir: suyla yıkama, 3 kez ultrasonik temizleme, ilave suyla yıkama, distile suyla çalkalama, alkolle çalkalama ve havayla kurutma. Daha sonra implantlar Yeni Zelanda beyaz erkek tavşanların tibiyasına yerleştirilmiştir. Her tavşana 4 implant yerleştirilmiş, 4 hafta sonra ötenazi uygulanmıştır. Toplam 20 implant yapılmıştır. Zirkonya seramik yüzeyleri ile yakın temasta çok miktarda yeni oluşan kemik gözlemlenmiştir. Kemik-implant temas yüzdesi 68.4 ± 2.4 olmuştur. İmplantın en koronal ve apikal kısımlarında aktif olarak salınan küçük osteoblastlar oluşmuştur. Bu çalışma ile, zirkonya implantların yüksek oranda biyouyumlu ve osteokondüktif etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır⁶⁷.

Bir çalışmada, sinterlenmiş zirkonya ve titanyum implantlara kıyasla seçici infiltrasyonla pürüzlendirilmiş (SIE) zirkonya implantlarının kemik iyileşmesi değerlendirilmiştir.

Hazırlanan zirkonya implantlarının yarısı, SIE implantları infiltrasyon camı ile kaplama, termal ısıtma ve cam kalıntılarının yıkanması yoluyla seçici infiltrasyonla pürüzlendirme yapılmıştır. Her gruptan 20 implant olmak üzere yetişkin Yeni Zelanda beyaz erkek tavşanlara 40 adet implant yerleştirilmiştir. 4 ve 6 hafta sonra, kemik-implant teması (BIC) ve peri-implant kemik yoğunluğu değerlendirilmiştir. SIE zirkonya implantları anlamlı derecede yüksek BIC ve daha yüksek marjinal kemik yoğunluğuna sahip olmuştur. Çalışmada seçici infiltrasyonla pürüzlendirilmiş zirkonya implant yüzeyinin implant osseointegrasyonunu iyileştirebileceği gösterilmiştir⁶⁸.

Montero ve ark.'nın⁶⁹ yaptıkları bir çalışmada postoperatif iyileşme sırasında köpeklerde ekstraksiyon soketlerine yerleştirilen titanium ve custom zirkonya implantların klinik histomorfometrik sonuçları değerlendirilmiştir. Köpeklerde 3. ve 4. premolar dişlerin distaline her birine 4 implant olmak üzere (2 Ti ve 2 Zr) 8 implant yerleştirilmiştir. Standart radyografiler implantlar yerleştirildikten hemen sonra ve 5 ay sonra alınmıştır. Dekalsifiye olmamış kesitlerde histolojik ve histomorfometrik ölçümler yapılmıştır. BIC yüzdesi 5 ay sonra, Zr (%57,0±%15,2) ve Ti (%56,5±%14,4) implantlar için benzer olmuş, en şiddetli kemik kaybı bukkal duvarda gözlenmiştir. Başarısızlık riski Zr implantlarda (%43,8) Ti implantlardan (%12,5) 3,5 kat daha fazla olmuştur.

Thoma ve ark.⁷⁰ yaptıkları bir çalışmada yüklenmiş zirkonya implantların yumuşak doku boyutları ve sert doku entegrasyonunun titanyum implantinkine benzer olup olmadığını değerlendirmişlerdir. Altı köpeğe, iki adet tek parça zirkonya implant (VC, ZD), iki parça zirkonya implant (BPI) ve kontrol grubunu temsilen tek parça titanyum implant (STM) yerleştirilmiştir. CAD/CAM kronlar 6. ayda simanlante edilmiştir. Altı ay sonra hayvanlar sakrifiye edilmiş ve histomorfometrik analizler yapılmıştır. Çalışmada mukozal sınır düzeyi, peri-implant mukoza boyutu, marjinal kemik kaybı ve kemik-implant teması (BIC) değerlendirilmiştir. Bukkal periimplant mukozası VC ve ZD implantlarda sırasıyla 2,64 ± 0,70 mm ile 3,03 ± 1,71 mm arasında değişmiştir. Göreceli marjinal kemik kaybı BPI ve ZD implantlar için 0,65 ± 0,61 mm ile 1,73 ± 1,68 mm (bukkal taraf) arasında, ve VC ve ZD implantlarda sırasıyla, 0,55 ± 0,37 mm ile 1,69 ± 1,56 mm (lingual taraf) arasında değişmiştir. Ortalama BIC %78,6 ± 17,3 (ZD) ile %87,9 ± 13,6 (STM) arasında değişmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. Bir ve iki parça zirkonya implant, 6 aylık yüklem sırasında yerleştirilen titanyum implantlara kıyasla benzer periimplant yumuşak doku boyutları ve osseointegrasyon oluşturmuştur. Bununla birlikte, zirkonya implantları nispeten yüksek bir kırılma oranı sergilemiştir.

Kim ve ark.⁷¹ toz enjeksiyon kalıplama (PIM) tekniği ile yapılan zirkonya implantlarının geleneksel milleden yapılan implantlara göre osseointegrasyon ve yüzey özelliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada on altı tavşanın tibiyasına işlenmiş zirkonya implantlar ve PIM zirkonya implantlar yerleştirilmiştir. PIM zirkonya implantların pürüzlülüğü, işlenmiş zirkonya implantlardan daha yüksek olmuş, PIM zirkonya implantlar, işlenmiş zirkonya implantlardan önemli ölçüde daha yüksek kemik-implant teması ve çıkarıcı tork değerleri göstermiştir. Araştırmacılar, PIM zirkonya implantının osseointegrasyonun umut verici olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek BIC değeri (%87), 6 ay boyunca zirkonya implantları değerlendiren bir çalışma⁷⁰ sonuçlarıyla paralellik gösterirken en düşük BIC değerleri (% 32) cerrahi sonrası 4 hafta değerlendirmeye ilişkin olarak bulunmuştur⁷¹.

SONUÇLAR

Yapılan in-vivo ve in-vitro çalışmalar değerlendirildiğinde zirkonya implant yüzey özelliklerinin modifikasyonu ile kemik entegrasyonu, osteoblast artışı, osteoklastlarda azalma ve böylece osteointegrasyonda artış gibi önemli etkileri gösterilmiştir.

Kumlanmış zirkonya implantların titanium implantlarla aynı derecede osseointegre olduğu, aynı boyutta peri-implant yumuşak doku boyutu oluşturduğu gösterilmiştir.

Ayrıca, yüzey pürüzlülüğünün asitle muamele süresi ve asit konsantrasyonundan etkilendiği tespit edilmiştir. Asitle pürüzlendirme süresi ve konsantrasyonun fazla olması durumunda zirkonya implant yüzey sertliği ve eğilme mukavemetinin azaldığı gösterilmiş, zirkonya implant yüzeylerinin %5 konsantrasyonda HF ile 1 saat süreyle aşındırılması önerilmiştir.

Kumlanmış ve asitlenmiş (SLA) yüzeylerin peri-implant kemik yoğunluğunu, kemik implant temasını (BIC) ve osseointegrasyonu arttırdığı bildirilmiştir.

Implant yüzeylerinin lazer ve UV ile muamele edilmesi sonucu BIC yüzdesi değerlerinin, osseointegrasyonun ve fiziko-kimyasal özelliklerin arttırı rapor edilmiştir.

Bu bilgilere ilaveten, yapılan yüzey kaplamalarının osteogenezi, hücre proliferasyonunu arttırdığı, bakteriyel adezyonu azalttığı, ıslanabilirliği ve yüzey enerjisini arttırdığı, ancak biyoaktif cam kaplamaların yük taşımada yetersiz olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKÇA

1. Gahlert M, Gudehus T, Eichhorn S, Steinhauser E, Kniha H, Erhardt W. Biomechanical and histomorphometric comparison between zirconia implants with varying surface textures and a titanium implant in the maxilla of miniature pigs. *Clinical Oral Implants Research* 2007; **18**: 662-668.
2. Özkurt Z, Kazazoğlu E. Zirconia dental implants: a literature review. *Journal of Oral Implantology* 2011; **37**: 367-376.
3. Stadlinger B, Hennig M, Eckelt U, Kuhlisch E, Mai R. Comparison of zirconia and titanium implants after a short healing period. A pilot study in minipigs. *International Journal Oral Maxillofacial Surgery* 2010; **39**: 585-592.
4. Schunemann FH, Galarraga-Vinueza ME, Magini R, Fredel M, Silva F, Souza JCM, Zhang Y, Henriques B. Zirconia surface modifications for implant dentistry. *Materials Science and Engineering. C, Materials for Biological Applications* 2019; **98**: 1294-1305.
5. Zhang Y. Overview: Damage resistance of graded ceramic restorative materials. *Journal of European Ceramic Society* 2012; **32**: 2623-2632.
6. Carinci F, Pezzetti F, Volinia S, Francioso F, Arcelli D, Farina E, Piattelli A. Zirconium oxide: analysis of MG63 osteoblast-like cell response by means of a microarray technology. *Biomaterials* 2004; **25**: 215-228.
7. Akagawa Y, Hashimoto M, Kondo N, Satomi K, Takata T, Tsuru H. Initial bone-implant interfaces of submergible and supramergible endosseous single-crystal sapphire implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1986; **55**: 96-100.
8. Akagawa Y, Hosokawa R, Sato Y, Kamayama K. Comparison between freestanding and tooth-connected partially stabilized zirconia implants after two years' function in monkeys: a clinical and histologic study. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1998; **80**: 551-558.
9. Akagawa Y, Ichikawa Y, Nikai H, Tsuru H. Interface histology of unloaded and early loaded partially stabilized zirconia endosseous implant in initial bone healing. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1993; **69**: 599-604.
10. Rupp F, Liang L, Geis-Gerstorfer J, Scheideler L, Huttig F. Surface characteristics of dental implants: A review. *Dental Materials* 2018; **34**: 40-57.
11. Sanon C, Chevalier J, Douillard T, Cattani-Lorente M, Scherrer SS, Gremillard L. A new testing protocol for zirconia dental implants. *Dental Materials* 2015; **31**: 15-25.
12. Altmann B, Rabel K, Kohal RJ, Proksch S, Tomakidi P, Adolfsson E, Bernsmann F, Palmero P, Furderer T, Steinberg T. Cellular transcriptional response to zirconia-based implant materials. *Dental Materials* 2017; **33**: 241-255.
13. Yin L, Nakanishi Y, Alao AR, Song XF, Abduo J, Zhang Y. A review of engineered zirconia surfaces in biomedical applications. *Procedia CIRP* 2017; **65**: 284-290.
14. Pardun K, Treccani L, Volkmann E, Streckbein P, Heiss C, Gerlach JW, Maendl S, Rezwan K. Magnesium-containing mixed coatings on zirconia for dental implants:

- mechanical characterization and in vitro behavior. *Journal of Biomaterials Applications* 2015; **30**: 104-118.
15. Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1981; **52**: 155-170.
16. Andrukhov O, Huber R, Shi B, Berner S, Rausch-Fan X, Moritz A, Spencer ND, Schedle A. Proliferation, behavior, and differentiation of osteoblasts on surfaces of different microroughness. *Dental Materials* 2016; **32**: 1374-1384.
17. Le Guehennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dental Materials* 2007; **23**: 844-854.
18. Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *Journal of Dentistry* 2007; **35**: 819-826.
19. Novaes AB, Jr., de Souza SL, de Barros RR, Pereira KK, Iezzi G, Piattelli A. Influence of implant surfaces on osseointegration. *Brazilian Dental Journal* 2010; **21**: 471-481.
20. Hoffmann O, Angelov N, Zafiroopoulos GG, Andreana S. Osseointegration of zirconia implants with different surface characteristics: an evaluation in rabbits. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* 2012; **27**: 352-358.
21. Kohal RJ, Weng D, Bachle M, Strub JR. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment. *Journal of Periodontology* 2004; **75**: 1262-1268.
22. Hayran Y, Akbulut N, Soylu E, Tümer MK. İmplant Yüzey Şekillendirme Teknolojileri. *Türkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Surgery - Special Topics Journal Identity* 2016; **2**: 98-105.
23. Rosales-Leal J, Rodríguez-Valverde M, Mazzaglia G, Ramón-Torregrosa P, Díaz-Rodríguez L, García-Martínez O, Vallecillo-Capilla M, Ruiz C, Cabrerizo-Vílchez M. Effect of roughness, wettability and morphology of engineered titanium surfaces on osteoblast-like cell adhesion. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 2010; **365**: 222-229.
24. Liu X, Poon RW, Kwok SC, Chu PK, Ding C. Plasma surface modification of titanium for hard tissue replacements. *Surface and Coatings Technology* 2004; **186**: 227-233.
25. Martini D, Fini M, Franchi M, De Pasquale V, Bacchelli B, Gamberini M, Tinti A, Taddei P, Giavaresi G, Ottani V. Detachment of titanium and fluorohydroxyapatite particles in unloaded endosseous implants. *Biomaterials* 2003; **24**: 1309-1316.
26. Ong JL, Carnes DL, Bessho K. Evaluation of titanium plasma-sprayed and plasma-sprayed hydroxyapatite implants in vivo. *Biomaterials* 2004; **25**: 4601-4606.
27. Novaes Jr AB, Souza SL, de Oliveira PT, Souza AM. Histomorphometric analysis of the bone-implant contact obtained with 4 different implant surface treatments placed side by side in the dog mandible. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2002; **17**: 377-383.
28. Xie H, Shen S, Qian M, Zhang F, Chen C, Tay FR. Effects of Acid Treatment on Dental Zirconia: An In Vitro Study. *PLoS One* 2015; **10**: e0136263.
29. Fischer J, Schott A, Martin S. Surface micro-structuring of zirconia dental implants. *Clinical Oral Implants Research* 2016; **27**: 162-166.
30. Cho S-A, Park K-T. The removal torque of titanium screw inserted in rabbit tibia treated by dual acid etching. *Biomaterials* 2003; **24**: 3611-3617.
31. Ivanoff CJ, Widmark G, Hallgren C, Sennerby L, Wennerberg A. Histologic evaluation of the bone integration of TiO₂ blasted and turned titanium microimplants in humans. *Clinical oral implants research* 2001; **12**: 128-134.

32. Saulacic N, Erdösi R, Bosshardt DD, Gruber R, Buser D. Acid and alkaline etching of sandblasted zirconia implants: a histomorphometric study in miniature pigs. *Clinical implant dentistry and related research* 2014; **16**: 313-322.
33. Depprich R, Zipprich H, Ommerborn M, Naujoks C, Wiesmann HP, Kiattavorncharoen S, Lauer HC, Meyer U, Kubler NR, Handschel J. Osseointegration of zirconia implants compared with titanium: an in vivo study. *Head and Face Medicine* 2008; **4**: 30.
34. Oh GJ, Yoon JH, Vu VT, Ji MK, Kim JH, Kim JW, Yim EK, Bae JC, Park C, Yun KD, Lim HP, Park SW. Surface Characteristics of Bioactive Glass-Infiltrated Zirconia with Different Hydrofluoric Acid Etching Conditions. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 2017; **17**: 1645-1648.
35. Gahlert M, Roehling S, Sprecher CM, Kniha H, Milz S, Bormann K. In vivo performance of zirconia and titanium implants: a histomorphometric study in mini pig maxillae. *Clinical Oral Implants Research* 2012; **23**: 281-286.
36. Gahlert M, Rohling S, Wieland M, Sprecher CM, Kniha H, Milz S. Osseointegration of zirconia and titanium dental implants: a histological and histomorphometrical study in the maxilla of pigs. *Clinical Oral Implants Research* 2009; **20**: 1247-1253.
37. Schliephake H, Hefti T, Schlottig F, Gedet P, Staedt H. Mechanical anchorage and peri-implant bone formation of surface-modified zirconia in minipigs. *Journal of Clinical Periodontology* 2010; **37**: 818-828.
38. Linares A, Grize L, Munoz F, Pippenger BE, Dard M, Domken O, Blanco-Carrion J. Histological assessment of hard and soft tissues surrounding a novel ceramic implant: a pilot study in the minipig. *Journal of Clinical Periodontology* 2016; **43**: 538-546.
39. Gaggl A, Schultes G, Müller W, Kärcher H. Scanning electron microscopical analysis of laser-treated titanium implant surfaces—a comparative study. *Biomaterials* 2000; **21**: 1067-1073.
40. Baltriukienė D, Sabaliauskas V, Balčiūnas E, Melninkaitis A, Liutkevičius E, Bukelskienė V, Rutkūnas V. The effect of laser-treated titanium surface on human gingival fibroblast behavior. *Journal of Biomedical Materials Research Part A* 2014; **102**: 713-720.
41. Cei S, Karapetsa D, Aleo E, Graziani F. Protein adsorption on a laser-modified titanium implant surface. *Implant dentistry* 2015; **24**: 134-141.
42. Heinrich A, Dengler K, Koerner T, Haczek C, Deppe H, Stritzker B. Laser-modified titanium implants for improved cell adhesion. *Lasers in medical science* 2008; **23**: 55-58.
43. Calvo-Guirado JL, Aguilar Salvatierra A, Gargallo-Albiol J, Delgado-Ruiz RA, Maté Sanchez JE, Satorres-Nieto M. Zirconia with laser-modified microgrooved surface vs. titanium implants covered with melatonin stimulates bone formation. Experimental study in tibia rabbits. *Clinical oral implants research* 2015; **26**: 1421-1429.
44. Delgado-Ruiz RA, Calvo-Guirado JL, Abboud M, Ramirez-Fernandez MP, Mate-Sanchez JE, Negri B, Rothamel D. Histologic and histomorphometric behavior of microgrooved zirconia dental implants with immediate loading. *Clinical implant dentistry and related research* 2014; **16**: 856-872.
45. Calvo-Guirado JL, Aguilar-Salvatierra A, Gomez-Moreno G, Guardia J, Delgado-Ruiz RA, Mate-Sanchez de Val JE. Histological, radiological and histomorphometric evaluation of immediate vs. non-immediate loading of a zirconia implant with surface treatment in a dog model. *Clinical oral implants research* 2014; **25**: 826-830.
46. Brezavšček M, Fawzy A, Bächle M, Tuna T, Fischer J, Att W. The effect of UV treatment on the osteoconductive capacity of zirconia-based materials. *Materials* 2016; **9**: 958.
47. Henningsen A, Smeets R, Heuberger R, Jung OT, Hanken H, Heiland M, Cacaci C, Precht C. Changes in surface characteristics of titanium and zirconia after surface treatment

- with ultraviolet light or non-thermal plasma. *European journal of oral sciences* 2018; **126**: 126-134.
48. Tuna T, Wein M, Swain M, Fischer J, Att W. Influence of ultraviolet photofunctionalization on the surface characteristics of zirconia-based dental implant materials. *Dental Materials* 2015; **31**: e14-e24.
49. Att W, Takeuchi M, Suzuki T, Kubo K, Anpo M, Ogawa T. Enhanced osteoblast function on ultraviolet light-treated zirconia. *Biomaterials* 2009; **30**: 1273-1280.
50. Cho Y, Hong J, Ryoo H, Kim D, Park J, Han J. Osteogenic responses to zirconia with hydroxyapatite coating by aerosol deposition. *Journal of Dental Research* 2015; **94**: 491-499.
51. Lavos-Valereto IC, Konig B, Rossa C, Jr., Marcantonio E, Jr., Zavaglia AC. A study of histological responses from Ti-6Al-7Nb alloy dental implants with and without plasma-sprayed hydroxyapatite coating in dogs. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 2001; **12**: 273-276.
52. Naleway SE, Fickas KC, Maker YN, Meyers MA, McKittrick J. Reproducibility of ZrO₂-based freeze casting for biomaterials. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications* 2016; **61**: 105-112.
53. Aboushelib MN, Shawky R. Osteogenesis ability of CAD/CAM porous zirconia scaffolds enriched with nano-hydroxyapatite particles. *International Journal of Implant Dentistry* 2017; **3**: 21.
54. Garmendia N, Bilbao L, Munoz R, Imbuluzqueta G, Garcia A, Bustero I, Calvo-Barrio L, Arbiol J, Obieta I. Zirconia coating of carbon nanotubes by a hydrothermal method. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 2008; **8**: 5678-5683.
55. Ewais EM, Amin AM, Ahmed YM, Ashor EA, Hess U, Rezwan K. Combined effect of magnesia and zirconia on the bioactivity of calcium silicate ceramics at C/S ratio less than unity. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications* 2017; **70**: 155-160.
56. Pardun K, Treccani L, Volkmann E, Streckbein P, Heiss C, Li Destri G, Marletta G, Rezwan K. Mixed zirconia calcium phosphate coatings for dental implants: tailoring coating stability and bioactivity potential. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications* 2015; **48**: 337-346.
57. Chung C-J, Long H-Y. Systematic strontium substitution in hydroxyapatite coatings on titanium via micro-arc treatment and their osteoblast/osteoclast responses. *Acta biomaterialia* 2011; **7**: 4081-4087.
58. Kou W, Akasaka T, Watari F, Sjogren G. An in vitro evaluation of the biological effects of carbon nanotube-coated dental zirconia. *ISRN Dentistry* 2013; **2013**: 296727.
59. Xu M, Zhai D, Xia L, Li H, Chen S, Fang B, Chang J, Wu C. Hierarchical bioceramic scaffolds with 3D-plotted macropores and mussel-inspired surface nanolayers for stimulating osteogenesis. *Nanoscale* 2016; **8**: 13790-13803.
60. Liu M, Zhou J, Yang Y, Zheng M, Yang J, Tan J. Surface modification of zirconia with polydopamine to enhance fibroblast response and decrease bacterial activity in vitro: A potential technique for soft tissue engineering applications. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2015; **136**: 74-83.
61. Liu Y-T, Lee T-M, Lui T-S. Enhanced osteoblastic cell response on zirconia by bio-inspired surface modification. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2013; **106**: 37-45.
62. Xie Y, Li H, Ding C, Zheng X, Li K. Effects of graphene plates' adoption on the microstructure, mechanical properties, and in vivo biocompatibility of calcium silicate coating. *International Journal of Nanomedicine* 2015; **10**: 3855-3863.
63. Zhang Y, Kim J-W. Graded zirconia glass for resistance to veneer fracture. *Journal of dental research* 2010; **89**: 1057-1062.

64. Daculsi G, Laboux O, Malard O, Weiss P. Current state of the art of biphasic calcium phosphate bioceramics. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 2003; **14**: 195-200.
65. Davies JE. Understanding peri-implant endosseous healing. *Journal of dental education* 2003; **67**: 932-949.
66. Koch FP, Weng D, Kramer S, Biesterfeld S, Jahn-Eimermacher A, Wagner W. Osseointegration of one-piece zirconia implants compared with a titanium implant of identical design: a histomorphometric study in the dog. *Clinical Oral Implants Research* 2010; **21**: 350-356.
67. Scarano A, Di Carlo F, Quaranta M, Piattelli A. Bone response to zirconia ceramic implants: an experimental study in rabbits. *Journal of Oral Implantology* 2003; **29**: 8-12.
68. Aboushelib MN, Salem NA, Taleb AL, El Moniem NM. Influence of surface nano-roughness on osseointegration of zirconia implants in rabbit femur heads using selective infiltration etching technique. *Journal of Oral Implantology* 2013; **39**: 583-590.
69. Montero J, Bravo M, Guadilla Y, Portillo M, Blanco L, Rojo R, Rosales-Leal JI, Lopez-Valverde A. Comparison of Clinical and Histologic Outcomes of Zirconia Versus Titanium Implants Placed in Fresh Sockets: A 5-Month Study in Beagles. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2015; **30**: 773-780.
70. Thoma DS, Benic GI, Munoz F, Kohal R, Sanz Martin I, Cantalapiedra AG, Hammerle CH, Jung RE. Histological analysis of loaded zirconia and titanium dental implants: an experimental study in the dog mandible. *Journal of Clinical Periodontology* 2015; **42**: 967-975.
71. Kim HK, Woo KM, Shon WJ, Ahn JS, Cha S, Park YS. Comparison of peri-implant bone formation around injection-molded and machined surface zirconia implants in rabbit tibiae. *Dental Materials Journal* 2015; **34**: 508-515.

**DİYABETİK RETİNOPATİDE GENERATIVE ADVERSERYAL AĞ KULLANILAN
DERİN ÖĞRENME ESASLI VERİ GÜÇLENDİRME: İNCELEME**
DEEP LEARNING BASED DATA AUGMENTATION USING GENERATIVE
ADVERSARIAL NETWORK IN DIABETIC RETINOPATHY: A REVIEW

Eisa AGHCHEHLI
Prof. Dr.Malcolm CLARKE
19 Mayıs Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışma, diyabetik retinopatide kullanılan derin öğrenme tabanlı veri güçlendirme tekniklerinin gözden geçirilmesini sunmaktadır. Görüntü tabanlı veri kümelerini geliştirmek için kullanılan yaygın teknikler arasında görüntü döndürme, çevirme, yatay ve dikey genişletme kullanılmaktadır; ancak bunlar veri çeşitliliği açısından yetersizdir ve dengesiz bir veri kümesine yol açar. Generative Adversarial Network (GAN) gibi yeni görüntü-görüntü çeviri teknikleri modelleri, görüntü sentezi, görüntü geliştirme ve eşleştirilmemiş görüntü-görüntü çevirisinde etkileyici sonuçlar elde edilebilir. Diyabetik retinopatide CGAN, DCGAN, DRGAN, CycleGAN, SEGAN, SSL-GAN, SGAN ve ProGAN dahil olmak üzere, görüntüden görüntüye çeviri derin öğrenme tabanlı veri güçlendirme modellerinde en son ve en iyi bilinen modellerin bir incelemesini yapılmıştır. Büyük ve dengeli bir veri kümesine sahip olmak, tıbbi veri sınıflandırıcılarının performansını belirlemek için çok önemli bir faktördür ve bu çalışma, bu alandaki araştırmacıların derin öğrenme modellerinin performansını iyileştirmenin yeni yollarını ele almalarına yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Derin öğrenme, Generative Adversarial Network, Diyabetik retinopati, Veri güçlendirme.

ABSTRACT

This study presents a review of deep learning-based data augmentation techniques used in diabetic retinopathy. Common techniques used to enhance image-based datasets include image rotation, flipping, and horizontal and vertical expansion; however, these are insufficient in terms of data diversity and lead to an imbalanced dataset. Emerging new models of image-to-image translation techniques, such as Generative Adversarial Network (GAN), have achieved impressive results in image synthesis, image enhancement, and unpaired image-to-image translation. We have carried out a review of the latest and most well-known models in image-to-image translation deep learning-based data augmentation models including CGAN, DCGAN, DRGAN, CycleGAN, SEGAN, SSL-GAN, SGAN and ProGAN in diabetic retinopathy. Having a large and balanced dataset is a crucial factor to determine the performance of medical data classifiers and this study will help researchers in this area to address new ways to improve the performance of deep learning models.

Keywords: Deep learning, Generative adversarial network, Diabetic retinopathy, Data Augmentation.

1. INTRODUCTION

People with diabetes are potentially susceptible to Diabetic Retinopathy (DR), which is one of the main causes of vision loss among working-age people around the world. Generally,

diabetic retinopathy is divided into two types, Non-proliferative diabetic retinopathy (NPDR) and Proliferative Diabetic Retinopathy (PDR). NPDR is totally curable but if left untreated, it will develop to incurable symptoms on the retinal fundus (Stone, Patel, Basit, & Salini, 2019). Early detection of DR is crucial for the treatment of this disease. Scientists are using artificial intelligence (AI) for the early detection of disease by screening images of the retinal fundus.

Fundus photography is a non-invasive and effective way to detect and classify diabetic retinopathy. Images are taken by a fundus camera (Chalam, Brar, & Keshavamurthy, 2009; Zheng et al., 2018). For accurate detection of disease using deep learning models, we need large and balanced datasets, as well as robust deep learning algorithms (Wei et al., 2019). The major factor in developing a robust deep learning model is the continuing reduction of validation errors with the training error (Shorten & Khoshgoftaar, 2019). The development of robust and highly accurate deep learning models are costly in terms of time and facilities in general (Asiri, Hussain, Al Adel, & Alzaidi, 2019). Generalizability is an important concept in deep learning models and refers to the difference between the performance of models on a trained dataset (test data) versus the result with real data that has never been seen before. This issue improves through the use of a large and balanced dataset that includes wide coverage of problem statements. Generally, a model trained with poor dataset causes overfitting. One of the ways to improve this issue is to enrich the dataset by including various kinds of data, but in some areas of research, accessing the large and acceptable amount of data is not trivial. Especially in terms of medical datasets, we face patient confidentiality, trained experts to annotate the data, and the effort to gather the data (Shorten & Khoshgoftaar, 2019). In terms of diabetic retinopathy, we need a large number of labeled retina images with a balanced distribution of different levels of disease, acceptable resolution and without abnormal pixels (Asiri et al., 2019; Zheng et al., 2018). The largest publicly available database in this area is EyePACS (Unknown, 2016), which includes 2.35% and 2.16% of images with level 3 and 4 and 73.67% with level 0. This imbalanced distribution of data causes less generalizability of deep learning models for the detection of diabetic retinopathy. An alternative solution for a balanced extension of the dataset is to use data augmentation techniques (Asiri et al., 2019; Yi Zhou et al., 2019).

2. DATA AUGMENTATION

Data augmentation is a method using a set of techniques to improve the quality, size, and diversity of a training dataset. One of the main ways to improve the performance of deep learning is to reduce the validation error by decreasing the training error; data augmentation is one of the powerful methods to tackle this problem. In terms of diabetic retinopathy detection, we use image-based datasets, so we require image-based data augmentation. Image-based data augmentation has two types, basic image manipulation and deep learning-based models. (Shorten & Khoshgoftaar, 2019; Van Dyk & Meng, 2001).

A. BASIC IMAGE MANIPULATION

Basic image manipulation is a common way to enhance or expand data. It is divided into two categories; geometric and photometric transformation (Shorten & Khoshgoftaar, 2019). Flipping, random cropping and rotation can be used, but the performance of deep learning

models will be limited due to poor diversity of the dataset (Yi Zhou et al., 2019). In fact, the basic image manipulation technique does not produce new data. In contrast, deep learning-based Generative models are able to produce acceptable new data similar to the reference data which are fed into the deep learning models.

B. DEEP LEARNING-BASED DATA AUGMENTATION

The Generative Adversarial Network (GAN) is a special type of neural network, consisting of generative and discriminative models, where these two models are trained simultaneously. The generative model is pitted against an adversary (discriminator), by trying to produce an analogous sample from an input data whilst the discriminator is trying to determine whether the generated sample could have come from the data distribution or the model distribution (Goodfellow et al., 2014). The GANs are used to synthesize data and have received much attention in the field of medical image analysis since being introduced by (Goodfellow et al., 2014). Many studies have used GANs for unpaired image-to-image translation in medical images (Welander, Karlsson, & Eklund, 2018), medical image synthesis (Nie et al., 2017) and medical image enhancement (Mahapatra, Bozorgtabar, Hewavitharanage, & Garnavi, 2017).

3. GAN IN DIABETIC RETINOPATHY

There are two general ways to use GAN in medical imaging. The first is to focus on the generative feature, which helps to discover the hidden pattern in an input image and to learn to produce new images related to the input. The second is to focus on the discriminative feature of GAN, which can be used to learn the pattern of normal images and to detect an abnormality when presented with new images (Yi, Walia, & Babyn, 2019). In diabetic retinopathy, these two general methods have been applied by several GAN models including Deep Convolutional GAN (DCGAN), Boundary Equilibrium GAN (BEGAN), Diabetic Retinopathy GAN (DRGAN), Symmetric Equilibrium (SEGAN), Conditional GAN (CGAN), Semi-Supervised Learning GAN (SSL-GAN), Spare GAN (SGAN), CycleGAN. We now explain to these models as used for the two general ways of GAN and applied in diabetic retinopathy images.

A. GENERATIVE FOCUSED GAN

Generative based GAN can be divided into four categories; synthesis, segmentation, denoising, and transfer.

(Appan K & Sivaswamy, 2018) produced new retinal fundus images with hemorrhages for different grades of DR. They proposed a GAN architecture with 2 parallel generator networks, one with vessel trees masked as input and the other with lesions masked as input. The output of each network, based on U-net, connected to another U-net based architecture to generate the retinal fundus image with desired lesions. They used five-layer convolutional layers for the discriminator networks to distinguish between a real image and an image produced by the generator. They claimed the synthetic images led to an improvement of 17% in AUC.

(Pedro Costa, Galdran, Meyer, Mendonça, & Campilho, 2017) used binary retinal vessel trees to synthesise plausible retinal fundus images. They used the supervised learning approach for retinal vessel segmentation and, by using CGAN, paired the images with related

fundus images to translate them into more realistic retinal fundus images. Results show that the synthetic images are high-quality in terms of visual aspects including color and tone.

(Burlina, Joshi, Pacheco, Liu, & Bressler, 2019) used progressively grown GAN (ProGANs) to synthesise retinal fundus images with symptoms of age-related macular degeneration (however according to the authors, this method can also be used for symptoms of diabetic retinopathy). ProGAN uses a progressively growing generative and discriminative network to mitigate the early limitations of the performance of GANs, relating to low resolution of the output. They start with 2*2 pixel image input for a very simple network and train the generator and discriminator iteratively. With each iteration, the layer of the network will be increased and, by the additional network, the resolution will be double. For this study, they achieved a 512*512 resolution.

(P. Costa et al., 2018) proposed a method to synthesise color retinal fundus images using generated masks of retinal vessel trees. They trained an adversarial autoencoder network to reconstruct a realistic retinal vessel tree. A generator and discriminator pair is used to translate the reconstructed retinal vessel trees to a color fundus image. This method has the capability to generate realistic retinal fundus image texture with a related vessel tree.

(Niu et al., 2019) define a pathological descriptor that uses the activated neurons of CNN in a diabetic retinopathy detector to translate the lesion onto the output images. This provides the production of synthesised, fully controllable pathological retinal images using a GAN based method given the descriptor and retinal vessel tree. The generator and discriminator are based on the U-net network structure. They are able to arbitrarily manipulate the quantity and position of pathological evidence on the generated images. (Yu et al., 2019) proposed multiple-channel-multiple-landmark (MCML) as a new preprocessing pipeline for the synthesis of color retinal fundus images by using a combination of the images from the optic disc, optic cup, and retinal vessel trees rather than the approach of other researchers to only use images from vessel trees. Two types of GAN were used in the study, one being Pix2pix and the second CycleGAN. The authors claim the MCML method gives good results in the optic disc region of synthesized images, with more realistic details, compared to other research in this area.

(Yukun Zhou et al., 2019) proposed an end-to-end method containing symmetric equilibrium generative adversarial network (SEGAN), multi-scale features refine blocks (MSFRB), and an attention mechanism (AM) for enhancement of vessel segmentation performance. SEGAN was used for the generation of symmetric images with more realistic local detail of the fundus. MSFRB was presented to maintain the resolution and keep semantic features together rather than use the traditional up-sampling process of generator which sacrifices high-resolution against extrication of discriminative features. AM is used inside of MSFRB to focus on features beneficial to the task of producing maps.

(Son, Park, & Jung, 2019) proposed a method similar to CGAN, named RetinaGANs, to produce accurate retinal vessel and optic disc segmentation. They give a fundus image to a generator to generate a probabilistic map of the vessels and the optic disc. The discriminator gives a fundus image and generates a probabilistic map to determine whether the probabilistic map is from real source or from the generator. The generator will try to improve

the performance to fuel the discriminator. They observed a significant improvement in retinal vessel segmentation while not in the optic disc.

B. DISCRIMINATOR FUCOSED GAN

Classification and detection are normally considered as separate categories of focus for the discriminator network in GANs. The process is for a GAN model to be trained with a dataset containing only images without diabetes and thus the discriminator will detect abnormalities when faced with images with symptoms of diabetes (Yi et al., 2019).

(Lecouat et al., 2018) proposed a patch-based semi-supervised deep learning using GAN (SSL-GAN) for the classification of abnormalities in retinal images. They divided the high-resolution retinal image into equal patches before the training process. Prediction is then performed on each patch to make an image-level prediction from all of the patches. The SSL-GAN will extend the discriminatory behavior to determine the specific class of image as well as try to determine whether the generated image is fake or real. The SSL-GAN achieved an AUC level of 64% with just 10-20 annotated training images, compared with 47% on supervised based methods.

(K. Zhou et al., 2019) proposed a framework named Sparsity-constrained Generative Adversarial Network (Sparse-GAN) for detection of abnormality using only healthy fundus images in the training dataset. They employed image-to-image GAN (Isola, Zhu, Zhou, & Efros, 2017) for the detection of anomalies to reduce the effect of image noise such as speckle noise. They transformed the construction of the image into latent space by using an encoder and proposed a novel Sparsity Regularization Net inspired by sparse LSTM (Zhou et al., 2018) to regularize the sparsity of latent space. The accuracy of the proposed method is comparable with supervised learning methods. They obtain the highest AUC level in both tests and validated set among image-to-image GAN and AnoGAN (Schlegl, Seeböck, Waldstein, Schmidt-Erfurth, & Langs, 2017).

4. CONCLUSION

After the introduction by (Goodfellow et al., 2014) in 2014, GAN has received attention from many researchers in medical imaging. During the period 2017-2019 has received increasing attention for detection of diabetic retinopathy due to the number of datasets with imbalanced diversity of data. To solve this issue, over 80% of studies in the detection of DR are based on data augmentation and 20% of studies are in semi-supervised deep learning with the use of GAN for the detection of abnormalities. Studies show that GAN could achieve acceptable performance for generating new images with symptoms of DR to train a deep learning model for the classification of disease.

5. REFERENCES

- Appan K, P., & Sivaswamy, J. (2018, 2018//). *Retinal Image Synthesis for CAD Development*. Paper presented at the Image Analysis and Recognition, Cham.
- Asiri, N., Hussain, M., Al Adel, F., & Alzaidi, N. (2019). Deep learning based computer-aided diagnosis systems for diabetic retinopathy: A survey. *Artif Intell Med*, 99, 101701. doi:10.1016/j.artmed.2019.07.009
- Burlina, P. M., Joshi, N., Pacheco, K. D., Liu, T. Y. A., & Bressler, N. M. (2019). Assessment of Deep Generative Models for High-Resolution Synthetic Retinal Image Generation of Age-Related Macular Degeneration. *JAMA Ophthalmol*, 137(3), 258-264. doi:10.1001/jamaophthalmol.2018.6156
- Chalam, K. V., Brar, V. S., & Keshavamurthy, R. (2009). Evaluation of modified portable digital camera for screening of diabetic retinopathy. *Ophthalmic Res*, 42(1), 60-62. doi:10.1159/000219687
- Costa, P., Galdran, A., Meyer, M. I., Mendonça, A. M., & Campilho, A. (2017, 2017//). *Adversarial Synthesis of Retinal Images from Vessel Trees*. Paper presented at the Image Analysis and Recognition, Cham.
- Costa, P., Galdran, A., Meyer, M. I., Niemeijer, M., Abramoff, M., Mendonca, A. M., & Campilho, A. (2018). End-to-End Adversarial Retinal Image Synthesis. *IEEE Trans Med Imaging*, 37(3), 781-791. doi:10.1109/TMI.2017.2759102
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., . . . Bengio, Y. (2014). *Generative adversarial nets*. Paper presented at the Advances in neural information processing systems.
- Isola, P., Zhu, J.-Y., Zhou, T., & Efros, A. A. (2017). *Image-to-image translation with conditional adversarial networks*. Paper presented at the Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.
- Lecouat, B., Chang, K., Foo, C.-S., Unnikrishnan, B., Brown, J. M., Zenati, H., . . . Krishnaswamy, P. (2018). Semi-Supervised Deep Learning for Abnormality Classification in Retinal Images. *arXiv preprint arXiv:1812.07832*.
- Mahapatra, D., Bozorgtabar, B., Hewavitharanage, S., & Garnavi, R. (2017). *Image super resolution using generative adversarial networks and local saliency maps for retinal image analysis*. Paper presented at the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention.
- Nie, D., Trullo, R., Lian, J., Petitjean, C., Ruan, S., Wang, Q., & Shen, D. (2017). *Medical Image Synthesis with Context-Aware Generative Adversarial Networks*, Cham.
- Niu, Y., Gu, L., Lu, F., Lv, F., Wang, Z., Sato, I., . . . Cheng, T. (2019). *Pathological evidence exploration in deep retinal image diagnosis*. Paper presented at the Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence.
- Schlegl, T., Seeböck, P., Waldstein, S. M., Schmidt-Erfurth, U., & Langs, G. (2017). *Unsupervised anomaly detection with generative adversarial networks to guide marker discovery*. Paper presented at the International Conference on Information Processing in Medical Imaging.
- Shorten, C., & Khoshgoftaar, T. M. (2019). A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning. *Journal of Big Data*, 6(1), 60. doi:10.1186/s40537-019-0197-0

- Son, J., Park, S. J., & Jung, K. H. (2019). Towards Accurate Segmentation of Retinal Vessels and the Optic Disc in Fundoscopic Images with Generative Adversarial Networks. *J Digit Imaging*, 32(3), 499-512. doi:10.1007/s10278-018-0126-3
- Stone, W. L., Patel, B. C., Basit, H., & Salini, B. (2019). Retinopathy. In *StatPearls*. Treasure Island (FL).
- Unknown. (2016). Kaggle diabetic retinopathy detection competition. Retrieved from <https://www.kaggle.com/c/diabetic-retinopathy-detection>
- Van Dyk, D. A., & Meng, X.-L. (2001). The art of data augmentation. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 10(1), 1-50.
- Wei, J., Suriawinata, A., Vaickus, L., Ren, B., Liu, X., Wei, J., & Hassanpour, S. (2019). Generative Image Translation for Data Augmentation in Colorectal Histopathology Images. *arXiv preprint arXiv:1910.05827*.
- Welander, P., Karlsson, S., & Eklund, A. (2018). Generative adversarial networks for image-to-image translation on multi-contrast MR images-A comparison of CycleGAN and UNIT. *arXiv preprint arXiv:1806.07777*.
- Yi, X., Walia, E., & Babyn, P. (2019). Generative adversarial network in medical imaging: A review. *Med Image Anal*, 58, 101552. doi:10.1016/j.media.2019.101552
- Yu, Z., Xiang, Q., Meng, J., Kou, C., Ren, Q., & Lu, Y. (2019). Retinal image synthesis from multiple-landmarks input with generative adversarial networks. *Biomed Eng Online*, 18(1), 62. doi:10.1186/s12938-019-0682-x
- Zheng, R., Liu, L., Zhang, S., Zheng, C., Bunyak, F., Xu, R., . . . Sun, M. (2018). Detection of exudates in fundus photographs with imbalanced learning using conditional generative adversarial network. *Biomedical optics express*, 9(10), 4863-4878.
- Zhou, J. T., Di, K., Du, J., Peng, X., Yang, H., Pan, S. J., . . . Goh, R. S. M. (2018). *SC2Net: Sparse LSTMs for sparse coding*. Paper presented at the Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence.
- Zhou, K., Gao, S., Cheng, J., Gu, Z., Fu, H., Tu, Z., . . . Liu, J. (2019). Sparse-GAN: Sparsity-constrained Generative Adversarial Network for Anomaly Detection in Retinal OCT Image. *arXiv preprint arXiv:1911.12527*.
- Zhou, Y., Chen, Z., Shen, H., Peng, P., Zeng, Z., & Zheng, X. (2019). A Symmetric Equilibrium Generative Adversarial Network with Attention Refine Block for Retinal Vessel Segmentation. *arXiv preprint arXiv:1909.11936*.
- Zhou, Y., Wang, B., He, X., Cui, S., Zhu, F., Liu, L., & Shao, L. (2019). DR-GAN: Conditional Generative Adversarial Network for Fine-Grained Lesion Synthesis on Diabetic Retinopathy Images. *arXiv preprint arXiv:1912.04670*.

**KONVEKS YAKIT MALİYET FONKSİYONLU TERMİK ÜRETİM BİRİMLERİ
İÇEREN HİDROTERMAL KOORDİNASYON PROBLEMİNİN İLETİM HATTI
KAYIPLI OLARAK ÇÖZÜLMESİ**
THE SOLUTION OF THE LOSSY HYDROTHERMAL COORDINATION PROBLEM
INCLUDING THERMAL GENERATION UNITS WITH CONVEX FUEL COST
FUNCTION

Dr. Öğr. Üyesi Serdar ÖZYÖN
Doç. Dr. Celal YAŞAR
Dumlupınar Üniversitesi

ÖZET

Elektrik enerjisi günümüzde kullanımı en yaygın olan ve ihtiyaç duyulan diğer enerji türlerine kolaylıkla çevrilebilen bir enerji türüdür. Bu nedenle elektrik enerjisi üretim sistemlerinin optimal işletilmesi, yatırım planlaması, daha az kayıpla enerji iletimi ve daha güvenli olarak enerji dağıtımı gibi konular, elektrik mühendisliğinde önemli konular arasında yer almaktadır. Bu konulardan birisi olan elektrik enerji üretim sisteminin optimal işletimi ise, genel anlamda sistemin toplam yakıt maliyetinin en aza indirgenmesi olarak tanımlanabilir.

Elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak üzere termik ve hidrolik üretim birimlerinin birlikte çalışması durumunda ortaya çıkan probleme, literatürde hidrotermal koordinasyon problemi (HKP) denilmektedir. Bu tür problemler termik kısıtların yanında hidrolik kısıtlarında eklenmesini gerektiren ve çözümünü nümerik metotlar ile zor olan bir optimizasyon problemidir. Hidrotermal koordinasyon probleminin kısa sürelerde kabul edilebilir bir çözümünün elde edilmesi için geliştirilen birçok sezgisel algoritmaya literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. 2015 yılında literatüre giren yerçekimsel arama algoritması da (Gravitational search algorithm-GSA), bu çözüm algoritmalarından birisidir. Sezgisel algoritmaların ilk tasarım aşamasında gözden kaçan veya eksik kalan yönleri, daha sonra uygulanan metotlarla tamamlanmaya ve geliştirilmeye çalışılır. Bu amaçla mevcut klasik algoritmayı daha kararlı ve daha hızlı yapıya kavuşturmak için yapılan çalışmalara, algoritma iyileştirme metotları denilir. Literatürde rastlanan algoritma iyileştirme metotlarından birisi de artırılmış sosyal öğrenme (Incremental social learning-ISL) metodudur.

Bu çalışmada konveks yakıt maliyet fonksiyonlu termik üretim birimleri içeren hidrotermal koordinasyon probleminin çözümünde iletim hattı kayıpları da dikkate alınmıştır. Bu problemin çözümü için ISL ile GSA birleştirilerek kullanılmış ve ortaya çıkan bu algoritmaya geliştirilen artırılmış yerçekimsel arama algoritması (IGSA) denilmiştir. Örnek problem olarak literatürde çözümü var olan bir güç sistemi seçilmiş ve IGSA ile çözümü yapıp elde edilen sonuçları tartışılmıştır. Bu örnek güç sisteminin iletim hattı kayıpları Newton-Raphson AC yük akışı metodu kullanılarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidrotermal koordinasyon problemi, Konveks yakıt maliyet fonksiyonları, Artırılmış sosyal öğrenme, Artırılmış yerçekimsel arama algoritması.

ABSTRACT

Today electrical power is the most commonly used type of power which can be easily converted into other types of powers that are needed. Therefore, the subjects such as the optimum operation and the investment plan of the electrical power generation systems, power transmission with less loss and safer power dispatch take place among significant subjects in electrical engineering. The optimum operation of the electrical power generation unit, which

is one of these subjects, can be generally defined as the minimization of the total fuel cost of the system.

The problem which appears as a result of the operation of thermal and hydraulic generation units together in order to meet the electrical power need, is called hydrothermal coordination problem (HCP) in literature. These kinds of problems, which require the addition of the hydraulic constraints as well as thermal constraints, are optimization problems which are difficult to solve with numeric methods. Many metaheuristic algorithms developed in order to obtain an acceptable solution of the hydrothermal coordination problem in short times, are frequently met in literature. Gravitational search algorithm (GSA), which entered the literature in 2015, is also one of these solution algorithms. The overlooked or lacking aspects of the metaheuristic algorithms in the initial design phase, are tried to be completed or developed with the methods that are applied later. The studies, done for this reason, in order to render the present classical algorithm more decisive and faster, are called algorithm improvement methods. One of the algorithm improvement methods that is met in literature, is Incremental social learning (ISL) method.

In this study, the transmission line losses have also been considered in the solution of hydrothermal coordination problem including thermal generation units with convex fuel cost function. ISL and GSA have been used together for the solution of this problem and the algorithm developed as a result, has been called Incremental Gravitational Search Algorithm (IGSA). A power system whose solution is already present in literature has been selected as the sample problem and it has been solved with IGSA and the obtained results have been discussed. The transmission line losses of this sample power system have been calculated by using Newton-Raphson AC load flow method.

Keywords: Hydrothermal coordination problem, Convex fuel cost functions, Incremental social learning, Incremental gravitational search algorithm.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi, günümüzde toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel yönlerden kalkınmasını sağlayan en önemli araçlardan biridir. Ayrıca sanayinin temel girdisi olması nedeniyle ülkelerin gelişiminde de çok önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle güç üretim sistemlerinin optimal işletimi ve planlanması elektrik mühendisliğinde çok önemli bir konu olarak yer almaktadır [1].

Enerji üretim sistemlerinde talep edilen gücü karşılamak için fosil kaynaklı yakıtlar kullanan termik üretim birimleri ile hidrolik üretim birimleri birlikte çalıştırılmak durumundadır. Bu tür farklı birimlerin bulunduğu güç sistemlerinin ekonomik işletimi, sadece termik üretim birimlerinden oluşan sistemlere göre daha zor ve karmaşıktır. Çünkü hidrolik üretim birimlerinin bulunduğu sistemlerde elektriksel kısıtların yanında hidrolik kısıtlarda göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tür problemlere hidrotermal koordinasyon problemleri (HKP) denilmektedir. Bu tür problemlerin çözümü hidrolik kısıtların sağlanmasını gerektirmektedir. Hiçbir hidrolik sistem birbirinin benzeri değildir. Bu farklılık hidrolik üretim birimlerinin yapı farklılıkları, rezervuarlarının depolama kısıtları ve üzerine kurulduğu nehrin su akış rejiminden kaynaklanmaktadır [1,2].

HKP belirli bir işletim süresini kapsamaktadır. Bu işletim sürecinde sistemdeki yük profilinin ve bu yükleri besleyecek olan üretim birimlerinin bulunduğu kabul edilmektedir. Problemden alınan işletim süresi, alt zaman dilimlerine bölünerek her bir zaman diliminde yüklerin sabit kaldığı kabul edilmektedir. HKP'nin çözümü, öngörülen işletim süresi boyunca sistemin olası termik ve hidrolik kısıtlarının sağlandığı toplam yakıt maliyetini minimum yapan, tüm üretim birimlerinin aktif güç üretim değerlerinin bulunması şeklindedir [1].

Literatürde HKP'nin farklı birçok algoritma ile çözümüne rastlanmaktadır. Bunlardan bazıları sözde spot fiyat algoritması (Pseudo spot price of electricity algorithm -PSPA) [3,4], genetik algoritmalar (Genetic algorithm-GA) ve türevleri [5-10], benzetim tavlama (Simulated annealing-SA) metodu [11], çok amaçlı matematiksel programlama (Multi-objective mathematical programming-MOMP) [12], guguk kuşu (Cuckoo search-CS) ve modifiye edilmiş guguk kuşu arama (Modified cuckoo search-MCS) algoritmaları [13,14], karmaşık tamsayılı doğrusal olmayan yaklaşım metodu (Mixed integer nonlinear programming-MINLP) [15], parçacık sürü optimizasyonu (Particle swarm optimization-PSO) ve geliştirilmiş parçacık sürü optimizasyonu (Improved PSO-IPSO) [16,17], diferansiyel gelişim (Differential evolution-DE) algoritması ve türevleri [18-22], yapay bağışıklık sistemi arama (Artificial immune system-AIS) algoritması [23], çok amaçlı yapay fiziksel arama optimizasyonu (Multi-objective artificial physical optimization-MOAPO) [24] ve yarı muhalif öğrenme-öğretme tabanlı optimizasyon (Quasi-oppositional teaching learning based optimization-QOTLBO) algoritması [25] şeklinde belirtilebilir.

Bu çalışmada iletim hatlarında meydana gelen güç kayıpları da dikkate alınarak HKP'nin artırılmış yerçekimsel arama algoritması (Incremental gravitational search algorithm-IGSA) ile çözümü yapılmıştır. Problemin çözümünde sistemin iletim hattı kayıpları Newton-Raphson metodu kullanılarak AC yük akışı yapılarak bulunmuştur.

2. PROBLEM TANIMI VE FORMÜLASYON

HKP çözüldürken yakıt maliyetinin minimum düzeye çekilmesinin yanında, hidrolik üretim birimlerinin her birinin istenilen miktarda suyu kullanması sağlanacaktır. Hidrolik üretim birimleri, hem elektriksel (aynı yükleri beslemeleri gibi) hem de hidrolik (aynı akarsu üzerinde bulunmaları gibi) olarak birbirlerine bağıdırlar. Aynı zamanda hidrolik birimler aralarında hidrolik olarak seri ve paralel şekilde birbirlerine bağı durumda olabilirler. Aynı akarsu üzerinde hidrolik olarak seri bağı olan hidrolik birimlerin işletilmesi, birbirlerini etkileyecektir [1,26].

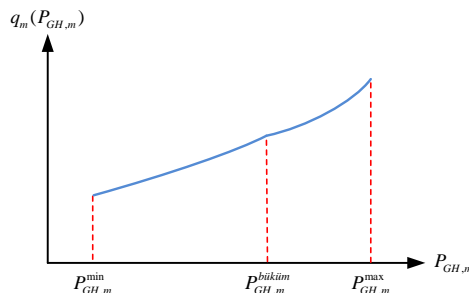
HKP'nin çözümünde minimize edilmesi gereken amaç fonksiyonu olan toplam yakıt maliyeti (TYM) denklem (1)'de verilmiştir. Hidrolik üretim birimleri suyun dışında yakıt kullanmadıkları için denklem sadece termik üretim birimlerine ait yakıt maliyetlerinden oluşmaktadır [1,26].

$$TYM = \min \sum_{j=1}^{j_{\max}} t_j \sum_{n \in N_s} F_n(P_{GS,nj}), (R) \quad (1)$$

Denklemde j periyot dilimlerini, t_j periyot süresini, n termik üretim birimlerini ve N_s 'de termik üretim birimlerinin kümesini göstermektedir. HKP'de problemde yer alan termik üretim birimlerinin konveks yakıt maliyetleri denklem (2)'deki gibi tanımlanmıştır.

$$F_n(P_{GS,n}) = a_n + b_n \cdot P_{GS,n} + c_n \cdot P_{GS,n}^2, (R/h), \quad n \in N_s \quad (2)$$

Hidrolik üretim birimlerine ait giriş çıkış eğrisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu eğri, saat başına deşarj edilen su miktarının üretilen aktif güce göre değişimini ifade etmektedir [1,26].



Şekil 1. Hidrolik üretim birimlerine ait giriş-çıkış eğrisi

Hidrolik üretim birimlerine ait, iki parçalı olarak alınan saat başına deşarj edilen su miktarları denklem (3)'te gösterilmiştir. Denklemde m hidrolik üretim birimini ve N_H hidrolik üretim birimlerinin kümesini göstermektedir.

$$q_m(P_{GH,m}) = \begin{cases} d_{1,m} + d_{2,m} \cdot P_{GH,m} & \text{if } P_{GH,m}^{\min} \leq P_{GH,m} \leq P_{GH,m}^{\text{büküm}} \\ d_{3,m} + d_{4,m} \cdot P_{GH,m} + d_{5,m} \cdot P_{GH,m}^2 & \text{if } P_{GH,m}^{\text{büküm}} \leq P_{GH,m} \leq P_{GH,m}^{\max} \end{cases}, m \in N_H \quad (3)$$

Sistemdeki hidrolik birimlerin doğası gereği aralarında hidrolik ilişkiler paralel ve seri şeklinde olabilir. Eğer k . ve l . hidrolik birimler birbirine seri bağlı ve l . hidrolik birim k . hidrolik birimden sonra ise, yani k . hidrolik birimden salınan su l . hidrolik birimin rezervuarına giriyorsa, l . hidrolik birimin rezervuarında j . zaman dilimi sonunda depolanan su miktarı denklem (4)'e göre hesaplanır.

$$V_{l,j} = V_{l,j-1} + [r_{lj} + q_k(P_{GH,kj}) - q_l(P_{GH,lj})] \cdot t_j \quad (4)$$

Denklemde $V_{l,j}$, l . hidrolik birimin rezervuarındaki j . zaman dilimindeki su hacmini, r_{lj} rezervuarlara j . zaman diliminde giren su miktarını, $(q_k(P_{GH,kj}))$ ve $(q_l(P_{GH,lj}))$ ise sırasıyla k . ve l . hidrolik birimden j . zaman dilimindeki salınan (deşarj olan) su miktarlarını göstermektedir. Bu çalışmada k . hidrolik birimden bırakılan suyun l . hidrolik birimin rezervuarına zaman gecikmesi olmadan ulaştığı kabul edilmiştir. Hidrolik birim l tarafından işletim süresi boyunca harcanacak toplam su miktarı $q_{toplam,l}$, rezervuar başlangıç ve bitiş kısıtlarına bağlı olarak denklem (5) ve (6)'ya göre hesaplanmaktadır [1,26].

$$\sum_{j=1}^{j_{\max}} q_k(P_{GH,kj}) \cdot t_j = q_{toplam,k} \quad (5)$$

$$q_{toplam,l} = q_{toplam,k} + V_l^{\text{başlangıç}} - V_l^{\text{bitiş}} \quad (6)$$

Denklemde $V_l^{\text{başlangıç}}$ ve $V_l^{\text{bitiş}}$ sırasıyla l . hidrolik birimin rezervuardaki başlangıç ve son su hacmini göstermektedir. Termik ve hidrolik üretim birimlerden oluşan kayıplı bir sistemdeki aktif ve reaktif güç denge kısıtları ise sırasıyla denklem (7) ve (8)'de gösterilmiştir.

$$\sum_{n \in N_S} P_{GS,nj} + \sum_{m \in N_H} P_{GH,mj} - P_{yük,j} - P_{kayıp,j} = 0, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (7)$$

$$\sum_{n \in N_S} Q_{GS,nj} + \sum_{m \in N_H} Q_{GH,mj} - Q_{yük,j} - Q_{kayıp,j} = 0, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (8)$$

Sistemdeki termik üretim birimlerinin çalışma sınır değerleri sırasıyla denklem (9) ve (10)'da, hidrolik üretim birimlerinin elektriksel ve hidrolik kısıtları ise denklem (11)-(15) arasında verilmiştir [1,26].

$$P_{GS,n}^{\min} \leq P_{GS,nj} \leq P_{GS,n}^{\max}, \quad n \in N_S, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (9)$$

$$Q_{GS,n}^{\min} \leq Q_{GS,nj} \leq Q_{GS,n}^{\max}, \quad n \in N_S, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (10)$$

$$P_{GH,m}^{\min} \leq P_{GH,mj} \leq P_{GH,m}^{\max}, \quad m \in N_H, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (11)$$

$$Q_{GH,m}^{\min} \leq Q_{GH,mj} \leq Q_{GH,m}^{\max}, \quad m \in N_H, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (12)$$

$$q_m^{\min} \leq q_{mj}(P_{GH,mj}) \leq q_m^{\max}, \quad m \in N_H, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (13)$$

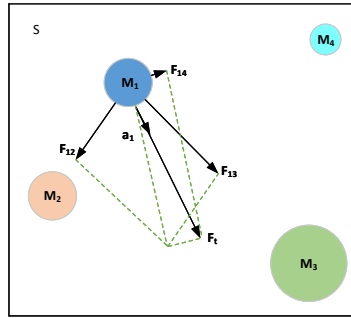
$$V_m^{\min} \leq V_{mj} \leq V_m^{\max}, \quad m \in N_H, \quad j = 1, \dots, j_{\max} \quad (14)$$

$$V_{m0} = V_m^{\text{başlangıç}}, V_{m_{j_{\max}}} = V_m^{\text{bitiş}}, m \in N_H \quad (15)$$

3. ARTIRIMLI YERÇEKİMSSEL ARAMA ALGORİTMASI (IGSA)

Sezgisel algoritmalar yapıları gereği iyileştirilmeye ve geliştirilmeye açık algoritma tipleridir. Bu gruptaki algoritmalara farklı araştırmacılar tarafından bazı yapılar ilave edilerek performanslarının iyileştirildiği çalışmalara literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. Bu tür çalışmalarda birçok sezgisel algoritma için literatürde farklı farklı geliştirme metotları önerilmiştir. Bu geliştirme metotlarından birisi de artırılmış sosyal öğrenme (incremental social learning-ISL) yapısına sahip yöntemdir. ISL çatısı çoklu olarak öğrenen ajan sistemlerinde, sisteme zamanla yeni ajanların eklenmesi temeline dayanmaktadır. Bu yapıya sahip algoritma çözüm arama uzayında az sayıda birey sayısıyla çözüm aramaya başlar, daha sonraki adımlarda popülasyona mevcut bireylerle iletişime geçen yeni ajanlar ekleyerek çözüm aramaya devam eder [1,27].

IGSA'da kütleler olarak adlandırılan belirli adımlarda sayıları giderek artan bir dizi ajan, Newton'un yerçekimi ve hareket kanunlarının simülasyonu ile optimum çözümü bulmak üzere arama uzayında (S) konumlandırılır. S arama uzayında ilk olarak rastgele konumlandırılan ajan sayısı (N) ve bir ajana ($M_g, g=1,2,3,..$) etkiyen kuvvetlerin gösterimi Şekil 2'de verilmiştir. Şekilde yer alan her bir kütlein bulunduğu konum değerleri, mevcut problemin birer aday çözümüdür. Kütlelerin büyüklüğü çözüme ne kadar yakın olduklarının göstergesidir [1,27,28].



Şekil 2. Arama uzayındaki bir ajana etkiyen kuvvetler

IGSA, g . kümenin konumunun denklem (16)'da verildiği gibi tanımlandığı $N=N_{\min}$ ajanlı bir yapıyla aramaya başlar. Bu ajanlar ilk popülasyon için S arama uzayında rastgele konumlandırılırlar [1,27,28]

$$X_g = (x_g^1, \dots, x_g^d, \dots, x_g^z), \quad g = 1, 2, \dots, N \quad (16)$$

Burada x_g^d , d . boyuttaki g . kümenin konumunu, z ise arama alanının boyutunu göstermektedir. Her bir ajanın kütlesi, uygunluğu (çözüme yakınlığı) ile temsil edilir ve popülasyondaki diğer bireylerin uygunluğuna bağlı olarak denklem (17) ve (18)'e göre hesaplanır [1,27,28]

$$q_g(t) = \frac{fit_g(t) - enkötü(t)}{eniye(t) - enkötü(t)} \quad (17)$$

$$M_g(t) = \frac{q_g(t)}{\sum_{h=1}^s q_h(t)} \quad (18)$$

Bu denklemlerde $q_g(t)$, $M_g(t)$ ve $fit_g(t)$ sırasıyla bağıl kütle, kütle ve t anındaki g . ajanın uygunluk değerini göstermektedir. Bir minimizasyon problemi için en iyi ($eniyi(t)$) ve en kötü ($enkötü(t)$) çözüm değerleri denklem (19)'a göre tanımlanır.

$$eniyi(t) = \min_{h \in \{1, \dots, s\}} fit_h(t); \quad enkötü(t) = \max_{h \in \{1, \dots, s\}} fit_h(t) \quad (19)$$

Bir ajanın ivmesi hesaplanırken, öncelikle diğer kütleler (ajanlar) tarafından onun üzerine uygulanan toplam kuvvet, yerçekimi kanununa bağlı olarak hesaplanır. Söz konusu ajana etkiyen toplam kuvvet denklem (20)'den bulunur [1,27,28].

$$F_g^d(t) = \sum_{h \in k_{eniyi}, h \neq 1} rand_h G(t) \frac{M_h(t) M_g(t)}{R_{gh}(t) + \varepsilon} [x_h^d(t) - x_g^d(t)] \quad (20)$$

Burada $rand_g$ ve $rand_h$ $[0,1]$ aralığında dağıtılmış rastgele iki sayıdır. ε ise tanımsızlığı ortadan kaldırmak için kullanılan çok küçük bir değerdir. $R_{gh}(t)$, g ve h ajanları arasındaki öklid mesafesidir ve $R_{gh}(t) = \|X_g(t), X_h(t)\|_2$ olarak tanımlanır. k_{best} , en iyi uygunluk değerli dolayısıyla en büyük kütleyle sahip ajanların bir dizisidir. Bu başlangıçta K_0 'la başlatılan ve zamanla azaltılan bir fonksiyondur. Algoritmada K_0 , toplam ajan sayısı (N) kümesidir ve doğrusal olarak 1 'e düşürülür. Bunun anlamı, başlangıçta bütün ajanlar birbirlerine kuvvet uygularken, zaman ilerledikçe kuvvet uygulayan ajan sayısı azalacaktır. Sonunda sistemde diğer kütlelere kuvvet uygulayan tek bir ajan kalacaktır. Toplam kuvvet hesabından sonra hareket kanunları kullanılarak denklem (21)'den ajanın ivmesi hesaplanır [1,27,28].

$$a_g^d(t) = \frac{F_g^d(t)}{M_g(t)} = \sum_{h \in k_{eniyi}, h \neq 1} rand_h G(t) \frac{M_h(t)}{R_{gh}(t) + \varepsilon} [x_h^d(t) - x_g^d(t)] \quad (21)$$

Denklemden hesaplanan ajana ait ivme değeri, ajanın o andaki mevcut hızına eklenerek denklem (22)'de gösterildiği gibi yeni hız vektörü elde edilir.

$$v_g^d(t+1) = rand_g v_g^d(t) + a_g^d(t) \quad (22)$$

Son olarak, ajanın bir sonraki popülasyondaki konumu, denklem (23)'e göre belirlenir.

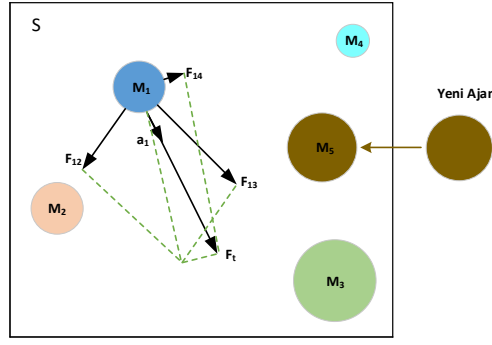
$$x_g^d(t+1) = x_g^d(t) + v_g^d(t+1) \quad (23)$$

Kuvvet ve ivme denklemlerinde yer alan yerçekimsel sabit $G(t)$, denklem (24)'de verilen denkleme göre hesaplanır.

$$G(t) = G_0 e^{-\alpha(t/T)} \quad (24)$$

Denklemden G_0 başlangıç değeri, α sabit katsayı, t iterasyon sayısı ve T ise bitiş iterasyon sayısını göstermektedir. En iyi çözümü bulma ve algoritmanın yakınsama hızı üzerinde G_0 ve α değerlerinin etkileri büyüktür. Dolayısıyla her problemin özelliğine göre bu değerlerin yeniden belirlenmesi gerekmektedir [1,27,28].

IGSA çözüm uzayında rastgele oluşturulan birey kümesi ile arama yapmaya başlarlar. Bu nedenle ilk oluşturulan popülasyondaki bireylerin arama uzayındaki yerleşimleri, en iyi sonucu elde edebilmek için çok önemlidir. Popülasyon ilk olarak az sayıda ajanla aramaya başlar ve hızlı bir öğrenme gerçekleşir. Daha sonra popülasyona IGSA için Şekil 3'de gösterildiği gibi mevcut ajanlarla iletişime geçen yeni ajanlar eklenir [1,27].



Şekil 3. IGSA popülasyon yapısı

Popülasyona ilave edilen bir ajan, bir süre popülasyonda olanlardan sosyal olarak öğrenir. Yeni bir ajanın ilave edilmesinden sonra, popülasyonun yeni koşulları tekrar gözden geçirmesi gerekir, ancak onun bir parçası olan ajanlar her şeyi yeni baştan öğrenmek zorunda değildirler. IGSA, popülasyondaki ajanların belirli aralıklarla artırılması prensibine dayanmaktadır. Belirlenen iterasyon aralığında (adım sayısı, SS) bir ajan, popülasyon belirlenen maksimum ajan sayısına (N_{max}) ulaşana kadar sisteme eklenir. Artırımlı popülasyon yapısı için üç farklı yaklaşım olarak ele alınıp IGSA-1, 2 ve 3 olarak adlandırılmıştır. Bu üç yaklaşımı ifade eden akış diyagramı Şekil 4’te verilmiştir [1,27].

IGSA-1 olarak isimlendirilen birinci yaklaşımda, çözüm uzayında belirlenen minimum ajan sayısı ile aramaya başlanır. Belli aralıklarla o anda popülasyondaki en iyi ajandan bir ajan daha denklem (25)’deki gibi popülasyona katılarak ajan sayısı artırılır. Eklenen ajan ilk durumda arama uzayında rastgele konumlandırılır, diğer ajanlara göre etkiyen kuvvetler ve ivmesi belirlenir. Bu işlem belirlenen maksimum ajan sayısı tamamlanincaya kadar devam eder [1,27].

$$x'_{h,yeni}(t) = x_{h,eniye}(t) \quad (25)$$

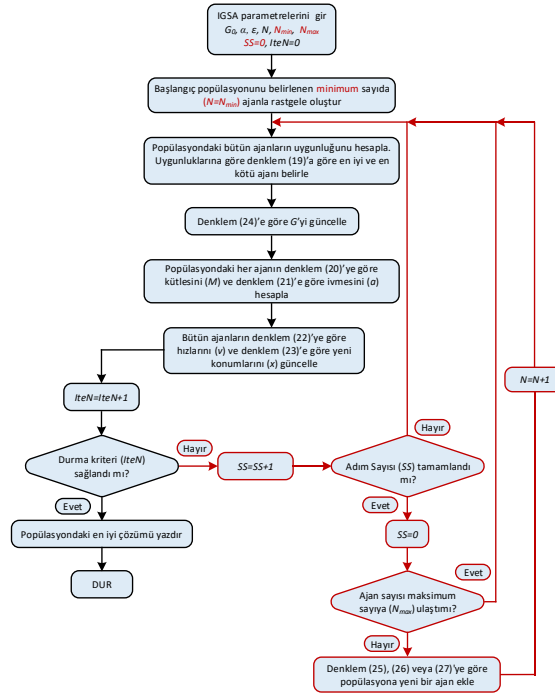
IGSA-2 olarak isimlendirilen ikinci yaklaşımda ise popülasyona katılacak yeni ajan, o anda popülasyonda yer alan ve rastgele seçilen bir ajanla en iyi ajan arasında denklem (26)’ya göre popülasyona eklenir. Bu işlem belli aralıklarla maksimum ajan sayısı tamamlanincaya kadar devam eder [1,27].

$$x'_{h,yeni}(t) = x_{h,seçilen}(t) + rand[0,1][x_{h,eniye}(t) - x_{h,seçilen}(t)] \quad (26)$$

Son olarak IGSA-3 olarak isimlendirilen üçüncü yaklaşımda ise en iyi ajan ile iletişime geçecek ajan, arama uzayı içinde rastgele oluşturulur ve denklem (27)’ye göre konumlandırılır. Bu işlem Maksimum ajan sayısı tamamlanincaya kadar devam eder [1,27].

$$x'_{h,yeni}(t) = x_{h,yeni}(t) + rand[0,1][x_{h,eniye}(t) - x_{h,yeni}(t)] \quad (27)$$

Denklemlerde yer alan $x'_{h,yeni}(t)$ h . iterasyonda popülasyona yeni eklenen ajanı, $x_{h,eniye}(t)$ h . iterasyonda popülasyondaki en iyi ajanı, $x_{h,seçilen}(t)$ h . iterasyonda popülasyondan rastgele seçilen bir ajanı, $x_{h,yeni}(t)$ h . iterasyonda rastgele oluşturulan bir ajanı ve $rand[0,1]$ ise $(0-1)$ aralığında rastgele atanan bir sayıyı ifade etmektedir.



Şekil 4. IGSA akış diyagramı [1]

4. METODUN PROBLEME UYGULANMASI

IGSA'nın HKP'ye uygulanabilmesi ve optimal çözümün elde edilebilmesi için denklem (9)-(15) arasındaki kısıtların sağlanması gerekmektedir. Çalışmada, tüm elektriksel ve hidrolik kısıtların sağlanmasında ceza fonksiyonu yöntemi kullanılmıştır. Algoritma ile çözüme başlarken, Şekil 4'den görüleceği üzere, popülasyondaki ajan sayısı, iterasyon sayısı girilir ve probleme ait diğer veriler veri dosyasından okutulur. Programda ilk adımda $P_{GT,nj}$ ve $P_{GH,mj}$ değerleri bütün zaman dilimleri için denklem (9) ve (11)'deki kısıtları sağlayacak şekilde, rassal olarak sırasıyla denklem (28) ve (29) kullanılarak atanır. $Q_{GT,nj}$ ve $Q_{GH,mj}$ değerleri ise, salınım barası hariç, tüm üretim birimleri için tüm zaman dilimlerinde denklem (30)'daki gibi sabit olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada sadece aktif güç optimizasyonu yapıldığı için üretim birimlerine ait reaktif güçler başlangıçta seçilen değerlerinde kalmaktadır. Sadece yük akışı sonucunda aktif güçlerin yanı sıra salınım barasına ait reaktif güç $Q_{GT,salj}$, $j=1, \dots, j_{max}$ değerleri hesaplanmaktadır. Bu işlemlere belirlenen ajan sayısı tamamlanıncaya kadar devam edilir. Bu durumda oluşturulan popülasyondaki her bir ajan problemin olası bir çözümü haline gelir.

$$P_{GT,nj} = P_{GT,n}^{\min} + rand[0,1] \cdot (P_{GT,n}^{\max} - P_{GT,n}^{\min}), \quad n \neq \text{salınım}, \quad n \in N_T, \quad j = 1, \dots, j_{max} \quad (28)$$

$$P_{GH,mj} = P_{GH,m}^{\min} + rand[0,1] \cdot (P_{GH,m}^{\max} - P_{GH,m}^{\min}), \quad m \in N_H, \quad j = 1, \dots, j_{max} \quad (29)$$

$$Q_{GT,nj} = Q_{GT,n}^{baş}, \quad Q_{GH,mj} = Q_{GH,m}^{baş}, \quad n \neq \text{salınım}, \quad n \in N_T, \quad m \in N_H, \quad j = 1, \dots, j_{max} \quad (30)$$

Atama işleminden sonra her bir zaman dilimi için yük akışı yapılarak salınım barasının aktif ve reaktif güç değerleri, tüm hatlardan akan güçler ile sistemdeki güç kayıpları hesaplanır. Tüm üretim birimlerine ait çıkış güçleri belli olduğundan TYM , hidrolik birimlerin rezervuarlarındaki alt zaman dilimi sonu su miktarları ve hidrolik birimlerin harcadıkları su miktarı değerleri hesaplanır. Algoritma tarafından hesaplanan bu değerlerin salınım barası için denklem (9) ve (10)'daki ve hidrolik birimler için ise denklem (13)-(15)'deki kısıtları sağlayıp sağlamadıkları test edilir. Her sağlanmayan kısıt için ceza fonksiyonu oluşturulur ve bu değerler TYM 'ye eklenir. Bu şekilde oluşan fonksiyona uygunluk fonksiyonu (f) adı verilir. Dolayısıyla belirlenen kısıtlar programda ceza fonksiyonu yardımıyla sağlanmaya çalışılır. Bu

nedenle optimal çözümü elde etmek için amaç fonksiyonu olarak denklem (1)'deki TYM yerine denklem (31)'deki f alınır.

$$f = TYM + TCF \quad (31)$$

Denklemdaki TCF , eklenen toplam ceza fonksiyonunu göstermektedir. Problemin önerilen herhangi bir çözümü, öngörülen kısıtları ihlal ettiğinde ceza fonksiyonu yardımıyla cezalandırılmaktadır. Bu öngörülen kısıtları sağlamak için cezalar; CF_{sal} , salınım barası, CF_{V_m} hidrolik birimlerin rezervuarlarında depolanan su hacimleri ve $CF_{V_{son}}$ hidrolik birimlerin son alt zaman dilimi sonunda rezervuarlarında kalan su hacimleri cezaları şeklinde belirlenmiştir. Bu nedenle HKP'nin çözümünde kullanılan TCF denklem (32)'deki gibi alınmıştır.

$$TCF = CF_{sal} + CF_{V_m} + CF_{V_{son}} \quad (32)$$

TCF 'deki CF_{sal} değeri salınım barasının minimum ve maksimum üretim sınır değerlerine göre denklem (33)'den hesaplanmaktadır.

$$CF_{sal} = \sum_{j=1}^{j_{max}} \begin{cases} KCF_{sal} (P_{GT,salj} - P_{GT,sal}^{\min})^2 & \text{eğer } P_{GT,salj} < P_{GT,sal}^{\min} \\ KCF_{sal} (P_{GT,sal}^{\max} - P_{GT,salj})^2 & \text{eğer } P_{GT,salj} > P_{GT,sal}^{\max} \\ 0 & \text{eğer } P_{GT,sal}^{\min} \leq P_{GT,salj} \leq P_{GT,sal}^{\max} \end{cases}, j = 1, \dots, j_{max} \quad (33)$$

Denklemden verilen $P_{GT,salj}$, $P_{GT,sal}^{\min}$ ve $P_{GT,sal}^{\max}$ değerleri sırasıyla salınım barasına ait j . zaman dilimindeki aktif güç üretimini ve bu üretimin alt ve üst sınırlarını göstermektedir. Denklem (32)'de yer alan ceza fonksiyonu (CF_{V_m}) ifadesi denklem (34)'e göre hesaplanmıştır. Bu ceza ifadesi, tüm alt zaman dilimleri boyunca hidrolik birimlerin rezervuarlarının kapasitelerinin minimum ve maksimum değerler arasında kalmasını sağlamaktadır.

$$CF_{V_m} = \sum_{j=1}^{j_{max}} \sum_{m \in N_H} \begin{cases} KCF_{V_m} (V_{mj} - V_m^{\min})^2 & \text{eğer } V_{mj} < V_m^{\min} \\ KCF_{V_m} (V_m^{\max} - V_{mj})^2 & \text{eğer } V_{mj} > V_m^{\max} \\ 0 & \text{eğer } V_m^{\min} \leq V_{mj} \leq V_m^{\max} \end{cases}, j = 1, \dots, j_{max} \quad (34)$$

Hidrolik üretim birimlerinin rezervuarlarında kalan son su hacimleri (V_m^{son}), rezervuarların büyük olmasından dolayı kabul edilebilir bir değer aralığında ($Tol_{V_{son}}$) tutulmaya çalışılmıştır. Her bir rezervuarda kalan son su hacimleri için alt ve üst sınır değerleri denklem (35)'de, verilmiştir. Belirlenen yeni sınır değerlerine göre hidrolik birimlerin son zaman diliminde rezervuarlarında kalan su hacimlerine ait ceza fonksiyonu ($CF_{V_{son}}$) denklem (36)'ya göre hesaplanmaktadır.

$$V_m^{son-} = (1 - Tol_{V_{son}}) \cdot V_m^{son}; \quad V_m^{son+} = (1 + Tol_{V_{son}}) \cdot V_m^{son} \quad (35)$$

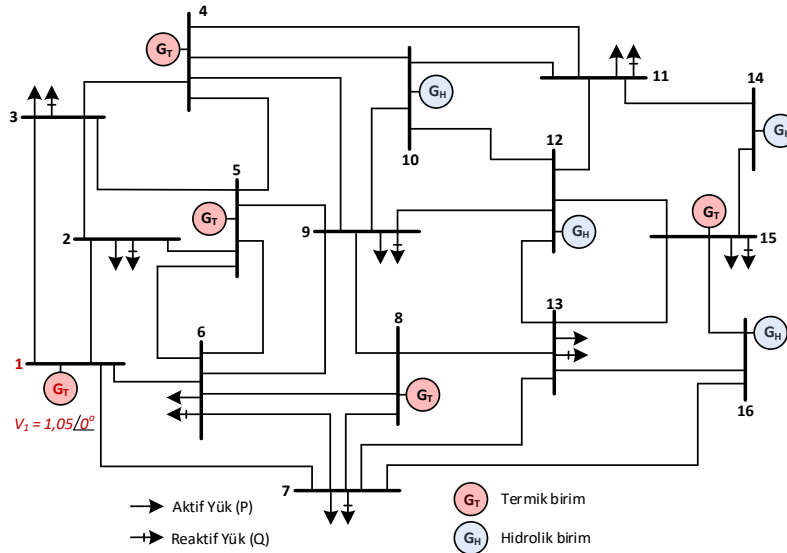
$$CF_{V_{son}} = \sum_{m \in N_H} \begin{cases} KCF_{V_{son}} (V_{m,j_{max}} - V_m^{son-})^2 & \text{eğer } V_{m,j_{max}} < V_m^{son-} \\ KCF_{V_{son}} (V_m^{son+} - V_{m,j_{max}})^2 & \text{eğer } V_{m,j_{max}} > V_m^{son+} \\ 0 & \text{eğer } V_m^{son-} \leq V_{m,j_{max}} \leq V_m^{son+} \end{cases} \quad (36)$$

Bu işlemler tamamlandığında denklem (31)'deki f uygunluk fonksiyonu hesaplanır ve ikinci iterasyona geçilir. İkinci iterasyonda salınım barasına ait aktif ve reaktif güç üretimleri, $Q_{GT,salj}$ ve $P_{GT,salj}$ hariç tüm $P_{GT,nj}$ ve $P_{HT,mj}$ değerleri denklem (23) yardımıyla IGSA tarafından güncellenir. Yeni değerlerle yeniden yük akışı yapılarak salınım barasının aktif ve

reaktif güç değerleri, tüm hatlardan akan güçler ile sistemdeki güç kayıpları tekrar hesaplanır. Bulunan bu çözümün kısıtlara uyup uymadığı tekrar kontrol edilir ve her bir kısıt için belirlenen bu güncellenmiş TCF değeri TYM 'ye eklenerek uygunluk fonksiyonunun yeni değeri bulunur. Bu işlemler algoritmada benzer şekilde durma kriteri (iterasyon sayısı) sağlanıncaya kadar tekrarlanır. Durma kriteri sağlandığında, (CF_{sal}) ve (CF_{Vm}) değerlerinin sıfır olup olmadığı kontrol edilir. Bu ceza fonksiyonu değerleri sıfır değilse çözüm tekrarlanır. Eğer sıfır ise tüm kısıtların sağlandığı optimal çözüm kaydedilerek işlem tamamlanır. Bu durum devamlılık arz ederse, ortadan kaldırmak için ilgili fonksiyonlara ait ceza katsayıları artırılır. Çalışmada maksimum aktif hat akışı kısıtları ve bara gerilimi kısıtları gibi sistem güvenlik kısıtları kontrol edilmemiştir. Algoritmada denklem (33), (34) ve (36)'da yer alan KCF_{sal} , KCF_{Vm} ve KCF_{Vson} değerleri, ceza fonksiyonlarına ait sabitler olup değerleri kullanıcı tarafından belirlenir. Bu katsayılarının belirlenmesinde dikkat edilecek husus, bu katsayılarla hesaplanan ceza fonksiyonlarının uygunluk fonksiyonu içinde birbirine yakın değerlerde olmasıdır.

5. SAYISAL ÖRNEK ÇÖZÜMÜ

Bu bölümde konveks yakıt maliyeti fonksiyonlarına sahip termik üretim birimleriyle, hidrolik üretim birimlerinin birlikte kullanıldığı bir güç sisteminin çözümü, iletim hattı kayıpları da dikkate alınarak IGSA algoritmalarıyla yapılmıştır. Örnek sistem olarak literatürde daha önce farklı yöntemlerle çözümü yapılan ve Şekil 5'de tek hat diyagramı verilen 16 baralı, 5 adet termik üretim birimi, 4 adet hidrolik üretim biriminden oluşan güç sistemi seçilmiştir. Sistemin baz değerleri $S_{baz}=100 MVA$, $U_{baz}=230 kV$ olarak alınmıştır. Sistemde 1 nolu bara salınım barası olup gerilimi $1,05\angle 0^0 pu$ 'dur. Örnek sistemde dörder saatlik altı eşit alt zaman diliminden ($t_j=4h$, $j=1,\dots,6$) oluşan bir günlük işletim süresi göz önüne alınmıştır. Sistemde 1, 4, 5, 8 ve 15 nolu baralara konveks yakıt maliyet fonksiyonlarına sahip termik üretim birimleri, 10, 12, 14 ve 16 nolu baralara ise hidrolik üretim birimleri bağlıdır [1,26].



Şekil 5. 16 baralı örnek sisteme ait tek hat diyagramı

Şekil 5'de verilen örnek sistemdeki her alt zaman dilimindeki aktif ve reaktif yük değerleri Tablo 1 ve 2'de, termik üretim birimlerine ait konveks maliyet eğrisi katsayıları ve aktif güç üretim sınır değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Hidrolik üretim birimlerinin saat başına deşarj edilen su miktarı eğrilerine ait katsayılar ve aktif güç üretim sınırları Tablo 4'teki gibi alınmıştır.

Tablo 1. Örnek sisteme ait her alt zaman dilimindeki pu aktif yük değerleri

Bara No	Alt zaman dilimi (j)					
	1	2	3	4	5	6
2	0,75	0,90	1,25	1,20	1,25	0,85
3	1,00	1,10	1,05	1,00	1,20	0,95
6	0,95	0,95	1,15	1,25	1,10	1,00
7	0,70	1,05	1,00	1,15	1,15	0,95
9	1,05	0,85	1,30	1,30	1,30	1,05
11	0,60	1,20	0,90	1,10	1,10	1,10
13	0,90	1,00	1,15	1,05	1,05	0,90
15	0,85	1,25	0,95	1,35	1,00	0,80
$\sum P_{yük} (pu)$	6,80	8,30	8,75	9,40	9,15	7,60

Tablo 2. Örnek sisteme ait her alt zaman dilimindeki pu reaktif yük değerleri

Bara No	Alt zaman dilimi (j)					
	1	2	3	4	5	6
2	0,55	0,60	0,95	0,90	0,95	0,60
3	0,75	0,80	0,80	0,75	0,90	0,70
6	0,70	0,65	0,85	0,95	0,80	0,75
7	0,50	0,80	0,75	0,85	0,85	0,70
9	0,80	0,60	1,00	1,00	1,00	0,80
11	0,45	0,90	0,60	0,80	0,80	0,80
13	0,65	0,75	0,85	0,80	0,80	0,65
15	0,60	0,95	0,70	1,00	0,75	0,60
$\sum Q_{yük} (pu)$	5,00	6,05	6,50	7,05	6,85	5,60

Tablo 3. Örnek sistemdeki termik üretim birimlerine ait konveks yakıt maliyet fonksiyonu katsayıları ve aktif güç üretim sınır değerleri

Katsayılar	Bara No (n)				
	1	4	5	8	15
a_n	527,0	561,0	310,0	215,0	78,0
b_n	7,48	7,92	7,85	7,94	7,97
c_n	0,001495	0,001562	0,00194	0,00236	0,00482
$P_{GT,n}^{min} (MW)$	30,0	45,0	40,0	50,0	45,0
$P_{GT,n}^{max} (MW)$	350,0	250,0	250,0	200,0	250,0

Tablo 4. Örnek sistemdeki hidrolik üretim birimlerinin saat başına deşarj su miktarı eğrilerine ait katsayılar ve aktif güç üretim sınır değerleri

Katsayılar	Bara No(m)			
	10	12	14	16
$d_{1,m}$	330,0	320,0	380,0	300,0
$d_{2,m}$	4,97	6,2	5,65	6,0
$d_{3,m}$	254,4	275,0	432,0	343,2
$d_{4,m}$	2,0	3,8	2,0	2,28
$d_{5,m}$	0,03	0,018	0,025	0,028
$P_{GH,m}^{min} (MW)$	0,0	0,0	0,0	0,0
$P_{GH,m}^{bikim} (MW)$	120,0	150,0	130,0	120,0
$P_{GH,m}^{max} (MW)$	135,0	165,0	145,0	135,0

Örnek sistemdeki iletim hatlarına ait nominal π eşdeğer devresine ait pu olarak R, X, B değerleri Tablo 5'te, hidrolik üretim birimlerinin rezervuar depolama sınır değerleri, başlangıç-bitiş su hacimleri, rezervuarlarına gelen saat başı su miktarları ve işletim süresi boyunca harcanması gereken toplam su miktarları ise Tablo 6'da verilmiştir.

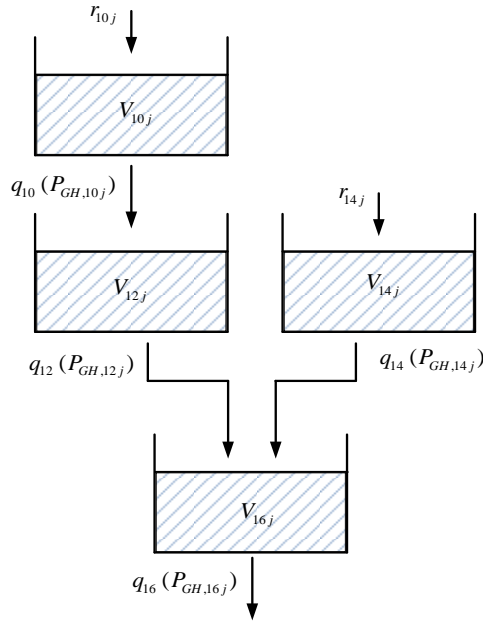
Tablo 5. İletim hatlarının nominal π eşdeğer devrelerine ait pu parametre değerleri

<i>Baradan</i>	<i>Baraya</i>	<i>R (pu)</i>	<i>X (pu)</i>	<i>B (pu)</i>
1	2	0,1000	0,0200	0,0400
1	3	0,0150	0,1800	0,0300
1	5	0,0800	0,3000	0,0600
1	6	0,0500	0,2000	0,0400
1	7	0,0700	0,2000	0,0500
2	3	0,0500	0,2500	0,0600
2	5	0,0500	0,1000	0,0200
3	4	0,0500	0,2000	0,0400
3	5	0,0700	0,2000	0,0500
4	5	0,1000	0,2000	0,0400
4	9	0,0900	0,3000	0,0600
4	10	0,0700	0,2000	0,0500
4	11	0,0600	0,1800	0,0300
5	6	0,0200	0,1000	0,0200
5	9	0,0700	0,3000	0,0600
6	7	0,0600	0,3000	0,0600
6	8	0,0800	0,2000	0,0500
6	9	0,0500	0,1800	0,0300
7	8	0,0200	0,1000	0,0200
7	13	0,0700	0,2000	0,0500
7	16	0,0600	0,1800	0,0400
8	9	0,0800	0,3000	0,0600
8	13	0,0500	0,2000	0,0400
9	10	0,0200	0,1000	0,0200
9	12	0,0700	0,2000	0,0500
10	11	0,0600	0,1800	0,0400
10	12	0,0500	0,2500	0,0600
11	12	0,1000	0,2000	0,0400
11	14	0,0200	0,1000	0,0200
12	13	0,1000	0,2000	0,0400
12	15	0,0600	0,1800	0,0400
13	15	0,0800	0,2000	0,0400
13	16	0,0500	0,2500	0,0600
14	15	0,0500	0,2000	0,0400
15	16	0,1000	0,3000	0,0600

Tablo 6. Örnek sistemdeki hidrolik üretim birimlerinin rezervuar depolama sınır değerleri, rezervuarların başlangıç-bitiş su hacimleri, rezervuarlara saat başına giren su miktarları (r_{mj}) ve işletim süresi boyunca harcanması gereken toplam su miktarı değerleri

<i>Rezervuar Değerleri</i>		<i>Bara No (m)</i>			
		<i>10</i>	<i>12</i>	<i>14</i>	<i>16</i>
<i>(acre-ft)</i>	V_m^{min}	30000	30000	30000	30000
	V_m^{max}	80000	80000	80000	80000
	$V_m^{başlangıç}$	50000	45000	46600	40000
	$V_m^{bitiş}$	48000	46600	40600	50600
	q_{toplam}	17600	16000	16800	22200
<i>(acre-ft)/h</i>	r_{mj}	650	-	450	-

Örnek sistemdeki hidrolik birimler birbirine kademeli seri-paralel bağlı olup aralarındaki hidrolik ilişkiler Şekil 6'da gösterilmiştir [1,26].



Şekil 6. Örnek güç sisteminde hidrolik birimler arasındaki hidrolik ilişkiler

Her bir alt zaman dilimindeki sabit pu reaktif güç üretim değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Çalışmada reaktif güç optimizasyonu yapılmadığından bu değerler işletim süresi boyunca değişmemektedir. Problemin çözümünde kullanılan IGSA’ya ve HKP’e ait parametre değerleri Tablo 8’deki gibi alınmıştır.

Tablo 7. Örnek sistemdeki üretim birimlerine ait sabit pu reaktif güç üretim değerleri

Üretim Biriminin bağlı olduğu Bara no	Alt zaman dilimi (j)					
	1	2	3	4	5	6
4	0,400	0,550	0,600	0,700	0,650	0,500
5	0,400	0,550	0,600	0,650	0,650	0,500
8	0,400	0,550	0,600	0,600	0,600	0,500
10	0,400	0,550	0,600	0,600	0,600	0,500
12	0,400	0,550	0,600	0,700	0,600	0,500
14	0,400	0,550	0,600	0,700	0,650	0,500
15	0,400	0,550	0,600	0,700	0,600	0,500
16	0,400	0,550	0,600	0,650	0,650	0,500

Tablo 8. Örnek problemin IGSA ve HKP’ye ait parametre değerleri

IGSA					HKP	
<i>IteN</i>	<i>N</i>	<i>N_{min}</i>	<i>N_{max}</i>	<i>SS</i>	<i>KCF_{sal}</i>	2.10 ⁶
1000	50	30	59	20	<i>KCF_{vm}</i>	10
<i>f_{çağırma}</i>	<i>Run</i>	<i>G₀</i>	<i>α</i>	<i>ε</i>	<i>Tol_{vson}</i> (%)	1
50000	30	331	11	10 ⁻⁶	<i>KCF_{vson}</i>	10 ³

Tablo 8’de yer alan *IteN* algoritmanın durma kriteri olan iterasyon sayısını, *N* klasik bir sezgisel algoritma için belirlenen her popülasyondaki ajan sayısını, *f_{çağırma}* çözüm boyunca kaç kez amaç fonksiyonu çağırımı yapıldığının sayısını, *Run* her algoritma ile sistemin kaç kez çözüldüğünü, *N_{min}* başlangıç popülasyonundaki ajan sayısını, *N_{max}* artırımın bittiği

popülasyondaki ajan sayısını, SS popülasyona yeni ajan ekleme adım sayısını, G_0 yerçekimsel sabitin başlangıç değerini, α yerçekimsel sabitin azalma hızını belirleyen sabit sayıyı, ε tanımsızlık sabitini, KCF_{sal} salınım barası ceza katsayısını, KCF_{vm} rezervuarların minimum ve maksimum depolama sınırları ceza katsayısını, Tol_{Vson} (%) rezervuardaki su hacminin son değerinin yüzde tolerans değeri ve KCF_{Vson} ise rezervuarların bitiş sınırları ceza katsayısını göstermektedir. Örnek sistem IGSA-1, 2 ve 3 ile 30'ar kez çözülmüştür. Her bir algoritmayla yapılan 30'ar çözümün tamamında elde edilen en iyi, en kötü, ortalama değer, standart sapma, toplam süre ve ortalama süre saniye olarak değerler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. IGSA-1, 2 ve 3 ile yapılan 30'ar çözümde elde edilen değerler

	<i>IGSA-1</i>	<i>IGSA-2</i>	<i>IGSA-3</i>
<i>En kötü</i>	155601,018593 (Run:15)	152867,995945 (Run:10)	151615,582276 (Run:4)
<i>Ortalama</i>	151904,885453	150639,948836	150356,349736
<i>En İyi</i>	149601,408856 (Run:26)	149089,363410 (Run:9)	148527,563642 (Run:8)
<i>Standart Sapma</i>	1128,132209	1148,716338	883,828763
<i>Toplam Süre (s)</i>	12681,143676	12472,784025	11974,353144
<i>Ort. Süre (s)</i>	422,704789	415,759467	399,145105

Tablo 9'da toplam ve ortalama süreler bakımından farklılıklar görülmektedir. Algoritmalar arasında bir miktar süre farkının olması yakınsama hızlarının değişkenlik göstermesiyle açıklanabilir. Daha çabuk yakınsayan algoritma (problemin yapısına göre), sonraki iterasyonlarda tekrar ceza fonksiyonu hesaplamak için vakit harcamamaktadır. İlk rassal atama değerleri farklı olduğundan dolayı, bu süreler her çalışma için farklılık göstermektedir.

IGSA-1 ile yapılan 30 çözüm içinde en iyi toplam yakıt maliyetine sahip 26. çalışmadaki çözüme ait, hidrolik üretim birimleri tarafından her alt zaman diliminde salınan su miktarları Tablo 10'da, alt zaman dilimleri sonunda rezervuardaki su hacim değerleri Tablo 11'de ve her alt zaman dilimindeki pu aktif ve reaktif güç üretim değerleri, iletim hattı kaybı, toplam yakıt maliyeti değeri ve çözüm süresi Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 10. IGSA-1 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, alt zaman dilimleri boyunca deşarj edilen su miktarları (Run=26)

<i>Alt zaman dilimi (j)</i>	<i>Deşarj edilen su miktarı (acre-ft)</i>			
	$q_{10j} (P_{GH,10j})$	$q_{12j} (P_{GH,12j})$	$q_{14j} (P_{GH,14j})$	$q_{16j} (P_{GH,16j})$
1	2398,712170	4240,668299	1935,973669	4020,938208
2	3109,070147	1305,935480	1520,000000	3774,643121
3	2923,299706	1847,447843	2573,486441	2418,117651
4	2349,707170	1325,129818	4372,124287	4437,415459
5	3125,020833	4367,438653	1863,690577	4138,757582
6	3714,995385	2945,377388	4544,356600	3458,914792
<i>q_{harcanan}</i>	17620,805410	16031,997480	16809,631570	22248,786810
<i>q_{toplam}</i>	17600	16000	16800	22200

Tablo 11. IGSA-1 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, alt zaman dilimleri sonundaki rezervuar su miktarı değerleri (Run=26)

<i>Alt zaman dilimi (j)</i>	<i>Rezervuar su miktarı (acre-ft)</i>			
	V_{10j}	V_{12j}	V_{14j}	V_{16j}

$V^{baş}$	50000	45000	46600	40000
1	50201,28783	43158,04387	46464,02633	42155,70376
2	49692,21768	44961,17854	46744,02633	41206,99612
3	49368,91798	46037,03040	45970,53989	43209,81275
4	49619,21081	47061,60775	43398,41560	44469,65140
5	49094,18997	45819,18993	43334,72503	46562,02305
6	47979,19459	46588,80793	40590,36843	50592,84224
V^{son}	48000	46600	40600	50600
Fazladan harcanan su	20,805410	11,192069	9,631574	7,157758
%hata	0,043345	0,024017	0,023723	0,014146

Tablo 12. IGSA-1 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, güç üretim değerleri (Run=26)

Üretim Birimi Baraları	Üretilen Güçler (pu)	Alt zaman dilimi (j)					
		1	2	3	4	5	6
1	$P_{GT,1}$	0,985428	1,804814	1,813171	1,212213	2,162611	1,348257
	$Q_{GT,1}$	0,603963	0,930127	0,962690	1,145685	1,156551	0,538697
4	$P_{GT,4}$	0,450000	2,096123	0,495296	1,635420	0,651749	0,457102
5	$P_{GT,5}$	1,421833	0,419229	2,301664	0,580586	1,590594	0,557061
8	$P_{GT,8}$	0,508297	1,680131	1,926584	0,992336	0,976394	0,734959
10	$P_{GH,10}$	0,542612	0,899935	0,806489	0,517961	0,907958	1,202551
12	$P_{GH,12}$	1,193818	0,010458	0,228810	0,018198	1,244935	0,671523
14	$P_{GH,14}$	0,184059	0,000000	0,466144	1,262002	0,152075	1,325212
15	$P_{GT,15}$	0,480737	0,546621	0,470502	2,206514	0,528057	0,541804
16	$P_{GH,16}$	1,175391	1,072768	0,507549	1,296391	1,216240	0,941214
Üretilen Aktif Güç (pu)		6,942174	8,530078	9,016209	9,721621	9,430614	7,779683
Toplam $P_{kayıp}$ (pu)		1,420380					
TYM (R)		149601,408856					
Süre (s)		425,701485					

Tablo 9’da verilen 30 çözümden, IGSA-2 için en iyi toplam yakıt maliyetinin elde edildiği 9. çalışmadaki çözüme ait hidrolik üretim birimleri tarafından her alt zaman diliminde salınan su miktarları Tablo 13’te, alt zaman dilimleri sonunda rezervuardaki su hacim değerleri Tablo 14’te ve her alt zaman dilimindeki pu aktif ve reaktif güç üretim değerleri, iletim hattı kaybı, toplam yakıt maliyeti değeri ve çözüm süresi Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 13. IGSA-2 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, alt zaman dilimleri boyunca deşarj edilen su miktarları (Run=9)

Alt zaman dilimi (j)	Deşarj edilen su miktarı (acre-ft)			
	q_{10j} ($P_{GH,10j}$)	q_{12j} ($P_{GH,12j}$)	q_{14j} ($P_{GH,14j}$)	q_{16j} ($P_{GH,16j}$)
1	3183,346429	1677,379782	1532,040524	3059,191224
2	1889,456041	2374,352213	4712,713159	4588,368825
3	1930,642447	4334,542881	3694,615654	3478,138375
4	3872,183976	1761,429882	1611,711575	4013,610005
5	3204,588570	4032,241422	3697,370584	2488,610607
6	3536,300318	1848,727891	1550,197996	4613,075924
$q_{harcanan}$	17616,517780	16028,674070	16798,649490	22240,994960
$q_{toplaml}$	17600	16000	16800	22200

Tablo 14. IGSA-2 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, alt zaman dilimleri sonundaki rezervuar su miktarı değerleri (Run=9)

Alt zaman dilimi (j)	Rezervuar su miktarı (acre-ft)			
	V_{10j}	V_{12j}	V_{14j}	V_{16j}
$V^{baş}$	50000	45000	46600	40000
1	49416,65357	46505,96665	46867,95948	40150,22908

2	50127,19753	46021,07047	43955,24632	42648,92563
3	50796,55508	43617,17004	42060,63066	47199,94579
4	49524,37111	45727,92414	42248,91909	46559,47724
5	48919,78254	44900,27128	40351,54850	51800,47864
6	47983,48222	46587,84371	40601,35051	50586,32860
V_{son}	48000	46600	40600	50600
Fazladan Harcanan su	16,517781	12,156289	-1,350507	13,671397
%hata	0,034412	0,026086	0,003326	0,027019

Tablo 15. IGSA-2 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, güç üretim değerleri (Run=9)

Üretim Birimi Baraları	Üretilen Güçler (pu)	Alt zaman dilimi (j)					
		1	2	3	4	5	6
1	$P_{GT,1}$	1,688295	1,543108	1,883045	2,765145	2,739890	1,657846
	$Q_{GT,1}$	0,671463	0,759234	0,846238	1,314888	1,210703	0,603879
4	$P_{GT,4}$	1,425050	1,597209	0,724529	2,083266	0,512024	1,112224
5	$P_{GT,5}$	0,460980	0,419336	1,417786	0,626170	0,975830	0,448403
8	$P_{GT,8}$	0,547656	0,573641	0,985826	0,579822	0,797029	1,394185
10	$P_{GH,10}$	0,937297	0,286447	0,307164	1,244618	0,947982	1,114839
12	$P_{GH,12}$	0,160234	0,441271	1,231671	0,194125	1,109775	0,229326
14	$P_{GH,14}$	0,005328	1,373334	0,962219	0,040580	0,963438	0,013362
15	$P_{GT,15}$	0,943206	0,944576	0,541848	1,013585	0,856712	0,472525
16	$P_{GH,16}$	0,774663	1,335501	0,949224	1,172338	0,536921	1,341819
Üretilen Aktif Güç (pu)		6,942709	8,514424	9,003312	9,719650	9,439602	7,784530
Toplam $P_{kayıp}$ (pu)		1,404229					
TYM (R)		149089,363410					
Süre (s)		411,014801					

IGSA-3 için en iyi toplam yakıt maliyetine sahip 8. çalışmadaki çözüme ait hidrolik üretim birimleri tarafından her alt zaman diliminde salınan su miktarları Tablo 16'da, alt zaman dilimleri sonunda rezervuardaki su hacim değerleri Tablo 17'de ve her alt zaman dilimindeki pu aktif ve reaktif güç üretim değerleri, iletim hattı kaybı, toplam yakıt maliyeti değeri ve çözüm süresi Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 16. IGSA-3 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, alt zaman dilimleri boyunca deşarj edilen su miktarları (Run=8)

Alt zaman dilimi (j)	Deşarj edilen su miktarı (acre-ft)			
	q_{10j} ($P_{GH,10j}$)	q_{12j} ($P_{GH,12j}$)	q_{14j} ($P_{GH,14j}$)	q_{16j} ($P_{GH,16j}$)
1	2049,392599	2026,787024	2703,567080	4405,992987
2	3172,469661	1390,404733	4555,595082	4315,828607
3	3603,534772	1282,980184	2990,432148	4341,317283
4	1509,604941	4325,811587	3415,338351	3843,845256
5	3467,805124	4491,381305	1611,952804	3255,899394
6	3814,639943	2504,864859	1539,713211	2083,228559
$q_{harcanan}$	17617,447040	16022,229690	16816,598680	22246,112090
q_{toplam}	17600	16000	16800	22200

Tablo 17. IGSA-3 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, alt zaman dilimleri sonundaki rezervuar su miktarı değerleri (Run=8)

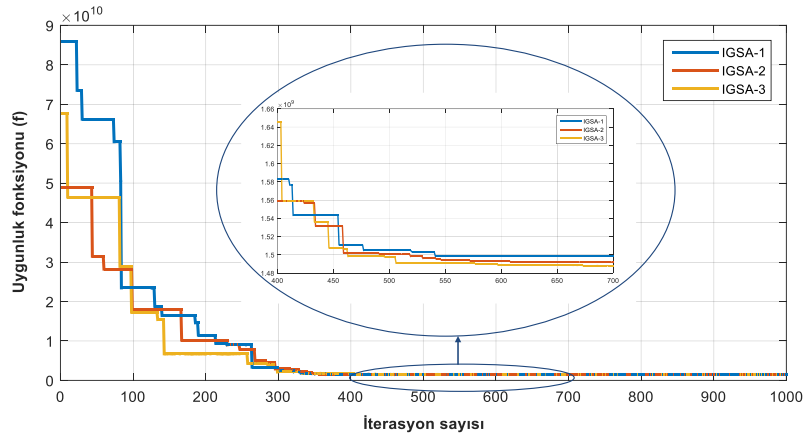
Alt zaman dilimi (j)	Rezervuar su miktarı (acre-ft)			
	V_{10j}	V_{12j}	V_{14j}	V_{16j}
$V_{baş}$	50000	45000	46600	40000
1	50550,60740	45022,60558	45696,43292	40324,36112
2	49978,13774	46804,67050	42940,83784	41954,53233

3	48974,60297	49125,22509	41750,40569	41886,62738
4	50064,99803	46309,01844	40135,06734	45783,93206
5	49197,19290	45285,44226	40323,11453	48631,36677
6	47982,55296	46595,21735	40583,40132	50592,71628
V^{son}	48000	46600	40600	50600
Fazladan Harcanan su	17,447040	4,782651	16,598676	7,283716
%hata	0,036348	0,010263	0,040883	0,014395

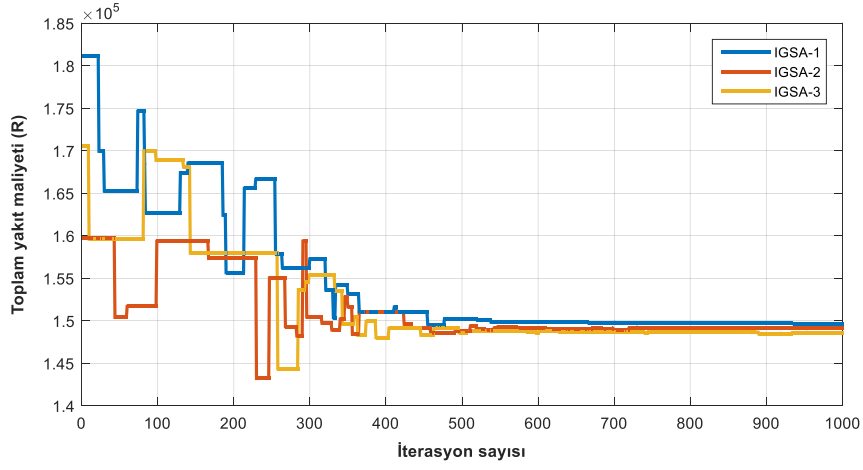
Tablo 18. IGSA-3 ile elde edilen, en iyi çözüme ait, güç üretim değerleri (Run=8)

Üretim Birimi Baraları	Üretilen Güçler (pu)	Alt zaman dilimi (j)					
		1	2	3	4	5	6
1	$P_{GT,1}$	1,415690	1,751958	2,176274	1,809028	1,841876	2,287202
	$Q_{GT,1}$	0,668969	0,761154	0,988437	1,027657	1,123669	0,672392
4	$P_{GT,4}$	1,083701	0,515938	1,385997	0,716955	0,995421	0,484549
5	$P_{GT,5}$	0,418280	1,534607	1,266423	1,553494	1,300699	1,594046
8	$P_{GT,8}$	0,688922	0,519509	0,570753	1,809513	1,560063	0,712455
10	$P_{GH,10}$	0,366898	0,931826	1,148659	0,095375	1,080385	1,229350
12	$P_{GH,12}$	0,301124	0,044518	0,001202	1,228150	1,294912	0,493897
14	$P_{GH,14}$	0,523702	1,328466	0,650634	0,838645	0,040687	0,008723
15	$P_{GT,15}$	0,863633	0,607299	0,550785	0,517173	0,454880	0,613376
16	$P_{GH,16}$	1,288137	1,264225	1,271019	1,101602	0,856625	0,368012
Üretilen Aktif Güç (pu)		6,950088	8,498345	9,021746	9,669935	9,425548	7,791611
Toplam $P_{kayıp}$ (pu)		1,357275					
TYM (R)		148527,563642					
Süre (s)		386,917206					

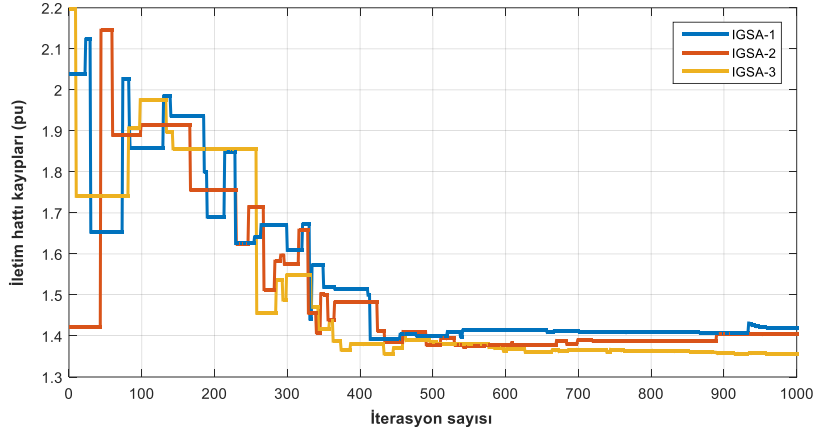
Örnek sistemin IGSA-1, 2 ve 3 ile çözümü yapılırken amaç fonksiyonu olarak kullanılan f uygunluk fonksiyonunun iterasyon sayısına göre yakınsaması Şekil 7’de, aynı çözümlerde elde edilen toplam yakıt maliyeti değerlerinin iterasyonlara göre değişimi Şekil 8’de, iletim hattı kayıplarının iterasyona göre değişimleri Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 7. Uygunluk fonksiyonunun iterasyonlara göre değişimi

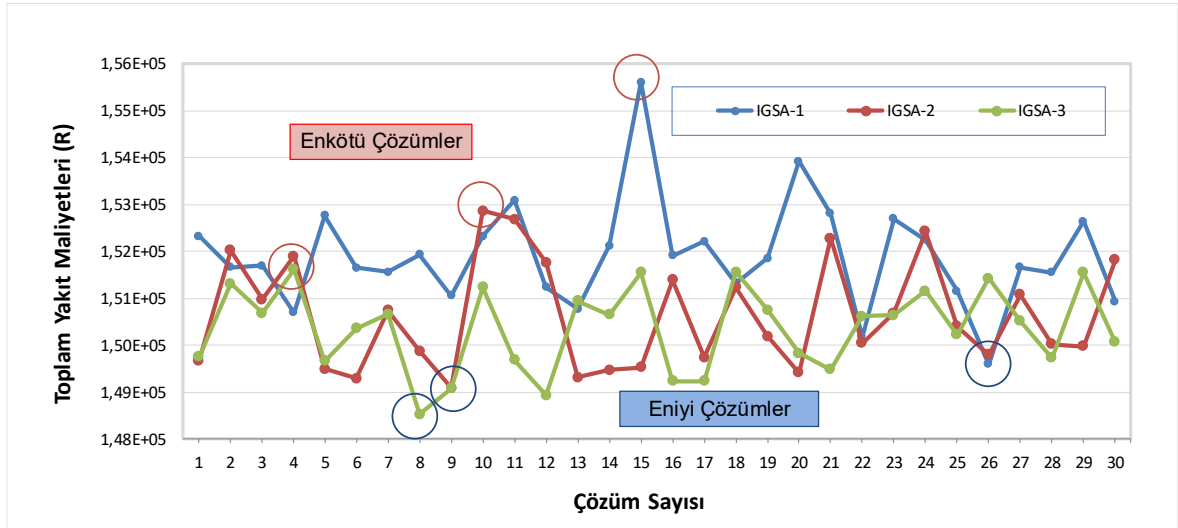


Şekil 8. Toplam yakıt maliyeti değerlerinin iterasyonlara göre değişimi



Şekil 9. İletim hattı kayıplarının iterasyonlara göre değişimi

Örnek sistemin IGSA-1, 2 ve 3 ile 30'ar kez çözümünden elde edilen en iyi toplam yakıt maliyetleri ise Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. IGSA-1, 2 ve 3 ile yapılan 30'ar çözümde elde edilen en iyi toplam yakıt maliyeti değerleri

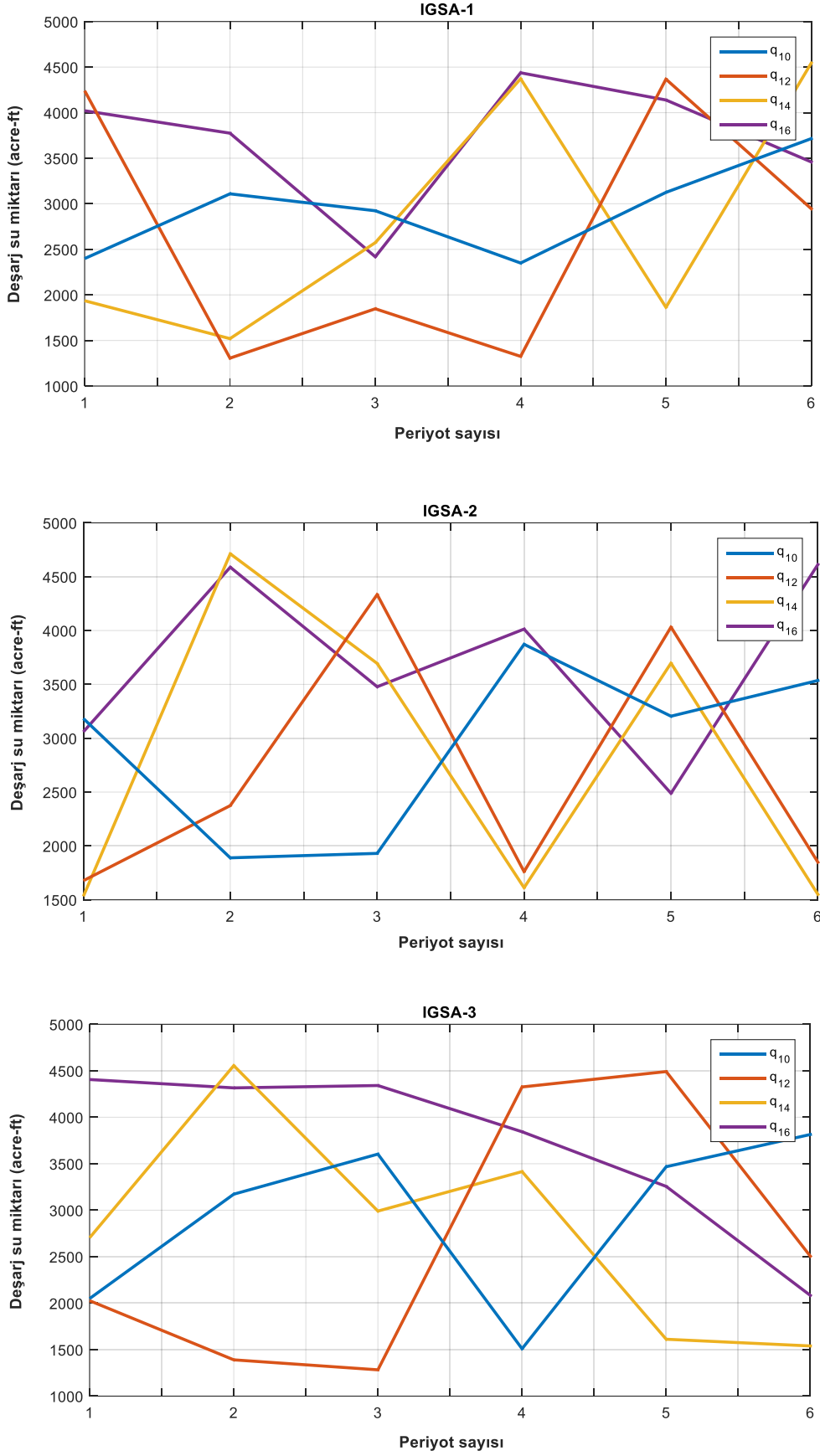
Şekil 10 incelendiğinde, IGSA-1, 2 ve 3 ile 30'ar kez yapılan çözümlerde, problem için belirlenen kısıtları sağlayan, yaklaşık minimum 148000 ve maksimum 156000 R arasında değişen toplam yakıt maliyeti değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Maksimum ile minimum maliyet arasındaki farklar yaklaşık olarak IGSA-1 için 6000 R, IGSA-2 için 3800 R ve IGSA-3 için 3000 R'dır. Bu yakıt maliyeti farklılıklarının nedeni, her çözümde algoritmanın su son kısıtlarını farklı kabul edilebilir aralıklarla sağlaması ve iletim hattı kayıplarının üretilen farklı güç değerlerine göre değişiklik göstermesidir. Şekilde mavi yuvarlak içine alınan 30 çalışmada elde edilen en iyi *TYM* değerleri ise IGSA-1 için 149601,408856 R, IGSA-2 için 149089,363410 R ve IGSA-3 için 148527,563642 R'dır. Şekilde kırmızı yuvarlak içine alınan 30 çalışmada elde edilen en kötü *TYM* değerleri ise IGSA-1 için 155601,018593 R, IGSA-2 için 152867,995945 R ve IGSA-3 için 151615,582276 R'dır.

Örnek sistemin IGSA-1, 2 ve 3 ile çözümlerinden elde edilen en iyi çözümlere ait, hidrolik birimler tarafından harcanan su miktarlarının alt zaman dilimlerine göre değişimleri Şekil 11'de verilmiştir.

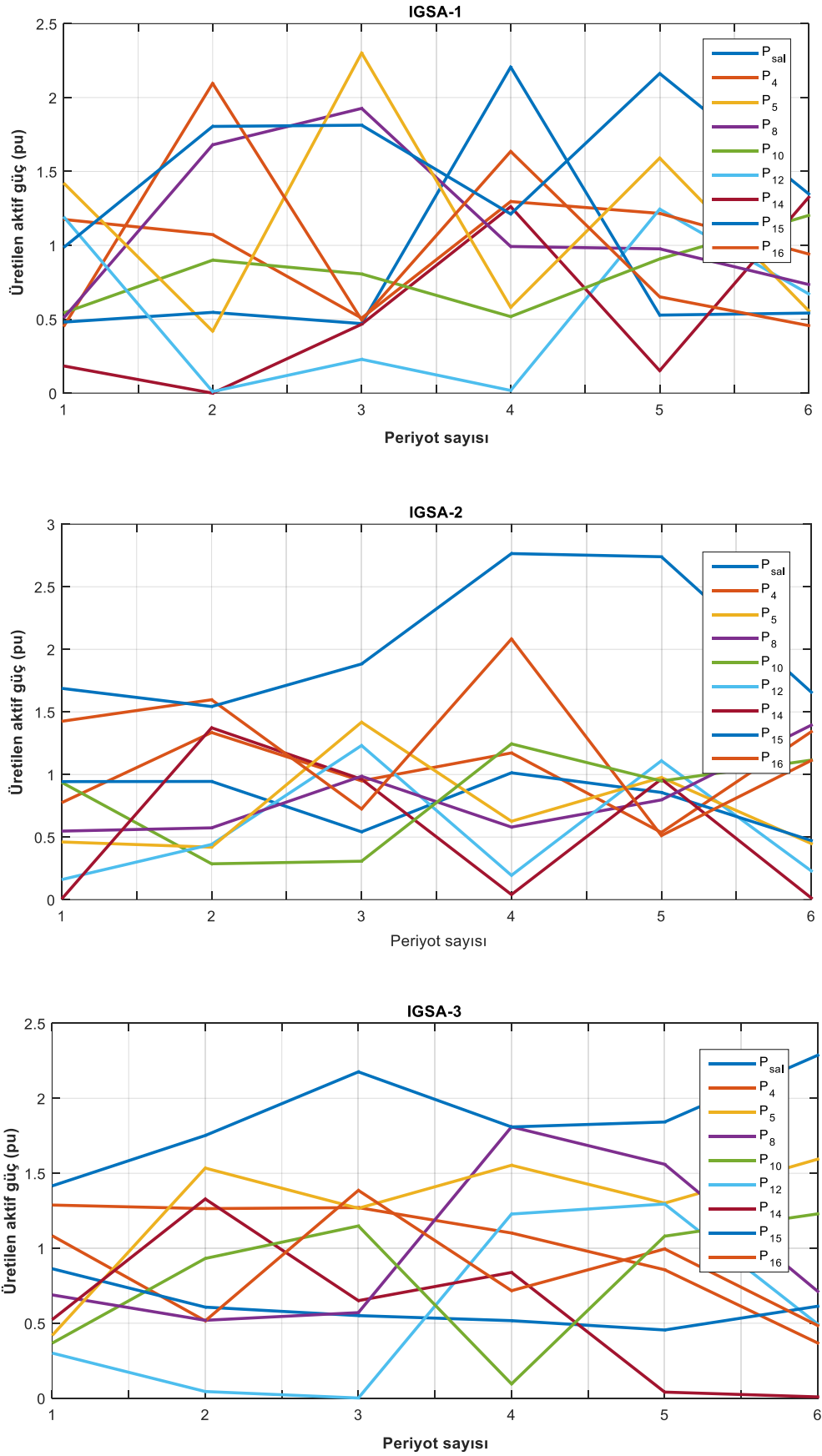
Örnek sistemin IGSA-1, 2 ve 3 ile çözümlerinden elde edilen en iyi çözümlere ait, üretim birimleri tarafından üretilen aktif güç miktarlarının alt zaman dilimlerine göre değişimleri Şekil 12'de, hidrolik birimlerin rezervuarlarındaki su hacimlerinin alt zaman dilimlerine göre değişimleri Şekil 13'te, hidrolik birimlerin rezervuarlarında işletim süresi sonundaki su seviyelerinin iterasyonlara göre değişimleri Şekil 14'te verilmiştir.

Şekil 7'de verilen uygunluk fonksiyonu incelendiğinde 350. iterasyondan sonra fonksiyonun çok değişmediği görülmektedir. Şekil 8'deki *TYM*'nin iterasyonlara göre değişimi ise 500. iterasyondan sonra çok fazla değişmediği görülmektedir. Şekil 9'daki iletim hattı kayıplarının iterasyon sayısına göre IGSA-3'le çözümü daha düşük olup 600. iterasyondan sonra değişimin minimum seviyede olduğu söylenebilir. Şekil 11'de verilen deşarj su miktarları grafiklerinde, her üç çözümde, her alt zaman diliminde farklı miktarda su kullanılarak üretim yapıldığı görülmektedir. Değişik miktarlarda deşarj su miktarlarına rağmen Şekil 12'de üretilen aktif güç grafiklerindeki üretim değerleri Tablo 3 ve 4'te verilen sınır değerler arasında kalmıştır. Şekil 13'de işletim süresindeki tüm alt zaman dilimlerinde hidrolik birimlerin rezervuar seviyelerinin Tablo 6'da verilen limitler arasında kaldığı görülmektedir. Şekil 14'te verilen en iyi çözümlerin elde edildiği çalışmalara ait rezervuar son su seviyeleri ise her üç algoritma ile Tablo 6'daki değerleri verilen tolerans değerleri aralığında sağlamıştır.

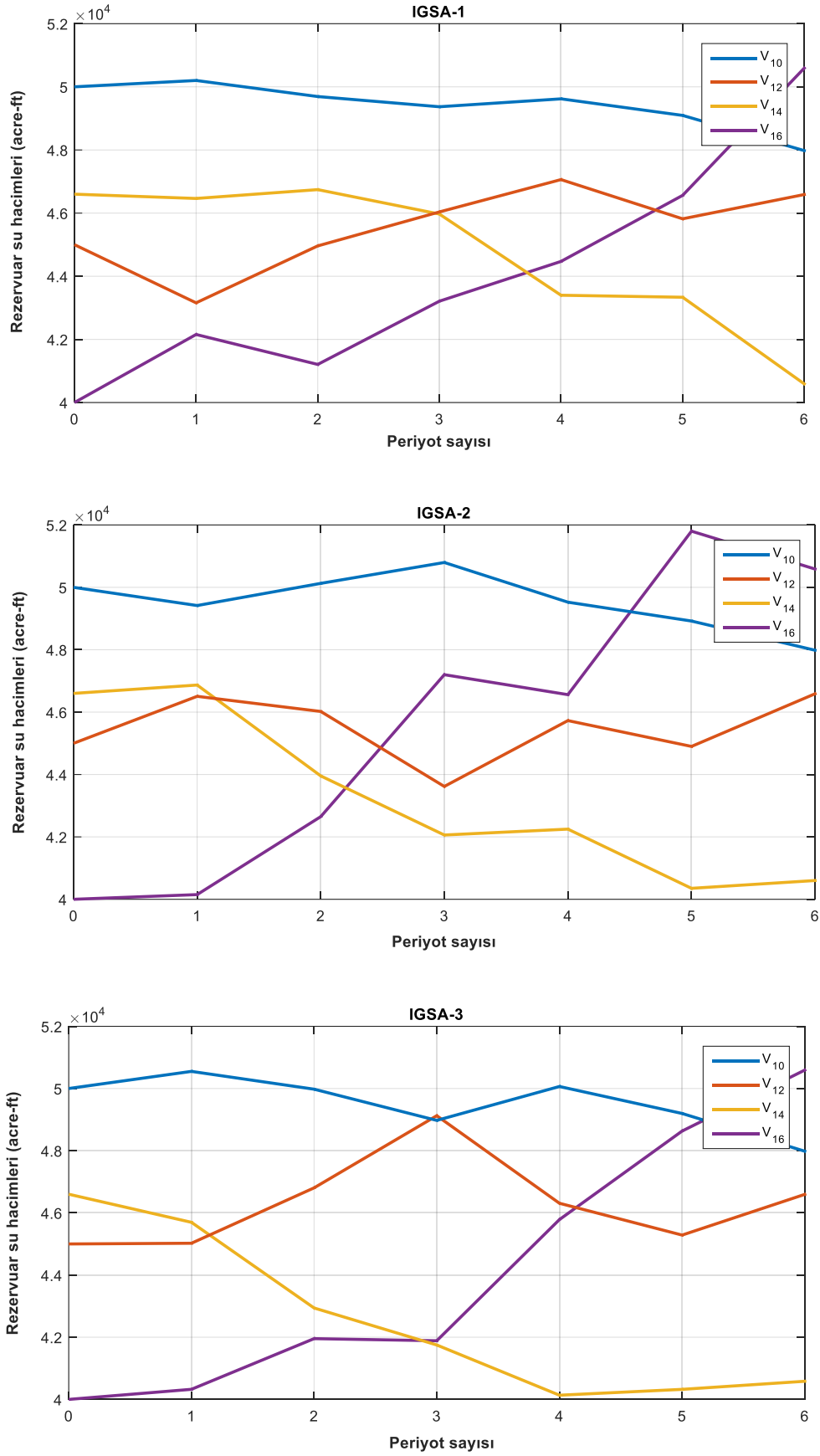
IGSA-1, 2 ve 3 ile çözümü yapılan örnek sistem için Tablo 10-18 arası Tablolar birlikte incelenirse, termik üretim birimleri için her alt zaman dilimindeki aktif güç değerleri Tablo 3'te verilen sınır değerler arasında kaldığı görülmektedir. Benzer şekilde, hidrolik üretim birimleri tarafından her alt zaman diliminde deşarj edilen su miktarlarının ve bu su miktarları ile elde edilen her alt zaman dilimindeki aktif güç değerlerinin Tablo 4'de verilen sınır değerleri arasında kaldığı tespit edilmiştir. *TYM* değerlerine bakıldığında ise kabul edilen su toleransı içinde 148527,563642 R ile en iyi değeri IGSA-3 algoritması yakalamıştır. IGSA-3 ile bulunan en iyi değer 399,145105 s sürede hesaplanmıştır.



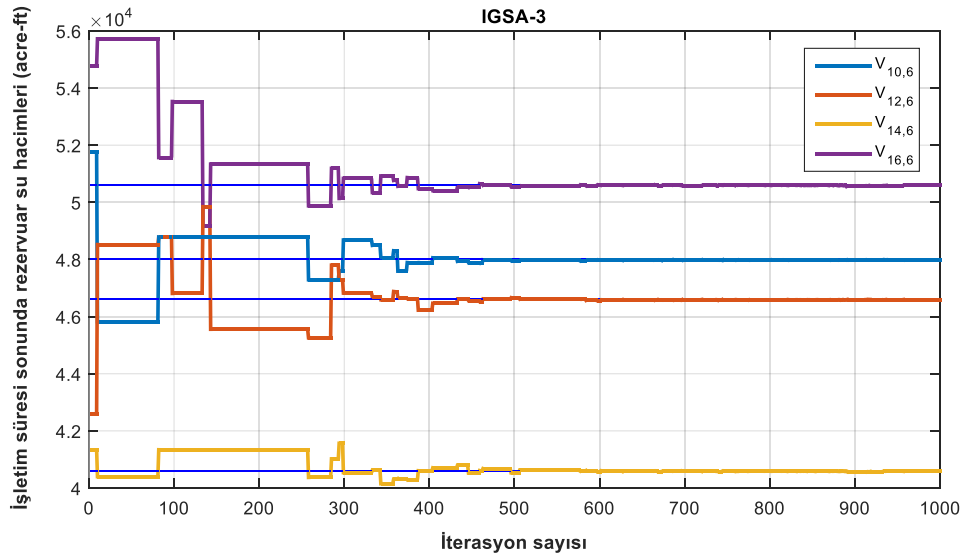
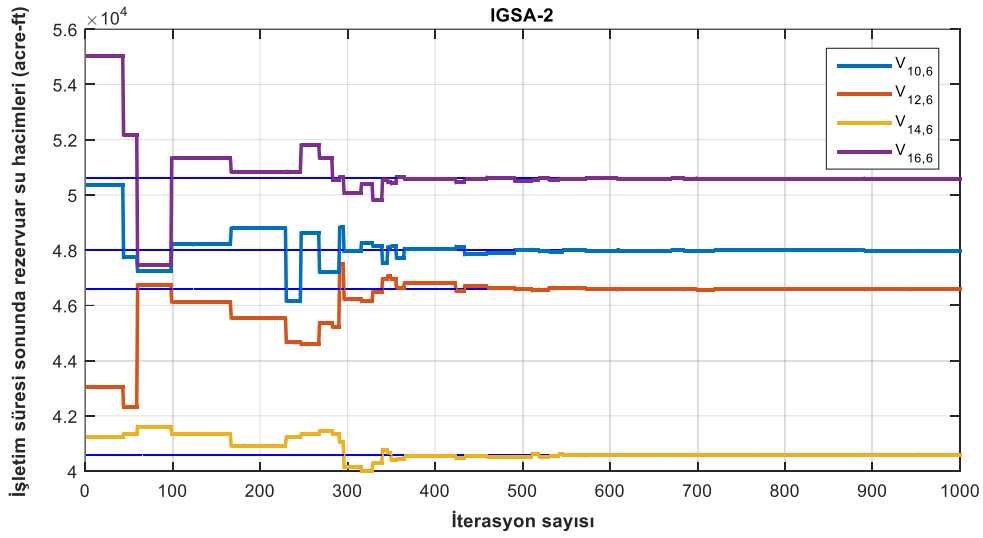
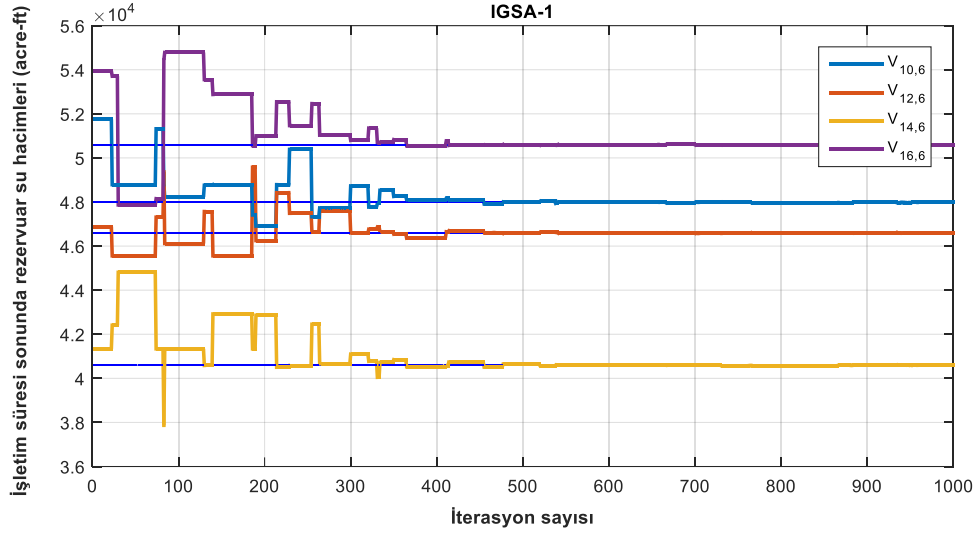
Şekil 11. Hidrolik birimlerin her alt zaman dilimindeki deşarj su miktarları



Şekil 12. Her alt zaman diliminde üretilen aktif güç değerleri



Şekil 13. Hidrolik birimlerin rezervuar su hacimlerinin alt zaman dilimlerine göre değişimi



Şekil 14. Hidrolik birimlerin işletim süresi sonu rezervuar su hacimlerinin iterasyonlara göre değişimi

Tablo 11, 14 ve 17'den görüldüğü gibi çözümlerin %0,003326 ile %0,043345 arasındaki su son değerleri hatalarıyla elde edildiği görülmektedir. Bu hata değerleri denklem (37)'ye göre hesaplanmıştır.

$$\%hata = \frac{V_m^{son} - V_{m,j,max}}{V_m^{son}} \times 100, \quad m = 10,12,14,16 \quad (37)$$

Literatürdeki sıfır su hatası ile çalışan metotlarla sonuçlar karşılaştırılmak istenirse, Tablo 11, 14 ve 17'deki %hata değerlerinin sıfırlanması gerekir. Sıfırlama işleminin nasıl yapıldığına örnek olarak IGSA-1 için 10. baraya bağlı hidrolik üretim biriminin yeni deşarj edilen su ve üretilen aktif güç değerleri yeniden hesaplanmıştır. Çalışmadaki bütün sıfırlama işlemleri aynı şekilde yapılmıştır.

Tablo 11'den görüldüğü gibi 10. hidrolik birim için 6. alt zaman dilimi sonunda rezervuarında birikmesi gereken su miktarı tutturulamamıştır ($V_{10,6} \neq V_{10}^{son}$). 6. alt zaman diliminin 4 saatlik süresi sonunda $V_{10,6}^{GG} = 48000 \text{ acre-ft}$ 'lik suyun kalması için, 10. hidrolik birimin deşarj etmesi gereken su miktarı denklem (38) kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Denklemde $V_{10,5} = 49094,1899 \text{ acre-ft}$ 5. alt zaman dilimi sonunda gerçekleşen su hacmini göstermektedir. Hata değerini sıfır yapan yeni su deşarj değerine göre 10. hidrolik birimin aktif güç üretiminin olması gereken değeri $P_{GH,10j}^{GG}$ denklem (39) kullanılarak yeniden hesaplanmıştır. Denklemde $V_{10,6}^{GG}$, 10. Baraya bağlı hidrolik birimin 6. alt zaman dilimi sonundaki rezervuar hacminin gerçekleşmesi (olması) gereken değerini göstermektedir.

$$V_{10j}^{GG} = V_{10,j-1} + [r_{10j} - q_{10}^{GG}(P_{GH,10j})] \cdot t_j \quad (38)$$

$$48000 = 49094,1899 + [650 - q_{10,6}^{GG}(P_{GH,10})] \cdot 4$$

$$q_{10,6}^{GG}(P_{GH,10}) = (49094,1899 - 48000) / 4 + 650 \\ = 273,547475 + 650 = 923,547475 \text{ (acre - ft / h)}$$

$$q_{10,6}^{GG}(P_{GH,10}) = 923,547475 \text{ (acre - ft / h)}$$

Hidrolik birimlere ait deşarj edilen su miktarı denklem (3)'te iki parçalı olarak verilmiştir. İki parçalı denklemden hangisinin kullanılacağına, büküm noktasına ait deşarj edilen su miktarı aşağıdaki gibi hesaplanarak karar verilir.

$$q_{10}^{büküm}(P_{GH,10}) = 330 + 4,97 \cdot P_{GH,10}^{büküm} = 330 + 4,97 \cdot 120 = 926,4 \text{ acre - ft / h}$$

$q_{10,6}^{GG}(P_{GH,10}) = 923,547475 < q_{10,6}^{büküm}(P_{GH,10}) = 926,4 \text{ (acre - ft / h)}$ olduğundan olması gereken $P_{GH,10,6}^{GG}$ değeri ($P_{GH,10,6} < P_{GH,10,6}^{büküm} = 1,2 \text{ pu}$) olduğundan denklem (39)'daki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$q_{10j}^{GG}(P_{GH,10}) = 330 + 4,97 \cdot P_{GH,10j}^{GG} \quad (39)$$

$$923,547475 = 330 + 4,97 \cdot P_{GH,10,6}^{GG}, \quad P_{GH,10,6}^{GG} = \frac{923,547475 - 330}{4,97} = 119,4260 \text{ MW}$$

$$P_{GH,10,6}^{GG} = 1,19426 \text{ pu} < P_{GH,10,6}^{büküm} = 1,2 \text{ pu}$$

Burada bulunan su hatası sıfırlanmış $q_{10j}^{GG}(P_{GH,10})$ değeri, hidrolik olarak serisinde bağlı olan $q_{12,6}^{GG}(P_{GH,12})$ 'nin düzeltilmesinde kullanılmıştır. Aynı şekilde $q_{14,6}^{GG}(P_{GH,14})$ değeri düzeltildikten

sonra, düzeltilmiş $q_{12,6}^{GG}(P_{GH,12})$ ve $q_{14,6}^{GG}(P_{GH,14})$ değerleriyle en sonunda $q_{16,6}^{GG}(P_{GH,16})$ değeri düzeltilmiştir. Düzeltilmiş su deşarj değerlerinden hatasız hidrolik birim aktif güç üretim değerleri hesaplanmış ve bu değerler ve termik birimlere ait değerler ile yük akışı yapılmıştır. Bu işlemin sonucunda 6. alt zaman dilimine ait yakıt maliyet değeri kullanılarak toplam 6 alt zaman dilimine ait yeni düzeltilmiş *TYM* değeri hesaplanmıştır. Bu işlemler tamamlandığında, IGSA-1, 2 ve 3 için elde edilen aktif güç üretim değerleri ve yeni *TYM* değerleri Tablo 19’da verilmiştir. Tabloda yeniden hesaplanan salınım barasına ait termik ve hidrolik birimlere ait yeni değerler koyu olarak belirtilmiştir.

Tablo 19. Hidrolik üretim birimlerinin rezervuarlarındaki son su değerlerinin sıfır hata ile sağlanması durumunda 6. alt zaman dilimindeki aktif güç ve *TYM* değerleri

Üretim Birimi Baraları	Üretilen Güçler (pu)	j=6		
		IGSA-1	IGSA-2	IGSA-3
1	$P_{GT,1}$	1,391472	1,729426	2,330120
4	$P_{GT,4}$	0,457102	1,112224	0,484549
5	$P_{GT,5}$	0,557061	0,448403	1,594046
8	$P_{GT,8}$	0,734959	1,394185	0,712455
10	$P_{GH,10}$	1,194260	1,106530	1,224690
12	$P_{GH,12}$	0,658620	0,217763	0,484933
14	$P_{GH,14}$	1,322418	0,013959	0,001378
15	$P_{GT,15}$	0,541804	0,472525	0,613376
16	$P_{GH,16}$	0,920886	1,331323	0,348798
Üretilen Aktif Güç (pu)		7,778582	7,826338	7,794345
Düzeltilmiş <i>TYM</i> (R)		149635,503717	149146,530041	148562,628891

Örnek sistemin IGSA-1, 2 ve 3 ile çözümünden elde edilen değerlerin literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılması Tablo 20’de verilmiştir. Tablodaki karşılaştırmalar iki farklı şekilde iki satırda yapılmıştır. Tabloda ilk satırdaki *TYM* değerleri, çözüm yöntemleri tarafından tolerans değeri içinde kalınarak belirlenmiş su hatasıyla, ikinci satırdaki değerler ise sıfır su hatasıyla bulunan değerlerdir.

Tablo 20. Literatür karşılaştırması

<i>TYM</i> (R)	PSPA	Gradyent Yöntemi	F-MSG	IGSA		
				1	2	3
%hata≠0	147420,42	-	-	149601,40	149089,36	148527,56
%hata=0	147501,23	147522,33	147191,11	149635,50	149146,53	148562,62

Tablo 20’ nin birinci satırdaki çözümler *TYM* açısından karşılaştırıldığında, en iyi çözümün PSPA’dan sonra IGSA-3 ile yakalandığı görülmektedir. Elde edilen bu değer maksimum %0,043345 su son değeri hatasıyla bulunmuştur. Tablo 20’nin ikinci satırdaki değerlerden, en iyi sonucun F-MSG ile hesaplandığı görülmektedir.

6. SONUÇ

Çalışmada IGSA-1, 2 ve 3 algoritmaları doğrusal olmayan, karmaşık, içinde birçok kısıt barındıran bir optimizasyon problemi olan konveks yakıt maliyet fonksiyonlarına sahip HKP'ine başarıyla uygulanmıştır. Çözümü yapılan örnek iletim hattı kayıplı, konveks yakıt maliyet fonksiyonuna sahip termik birim içeren HKP'dir. Problemin IGSA-1, 2 ve 3 ile 30 kez çözümünden elde edilen *TYM* ve süre değerlerine bakıldığında en iyi değer IGSA-3 ile (148527,563642 *R*, 386,917206 *s*) yakalanmıştır. Elde edilen bu değerler maksimum %0,043345 su son değeri hatasıyla bulunmuştur. Bu su hatası sıfır yapılarak deterministik yöntemlerle (PSPA, Gradyent Yöntemi, F-MSG) karşılaştırılmıştır. Bunun nedeni deterministik metotlarla yapılan çözümlerde su hatasının sıfır olmasıdır. Bulunan en iyi *TYM* değerleri, literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılmış, bulunan sonuçların en iyiden (en küçük), en kötüye (en büyük) doğru sıralandığında, sıranın F-MSG, PSPA, Gradyent yöntemi ve IGSA-3 olduğu görülmüştür.

Çalışmada ceza fonksiyonu yöntemi uygulaması benimsenmiştir. Yani, probleme dair kısıtlar algoritmada ceza fonksiyonları yardımıyla sağlanmaktadır. Optimal çözümde, bu yöntem kısıt sayısına bağlı olarak iterasyon sayısının artmasına neden olmakta ve dolayısıyla çözüm süresini de arttırmaktadır. Bu da ceza yönteminin olumsuzluğu olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada literatürde çok geniş yer tutan ve elektrik mühendisliğinde büyük öneme sahip birçok kısıtı içeren optimizasyon problemlerinden HKP'nin sezgisel bir algoritma olan IGSA ile çözülebilirliği başarıyla gösterilmiştir.

NOT: Bu çalışma Dr. Öğr. Üyesi Serdar ÖZYÖN'ün Doç. Dr. Celal YAŞAR'ın danışmanlığında tamamladığı “Kısa Dönem Hidrotermal Koordinasyon Problemlerinin Geliştirilmiş Yerçekimsel Arama Algoritması ile Çözümü” adlı doktora tezinden türetilmiştir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Özyön, S., Kısa dönem hidrotermal koordinasyon problemlerinin geliştirilmiş yerçekimsel arama algoritması ile çözümü, Doktora Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran 2018, 214 s. Danışman: Doç. Dr. Celal YAŞAR.
- [2] Wood, A.J., Wollenberg, B.F., Sheble, G.B., Power Generation Operation and Control. IEEE & Wiley. Third Edition. USA. 2013.
- [3] Fadıl, S., Yaşar C., A pseudo spot price algorithm applied to short term hydrothermal scheduling problem, Electric Power Components and Systems 2001, 29(11), 112-19.
- [4] Yaşar, C., Fadıl, S., Babadağ, M., A spot price of electricity algorithm applied to lossy short-term hydrothermal scheduling problem with limited energy supply thermal units, European Transaction on Electrical Power 2007, 18(3), 296-312.
- [5] Orero, S.O., Irving, M.R., A genetic algorithm modeling framework and solution technique for short term optimal hydrothermal scheduling, IEEE Transaction on Power Systems 1998, 23(2), 501-16.
- [6] Chiang, C.L., Optimal economic emission dispatch of hydrothermal power systems, International Journal of Electrical Power & Energy Systems 2007, 29, 462-69.
- [7] Fang, N., Zhou, J., Zhang, R., Liu, Y., Zhang, Y., A hybrid of real coded genetic algorithm and artificial fish swarm algorithm for short-term optimal hydrothermal scheduling, International Journal of Electrical Power & Energy Systems 2014, 62, 617-29.

- [8] Kumar, S., Naresh, R., Efficient real coded genetic algorithm to solve the nonconvex hydrothermal scheduling problem, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2007, 29, 738-47.
- [9] Sasikala, J., Ramaswamy, M., Optimal gamma based fixed head hydrothermal scheduling using genetic algorithm, *Expert Systems with Applications* 2010, 37, 3352-57.
- [10] Özyön, S., Yaşar, C., Aslan, Y., Temurtaş, H., Solution to environmental economic power dispatch problems in hydrothermal power systems by using genetic algorithm, 6th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO 2009), Proceeding Vol.1, pp.387-92, 5-8 November 2009, Bursa, TURKEY.
- [11] Basu, M., A simulated annealing-based goal-attainment method for economic emission load dispatch of fixed head hydrothermal power systems, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2005, 27, 147-53.
- [12] Norouzi, MR., Ahmadi, A., Sharaf, AM., Nezhad, AE., Short-term environmental/economic hydrothermal scheduling, *Electric Power Systems Research* 2014, 116, 117-27.
- [13] Nguyen, TT., Vo, DN., Truong, AV., Cuckoo search algorithm for short-term hydrothermal scheduling, *Applied Energy* 2014, 132, 276-87.
- [14] Nguyen, TT., Vo, DN., Modified cuckoo search algorithm for short-term hydrothermal scheduling, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2015, 65, 271-81.
- [15] Catalao, JPS., Pousinho, HMI., Mendes, VMF., Mixed-integer nonlinear approach for the optimal scheduling of a head-dependent hydro chain, *Electric Power Systems Research* 2010, 80, 935-42.
- [16] Rasoulzadeh-akhijahani, A., Mohammadi-ivatloo, B., Short-term hydrothermal generation scheduling by a modified dynamic neighborhood learning based particle swarm optimization, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2015, 67, 350-67.
- [17] Hota, PK., Barisal, AK., Chakrabarti, R., An improved PSO technique for short-term optimal hydrothermal scheduling, *Electric Power Systems Research* 2009, 79, 1047-53.
- [18] Basu, M., Improved differential evolution for short-term hydrothermal scheduling, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2014, 58, 91-100.
- [19] Lakshminarasimman, L., Subramanian, S., A modified hybrid differential evolution for short-term scheduling of hydrothermal power systems with cascaded reservoirs, *Energy Conversion and Management* 2008, 49, 2513-21.
- [20] Zhang, J., Lin, S., Qiu, W., A modified chaotic differential evolution algorithm for short-term optimal hydrothermal scheduling, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2015, 65, 159-68.
- [21] Mandal, KK., Chakraborty, N., Differential evolution technique-based short-term economic generation scheduling of hydrothermal systems, *Electric Power Systems Research* 2008, 78, 1972-79.
- [22] Basu, M., Economic environmental dispatch of hydrothermal power system, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2010, 32, 711-20.
- [23] Basu, M., Artificial immune system for fixed head hydrothermal power system, *Energy* 2011, 606-12.

- [24] Yuan, X., Tian, H., Yuan, Y., Zhang, X., Multi-objective artificial physical optimization algorithm for daily economic environmental dispatch of hydrothermal systems, *Electric Power Components and Systems* 2016, 44(5), 533-43.
- [25] Roy, PK., Sur, A., Pradhan, DK., Optimal short-term hydro-thermal scheduling using quasi-oppositional teaching learning based optimization, *Engineering Application of Artificial Intelligence* 2013, 26, 2516-24.
- [26] Özyön, S., Yaşar, C., Gravitational search algorithm applied to fixed head hydrothermal power system with transmission line security constraints, *Energy* 2018, 155(1), 392-407.
- [27] Özyön, S., Yaşar, C., Temurtaş, H., Incremental gravitational search algorithm for high-dimensional benchmark functions, *Neural Computing and Applications* 2019, 31(8), 3779-3803.
- [28] Rashedi. E., Nezamabadi-pour. H., Saryazdi, S., GSA: A gravitational search algorithm, *Information Sciences* 2009, 179(13), 2232-48.

KÜÇÜK HÜCRELİ DIŞI AKCİĞER KANSERİNDE KARİNAL SLEEVE SAĞ PNÖMONEKTOMİ RIGHT PNEUMONECTOMY WITH CARINAL SLEEVE IN NON-SMALL CELL LUNG CANCER

Kubilay İNAN

Ankara Şehir Hastanesi

ÖZET

Akciğer kanseri, dünyada kanser ölümlerinin önde gelen nedenlerindedir. Her yıl 1,2 milyon kişi akciğer kanseri nedeniyle ölür. Beş yıllık sağkalım, hastalığın tüm aşamalarında <15%, tanıdan 10 yıl sonra hayatta olan hastaların%7'sinden azdır.

Lokal ilerlemiş ve metastatik küçük hücreli dışı akciğer kanserinde (KHDAK) sağkalım önemli ölçüde kötüdür. Bu nedenle, erken evre akciğer kanserinin tanı ve tedavisi önem arz etmektedir. Erken evre akciğer kanserinin en etkili tedavi yöntemi cerrahidir. Metastatik olmayan lokal ileri evre küçük hücreli dışı akciğer kanserinin tedavisinde de cerrahi rezeksiyonun yeri vardır. Lokal ileri evre kanseri olan hasta standart rezeksiyon koşullarını sağlıyorsa ve R0 rezeksiyon öngörülüyorsa cerrahi için adaydır.

Hemoptizi, dispne şikayetleri ile başvuran 44 yaşında erkek hastaya bronkoskopi yapıldı ve sağ ana bronşun tümör ile total tıkalı olduğu görüldü. Sağ hiler kitlesi olan hastanın Pet bt'sinde yüksek tutulum göstermeyen mediastinal lenf nodları tespit edildi. Mediastinal lenf nodu örnekleme negatif sonuçlanan ve solunum rezervi yeterli olan hastaya sağ karinal sleeve pnömonektomi operasyonu planlandı.

Sağ torakotomi ile yaklaşılan hastanın ilk önce sağ pnömonektomisi yapıldı. Makroskopik olarak karinanın tümörle invaze olduğu tespit edildi. Sol ana bronş karinadan cerrahi sınır gözetilerek kesildi ve operasyon sahasından ayrı bir spiralli endotrakeal tüp ile sol ana bronş entübe edildi. Sol ana bronş entübe iken karina trakeadan cerrahi sınır gözetilerek kesildi. Sol ana bronşun trakeaya anastomuzu aşamasında jet ventilatör kullanıldı. Anastomoz kaçağı ve lenf nodu diseksiyonu sonrası operasyon sonlandırıldı.

Hiler kitleler cerrahi zorlukları ve mediastinal lenf nodlarına yakınlığı nedeniyle cerrahi tedavi açısından sıkça tercih edilmezler. Ancak yeterli preoperatif değerlendirme ve ileri cerrahi teknikler ile bu hastaların da cerrahi şanslarının olduğunu paylaşmak istedik.

Anahtar Kelimeler: akciğer kanseri, pnömonektomi, sleeve rezeksiyon, karinal sleeve rezeksiyon, karinal sleeve pnömonektomi

ABSTRACT:

Lung cancer is one of the leading causes of cancer deaths in the world. It dies every year due to 1.2 million lung cancers. Five-year survival is <15% at all stages of the disease, less than 7% of patients who survive 10 years after diagnosis.

Survival is significantly poor in locally advanced and metastatic non-small cell lung cancer (NSCLC). Therefore, the diagnosis and treatment of early-stage lung cancer is important. The most effective treatment method for early-stage lung cancer is surgery. Surgical resection also has a place in the treatment of non-metastatic locally advanced non-small cell lung cancer. If the patient with locally advanced cancer meets standard resection conditions and R0 resection is foreseen, he is a candidate for surgery.

A 44-year-old male patient who presented with complaints of hemoptysis and dyspnea underwent bronchoscopy and the right main bronchus was observed to be totally occluded with tumor. Mediastinal lymph nodes that did not show high involvement were detected in Pet bt of the patient with right hiler mass. Right carinal sleeve pneumonectomy operation was planned for the patient whose mediastinal lymph node sampling was negative and the respiratory reserve was sufficient.

Right pneumonectomy was performed first of the patient who was approached with right thoracotomy. Macroscopically, it was determined that the carina was invasive with a tumor.

The left main bronchus was cut from the carina by considering the surgical margin and the left main bronchus was intubated with a separate spiraled endotracheal tube from the operation site. While the left main bronchus was intubated, the carina was cut from the trachea by considering the surgical margin. A jet ventilator was used in the anastomosis of the left main bronchus to the trachea. The operation was terminated after anastomosis leak and lymph node dissection. Hiler masses are not preferred for surgical treatment because of their surgical difficulties and proximity to the mediastinal lymph nodes. However, with sufficient preoperative evaluation and advanced surgical techniques, we wanted to share that these patients also had the chance of surgery.

Keywords lung cancer, pneumonectomy, sleeve resection, carinal sleeve resection, carinal sleeve pneumonectomy

GİRİŞ:

Akciğer kanseri, dünyada kanser ölümlerinin önde gelen nedenlerindedir. Her yıl 1,2 milyon kişi akciğer kanseri nedeniyle ölür. Beş yıllık sağkalım, hastalığın tüm aşamalarında <%15, tanıdan 10 yıl sonra hayatta olan hastaların%7'sinden azdır.

Akciğer kanseri, 2012 yılında yeni teşhis edilen 1,8 milyon vaka veya tüm kanserlerin%13'ü ile dünya çapında kanser mortalitesinin önde gelen nedenidir (1).

Küresel istatistikler, erkeklerde akciğer kanserlerinin%15'inin ve kadınlarda%53'ünün sigaraya atfedilemeyeceğini tahmin etmektedir (2). Klinik evre I – III lezyonları olan hastalarda, herhangi bir iyileştirici tedaviden önce patolojik tanı gerekir. Akciğer kanseri için en yaygın tanı testi, endobronşiyal ultrason (EBUS) ve / veya endoskopik ultrason (EUS) ile bölgesel lenf nodlarının değerlendirilmesi ile genişletilen fiberoptik bronkoskopi (3).

Lokal ileri evre hastaların preoperatif değerlendirilmesi çok önemlidir. Preoperatif N2 sınıflandırması birçok cerrah tarafından kontrendikasyon olarak kabul edilmektedir (4-5). Bu yüzden rutin bir invaziv mediastinal muayene önerilmektedir bunun için mediastinoskopi lokal ileri evre kanserlerin evrelemede vazgeçilmezdir. Karinanın 1 cm içindeki tümörler için karinal rezeksiyonu tercih etmek gerekir. Genel olarak lokal ileri evre akciğer kanseri cerrahisinde hedef R0 rezeksiyon değildir.

OLGU:

44 yaşında erkek hasta kliniğimize hemoptizi, dispne şikayetleri ile başvurdu. Hastaya elektif şartlarda bronkoskopi yapıldı. Sağ ana bronşun tümör ile total tıkalı olduğu görüldü. Lezyondan alınan çoklu biyopsilerden akciğerin squamöz hücreli karsinomu tanısı rapor edildi. Sağ hiler kitlesi olan hastanın Pet bt'sinde yüksek tutulum göstermeyen mediastinal lenf nodları tespit edildi. Mediastinal lenf nodu örnekleme negatif sonuçlanan ve solunum rezervi yeterli olan hastaya sağ karinal sleeve pnömonektomi operasyonu planlandı.

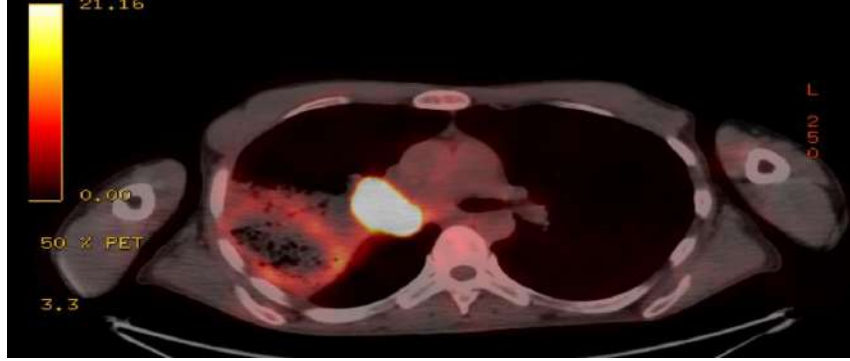
Preoperatif kardiak değerlendirilmesi yapılan hastanın solunum fonksiyon testinde fev1 değeri 2,5 lt fev1/fvc oranı ise % 92 idi.

Hastaya genel anestezi altında sol lateral dükübit pozisyonda sağ torakotomi insizyonu ile yaklaşıldı. İlk önce sağ pnömonektomi yapıldı. Bronş için stapler kullanılmadı ve bronş bistürü ile kesilerek açık bir şekilde çalışıldı. Gözlemde makroskopik olarak karinanın tümörle invaze olduğu tespit edildi. Sol ana bronş karinadan cerrahi sınır gözetilerek kesildi. Operasyon sahasından ayrı bir spiralli endotrakeal tüp ile sol ana bronş entübe edildi. Sol ana bronş entübe iken karina trakeadan cerrahi sınır gözetilerek kesildi. Bahsedilen cerrahi sınırlar için intraoperatif frozen patolojik inceleme yapıldı ve cerrahi sınırın tümörle infiltre olmadığı yerlerden anastomoz planlandı. Anastomoz yapabilmek için trekea ve bronşun lümen içini tam

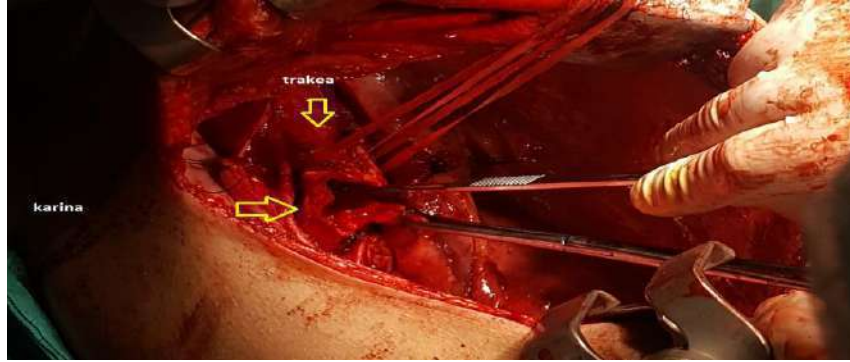
kapatmayacak şekilde entübe edilmesi ve akciğerin havalandırılması gerekti. Bu yüzden sol ana bronşun trakeaya anastomozu aşamasında 16 f tüp ile jet ventilatör kullanıldı.

Anastomozda 3,0 Polytrimethylene (maxon) sutür kullanıldı. Önce posterior membranöz kısım sonra ayrı bir sutür ile anterior kısım devamlı olarak suture edildi ve bilateral güçlendirme sutürleri atıldı.

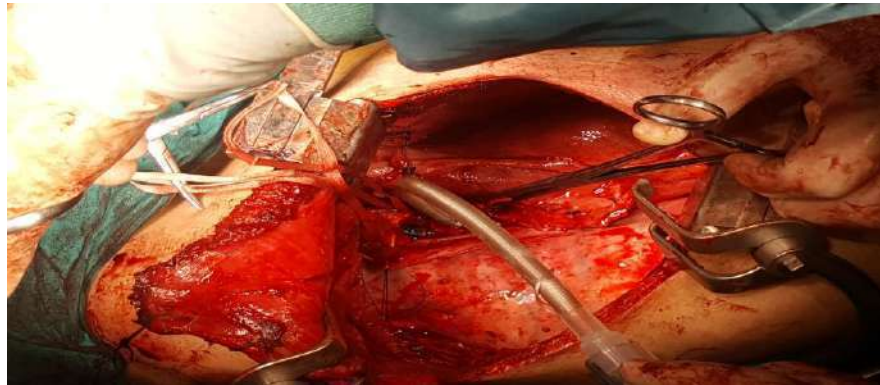
Anastomoz kaçağı ve lenf nodu diseksiyonu sonrası operasyon sonlandırıldı.



Şekil 1: Preoperatif pet bt görüntüsü



Şekil 2: Karinanın trakeadan ayrılması



Şekil 3: Sol ana bronşun operasyon sahasından spiralli tüp ile entübasyonu



Şekil 4: Anastomozun yapılışı

TARTIŞMA:

Lokal ileri evre hastalık T3N1 veya daha ileri toraks içi tutulumu (T4, N2, N3) ifade etmektedir. Komplet rezeksiyon sürviye katkı sağlamasına rağmen yeterli olmamaktadır.

Ameliyat öncesi rezeksiyon genişliğinin belirlenmesi için radyolojik inceleme, bronkoskopik inceleme ve mediastinoskopik bulgular dikkate alınmalıdır. Bronkoskopik olarak lezyonun karina ve ana bronşlar ile ilişkisi değerlendirilir. Mediastinoskopide trakeanın distali gözden geçirilir, lenf nodları değerlendirilir ve trakeanın serbestlenmesi gerçekleştirilmiş olur. Trakea ve ana bronş arasındaki mesafenin tahmini rezeksiyon uzunluğu 4 cm'nin altında olması önerilmektedir (6). Olgumuzda karinaya ve subkarinal alana invaze sağ hiler yerleşimli tümörün 7 nolu lenf nodu alanını lokalizasyon nedeniyle doldurduğu ancak diğer mediastinal lenf nodlarına metastaz yapmadı görüldü. Karinaya invaze tümörün rezeksiyonunda literatürle uyumlu olarak 4 cm'in altında rezeksiyon yapılmıştır. Cerrahi yaklaşım olarak sağ karinal pnömonektomi için her zaman sağ torakotomi tercih edilir. Sol karinal pnömonektomi için daha çok medyan sternotomi önerilmektedir (4,7-10). Olgumuzda sağ torakotomi tercih edilmiştir. Komplikasyon oranı literatürde %29-49 olarak belirtilmiştir (1-10) ve önemli kısmını anastomoz ile ilgili olarak hava kaçağı oluşturur. Genellikle alta bir teknik hata mevcuttur. Subkarinal lenf nodlarının tümör ile yakın ilişkisinden dolayı tutulumu karina rezeksiyonuna engel bir durum değildir. Tek mediastinal lenf nodu tutulumun diğer N2'lerle karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlarının olduğu da literatürde belirtilmektedir (11).

Akciğer kanserinde karina tutulumu varlığında karina rezeksiyonları özenli preoperatif değerlendirme, iyi cerrahi uygulama ve teknik ve de anesteziistin uyumlu çalışması ile kabul edilebilir morbidite ve mortaliteye sahiptir. Ameliyat sonrası erken ve geç dönemde hastaların yakın takipleri oluşabilecek komplikasyonlara erken müdahale edilmesine olanak sağlar.

Özenli takip, hasta uyumu ve komplikasyonlara erken müdahale mortalite riskini standart rezeksiyonların seviyesine indirecektir.

SONUÇ:

Karina tutulumu olan akciğer kanserlerinde subkarinal alandaki lenf nodlarının asıl kitlenin lokal invazyonuna maruz kaldıkları akılda tutulmalı ve diğer mediastinal lenf nodlarında metastaz saptanmayan hastalara karinal sleeve rezeksiyonlar planlanmalıdır.

KAYNAKÇA:

1. Centers for Disease Control and Prevention, Lung Cancer. https://www.cdc.gov/cancer/lung/basic_info/ (18 May 2017, date last accessed).
2. Sun S, Schiller JH, Gazdar AF. Lung cancer in never smokers—a different disease. *Nat Rev Cancer* 2007; 7: 778–790.
3. Novello S, Barlesi F, Califano R et al. Metastatic non-small-cell lung cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol* 2016; 27 (Suppl 5): v1–v27.
4. de Perrot M, Fadel E, Mercier O, Mussot S, Chapelier A, Darteville P. Long-term results after carinal resection for carcinoma: does the benefit warrant the risk?. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 131 (01) 81-89.
5. Oliaro A, Filosso PL, Cavallo A. , et al. The significance of intrapulmonary metastasis in non-small cell lung cancer: upstaging or downstaging? A re-appraisal for the next TNM staging system. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 34 (02) 438-443 , discussion 443.
6. Mitchell JD, Mathisen DJ, Wright CD, Wain JC, Donahue DM, Moncure AC, et al. Clinical experience with carinal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:39-52.
7. Mitchell JD, Mathisen DJ, Wright CD, Wain JC, Donahue DM, Allan JS, et al. Resection for bronchogenic carcinoma involving the carina: long-term results and effect of nodal status on outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:465-71.
8. Regnard JF, Perrotin C, Giovannetti R, Schussler O, Petino A, Spaggiari L, et al. Resection for tumors with carinal involvement: technical aspects, results, and prognostic factors. *Ann Thorac Surg* 2005;80:1841-6.
9. Macchiarini P, Altmayer M, Go T, Walles T, Schulze K, Wildfang I, et al. Technical innovations of carinal resection for nonsmall-cell lung cancer. *Ann Thorac Surg* 2006; 82:1989-97.
10. Porhanov VA, Poliakov IS, Selvaschuk AP, Grechishkin AI, Sitnik SD, Nikolaev IF, et al. Indications and results of sleeve carinal resection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:685-94.
11. Keller SM, Vangel MG, Wagner H, Schiller JH, Herskovic A, Komaki R, et al. Prolonged survival in patients with resected non-small cell lung cancer and single-level N2 disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128:130-7

S960 QL ÇELİĞİNİN TEL ELEKTRO EROZYON İLE KESİLMESİ İŞLEMİNDE KESME PARAMETRELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON SURFACE
ROUGHNESS IN THE CUTTING OF S960 QL STEEL WITH WIRE ELECTRO EDM

Dr. İsmail TEKAÜT

Gazi Üniversitesi

ÖZET

Makine parçaları teknik resimde belirtilen tolerans ve geometrilerde üretmek için imalat yönteminin seçilmesi oldukça önemlidir. Genellikle teknik resimde belirtilen ölçü, konum ve geometrik toleranslarda üretilmeyen makine parçaları hurdaya ayrılacak ve maliyeti artıracaktır. Üretilen makine parçasının geometrik şekli ve sertliği imalat yönteminin seçiminde en etkili faktörler arasındadır. Dolayısıyla, geleneksel imalat yöntemiyle üretilmesi zor olan makine parçaları alışılmamış imalat yöntemleri ile şekillendirilmektedir. Özellikle, karmaşık geometriye ve yüksek sertliğe sahip makine parçaları tel elektro erozyon yöntemiyle kolaylıkla üretilmektedir. Tel elektro erozyon işleminde (EEİ), takım (elektrot) olarak kullanılan çok ince iletken teldir. Bu yöntemde, yalıtkan bir sıvı ortamında tel üzerinden iş parçasına elektrik deşarjları aracılığı ile malzeme üzerinde çok küçük bölgelerinin eritilerek şekillendirilmesi işlemidir. Kesme işlemi esnasında doğru akım güç kaynağı vasıtasıyla oluşan elektrik kıvılcımlar, tel ve iş parçası arasında oluşmakta ve iş parçasına düşen kıvılcımlar iş parçasını şekillendirmektedir. Tel EEİ' de işleme yönteminde makine parçasının şekillendirilmesi ve kaliteli yüzey elde etmek için akım şiddeti ve vuruş süresi en etkili kesme parametreleri arasındadır. Malzemeye uygun kesme parametrelerinin tespiti üretici ve operatör için bir çok açıdan fayda sağlayacaktır. Bu amaçla, Sodick AQ 750 L marka tel erozyon tezgahında 10 mm kalınlığında S960 QL çeliği 10 mm uzunluğunda kesilmiştir. Kesme parametreleri olarak tel erozyon tezgahı üretici firmasının önerileri doğrultusunda altı farklı kesme akımı (11,12,13,14,15 ve 16 A) ile üç farklı vuruş süresi (30, 35 ve 40 μ s) işleme parametreleri olarak seçilmiştir. Değişik kesme akımı ve vuruş süresi kombinasyonlarında yapılan deneylerde, elde edilen yüzeylerin beş farklı bölgesinden Ra yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır. Sonuç olarak, kesme akımı artışıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı tespit edilmiştir. Bu durum; artan enerji yoğunluğunun boşalımı ile yüzeylerde daha derin ve geniş kraterlerin oluştuğunu ve kesme yüzeylerinin pürüzlülüğün arttığını göstermektedir. Ayrıca, her bir kıvılcımın düşme ve malzemeyi eritmesi esnasında geçen sürenin toplamı olarak ifade edilen vuruş süresinin artışı ile daha geniş ancak sığ kraterimsi yapının yüzeylerde oluşması tespit edilen diğer önemli bulgudur.

Anahtar Kelimeler: Tel elektro erozyon, Ra, Kesme akımı, Vuruş süresi.

ABSTRACT

It is very important to choose the manufacturing method to produce the machine parts in the tolerances and geometries specified in the technical drawing. Generally the machine parts that are not produced in the dimensions, positions and geometric tolerances specified in the technical drawing will be scrapped and will increase the cost. The geometric shape and hardness of the machine parts to be produced are among the most influential factors in the selection of the manufacturing method. Therefore, machine parts that are difficult to cut with traditional manufacturing methods can be shaped by untraditional manufacturing methods. In particular, machine parts with complex geometry and high hardness are easily produced by wire electro erosion method. Very thin conductive wire used as a tool (electrode) in electrical discharge machining (EDM). In this method, the process is melting and shaping very small areas on the material by means of electrical discharges to the workpiece over the wire in an insulating liquid medium. During the cutting process, electrical sparks generated by the direct current power source are formed between the wire and the workpiece, and the sparks falling on the workpiece

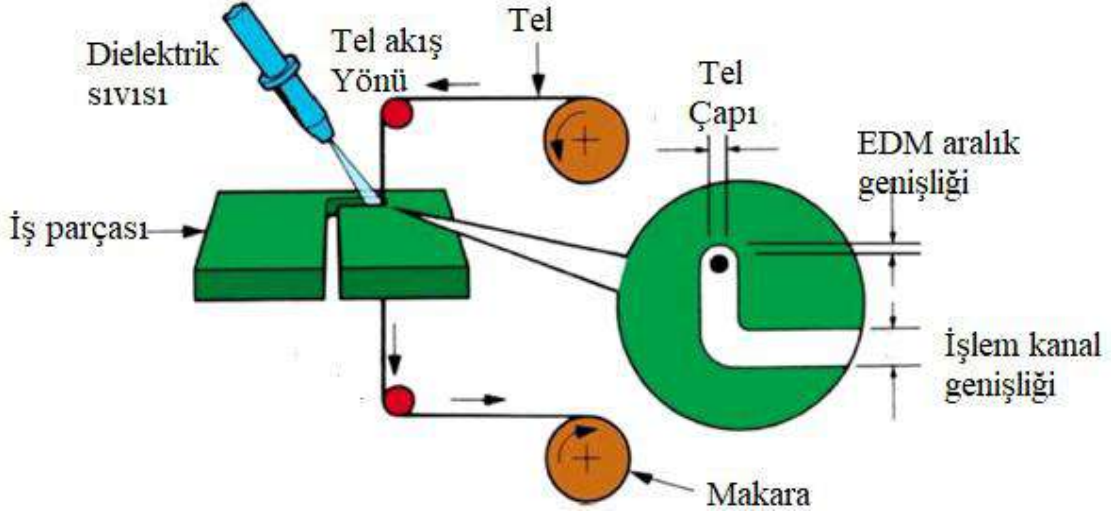
shape the workpiece. In wire EDM, current intensity and pulse duration are among the most effective cutting parameters to shape the machine part and obtain a quality surface. Determination of suitable cutting parameters for the material will be benefit the manufacturer and operator in many ways. For this purpose, 10 mm thick S960 QL steel was cut to 10 mm long on Sodick AQ 750 L wire cut EDM machine. As cutting parameters, six different cutting currents (11,12,13,14,15 and 16 A) and three different pulse duration (30, 35 and 40 μ s) were chosen as machining parameters in line with the recommendations of the wire erosion machine manufacturer. In experiments carried out in different combinations of cutting current and pulse on time, Ra surface roughness values were measured and arithmetic averages were taken from five different regions of the obtained surfaces. As a result, the increment of surface roughness was determined by the increase of cutting current. This situation; shows that deeper and wider craters are formed on the surfaces and the roughness of the cutting surfaces with the increase of discharge energy density. In addition, the increase in pulse on time expressed as the sum of the time elapsed during the fall of each spark and the melting of the material, and the formation of a wider but shallow craterlike structure on the surfaces is another important finding.

Keywords: Wire electro erosion, Surface roughness, Cutting current, Pulse on time.

GİRİŞ

Makine parçaları genellikle geleneksel imalat yöntemiyle şekillendirilmektedir; fakat işlenmesi zor, karmaşık geometriye sahip ve dar tolerans değerlerinin arzu edildiği durumlarda makine parçaları tel elektro erozyon yöntemiyle kesilerek şekillendirilmektedir. Bu yöntemle, çok sert ve 200 mm kalınlığa kadar makine parçaları şekillendirilebilmektedir [1]. Tel elektro erozyon ile kesme işlemi, üzerinden akım geçirilen bir tel yardımıyla kesme yöntemidir. Farklı elektriksel kutuplara bağlanan tel elektrot, iş parçasına yaklaştırıldığında elektriksel boşalımınla yüksek bir sıcaklık meydana gelmekte ve metal malzeme üzerinden düşen kıvılcımlar işparçası üzerinde düşerek, ergime yolu ile dar bir kesme aralığında işlem gerçekleşmektedir. Kısacası elektrot olarak konumlandırılan iletken telin, sürekli olarak kesme bölgesine takviyesinin yapıldığı bu teknikte, rastgele parça üzerine düşen çok sayıda elektrik kıvılcıklarının, iş parçası malzemesinin üzerinde küçük kraterler ergitmekte ve ergimiş metal dielektrik sıvısının düşük basınçla püskürtülmesi sayesinde kesme bölgesinden uzaklaştırılmaktadır (Şekil 1). Dolayısıyla, işlenen yüzeyler kraterimsi yapıda olup, akım şiddeti ve vurum sayısı kraterimsi yapının oluşumunda oldukça etkilidir. Bu nedenle, birçok araştırmacı, tel elektro-erozyon tekniği için değişik metal malzemelerin ideal kesilme parametrelerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalarda, voltaj artışıyla işparçası işleme hızında (İİH) ve yüzey pürüzlülüğünde artışın olduğunu vurgulayarak, bu durumun artan voltajla daha fazla malzemenin eriyerek uzaklaşmasına yorumlamışlardır [2]. Kesme akımı artışıyla kesme süresinin kısaldığı vurgulanmıştır [3]. Bir başka çalışmada, akım ve vurum süresi artışıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirtilmiştir [4-5]. Sun ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, düşük İİH değerlerinde, kesme yüzeyinde oluşan kraterleri incelemişler ve yüzeyde bulunan hataları minimize etmeye çalışmışlardır. Isıl iletkenliği düşük olan Ti6Al4V(TC4) malzemeden kesilmiş yüzeyler incelendiğinde tabakalar arasında mikro çatlaklar, mikro sertlik değişimi ve beyaz tabakanın oluşumu gözlemlenmiştir[6]. Prajapati ve arkadaşları (çalışmalarında farklı alanlarda (havacılık, gıda, otomotiv) kullanımı olan AISI 304L paslanmaz çeliğin tel erozyon ile işlenmesi, voltaj, akım, vurum süresi ve servo besleme hızı parametrelerine bağlı olarak yüzey pürüzlülüklerinin deneysel araştırmasını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada WEDM düşük akım değerlerinde pürüzlülüğün azaldığını ve oluşan krater ve yapışkan tabakaların dielektrik sıvı ve basınç etkisiyle de minimize olduğu vurgulanmıştır [7]. Sudhakara ve arkadaşları yaptıkları çalışmada toz metal soğuk iş takım çeliklerini tel erozyon ile değişik işleme parametrelerinde işleyerek, minimum tel aşınması için ideal değerleri belirlemişlerdir. Sonuç olarak; vurum süresi, bekleme süresi, gerilim, kesme akımı, tel gerilimi, sıvı basıncı işleme öncesi ayarlanan parametreler arasında, tel aşınmasını en fazla etki eden değer vurum süresi olduğunu vurgulamışlardır. Bu metal tipi için ideal değerler olarak; vurum süresi 108 μ s,

bekleme süresi 63 μ s, akım 11 A ve gerilim olarak 18 V tespit edilmiştir [8]. Liang, Liao ve Kao, yaptıkları çalışmada, Ti-6Al-4V malzemesinin tel erozyon ile kesilmesinde, akımın artmasıyla İİH ile yüzey pürüzlülüğün parabolik arttığını ve mikro yapıda çatlaklar ile dağılık ergimiş kraterlerin oluştuğu ifade edilmiştir [9]. Yapılan çalışmalardan, elektro erozyonla kesme işleminde akım şiddeti ve vuruş süresinin yüzey kalitesi için önemli parametreler olduğu görülmektedir. Bu amaçla, altı farklı kesme akımı (11,12,13,14,15 ve 16 A) ile üç farklı vuruş süresi (30, 35 ve 40 μ s) işleme parametreleri kombinasyonlarında S960 QL çeliği 100 mm uzunluğunda kesilmiş ve yüzey pürüzlük değerleri ölçülmüştür.



Şekil 1. Tel elektro erozyon kesim işleminin şematik gösterimi.

DENEYSSEL YÖNTEM

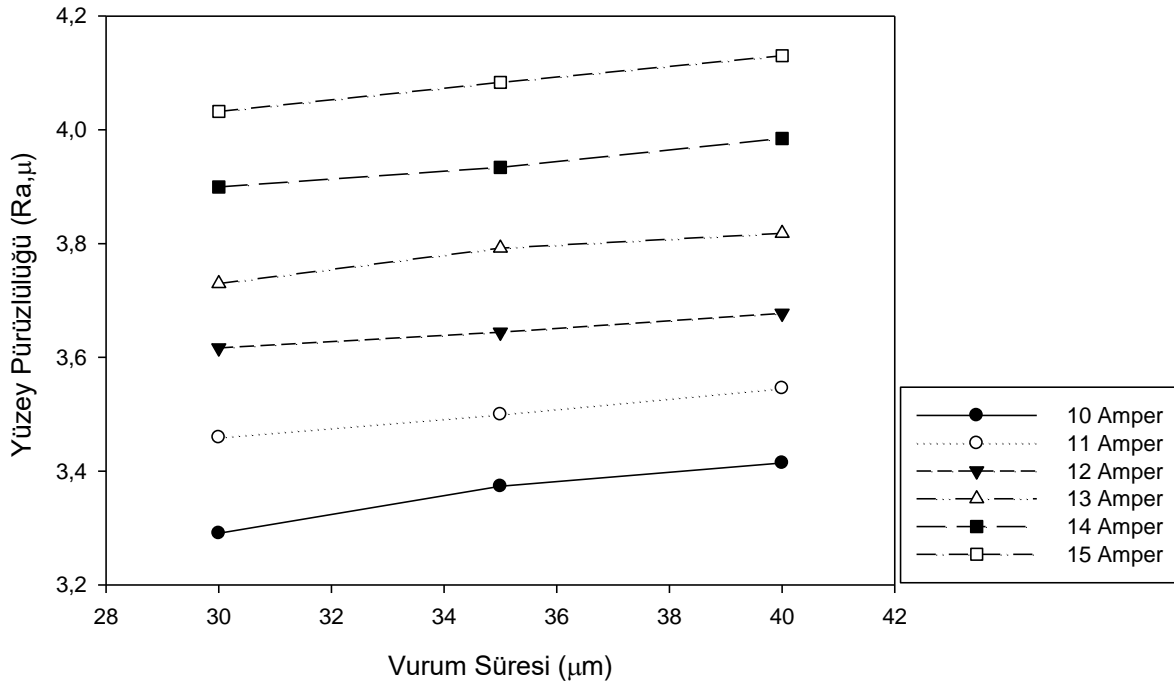
DeneySEL çalışma 10 mm kalınlığında S960 QL çeliği 10 mm uzunluğunda Sodick AQ 750 L marka tel erozyon tezgâhında kesilmiştir (Şekil 2). Kesme parametreleri olarak tel erozyon tezgâhı üretici firmasının önerileri doğrultusunda, altı farklı kesme akımı (11,12,13,14,15 ve 16 A) ile üç farklı vuruş süresi (30, 35 ve 40 μ s) işleme parametreleri olarak seçilmiştir. Açık devre gerilimi (80 V), tel ilerleme hızı (8 m/dak) ve dielektrik sıvı püskürtme basıncı (18 kg/cm²), tel gerginliği (1600 gr) olarak seçilmiş ve tüm deneylerde sabit tutulmuştur. Tel olarak çekme mukavemeti 900 N/mm² olan, 0.25 mm çapında CuZn37 Master Brass pirinç kullanılmıştır. Kesme akımı ve vuruş süresi kombinasyonlarında elde edilen kesim yüzeylerinin Ra değerleri Mitutoyo SurfTest SJ-210 yüzey pürüzlülüğü cihazıyla ölçülmüştür. Ölçümler kesim yüzeyinin üstünden alt yüzeye doğru 2,5 mm, 5 mm ve 7,5 mm mesafede olan bölgelerden birer ölçüm alınmıştır. Yapılan ölçümlerin aritmetik ortalamaları alınıp yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 2. DeneySEL çalışmada elde edilen numuneler.

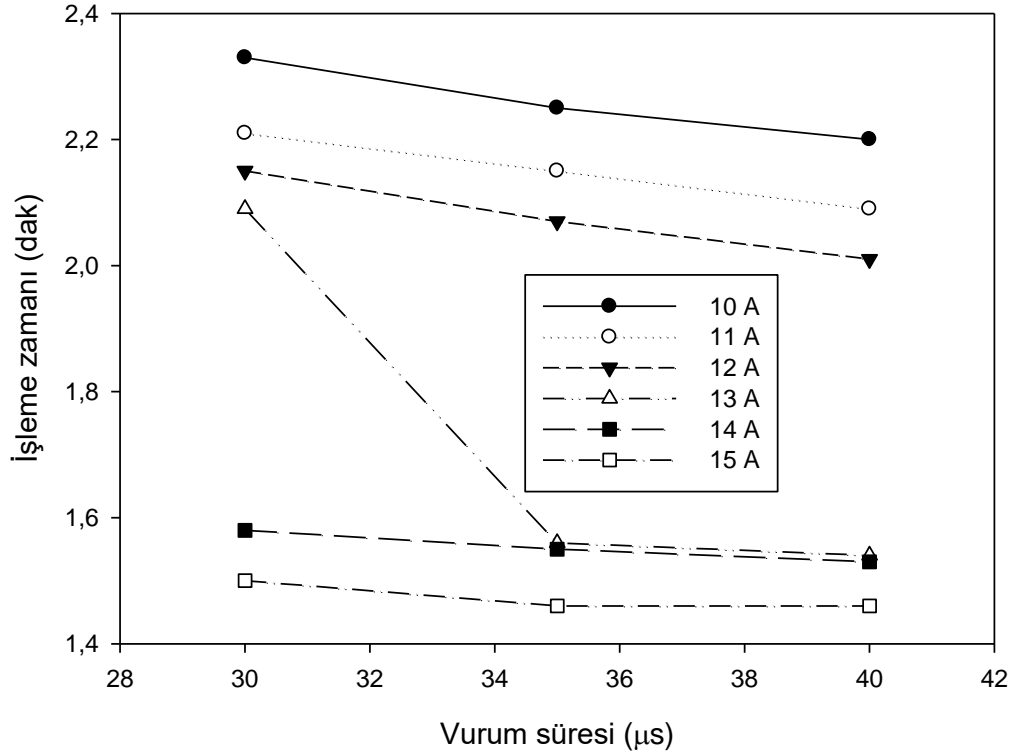
TARTIŞMA VE SONUÇ

S960 QL çeliğinin altı farklı kesme akımı (11,12,13,14,15 ve 16 A) ile üç farklı vurum süresi (30, 35 ve 40 μ s) işleme parametrelerinin değişik kombinasyonlarında tel elektro erozyon tezgâhında kesilmesi sonucu elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) Şekil 3’de grafiklere dönüştürülmüştür.



Şekil 3. Kesim akımı ve vurum süreleri kombinasyonunda elde edilen Ra değişimi grafiği.

Şekil 3 grafikler incelendiğinde; kesim amperi ve vurum süresi artışıyla birlikte yüzey pürüzlülüğü artış göstermiştir. Bu durum; amper artışıyla telde ısınma artışına ve artan vurum süresiyle kesim bölgesinin akım etkisinde kalma süresinin uzamasına atfedilir. Elektrik biliminde Joule Kanuna göre R direncine sahip üzerinde I akımı (amper) t zamanda ortaya çıkan ısı miktarı $Q = I^2.R.t$ (joule) formüle edilmiştir. Bu formülden de anlaşılacağı gibi amper artışıyla teldeki ısı miktarı artmış ve iş parçası malzemesinin kesim yüzeyinde daha fazla malzeme ergitmiştir. Ergimiş metaller dielektrik sıvısı aracılığıyla kesim bölgesinden uzaklaştırılmıştır. Kesme bölgesinden uzaklaştırılan ergimiş metalin ana metalden koştugu bölgelerde kratersi yapılar oluşmaktadır. Dolayısıyla, amper artışıyla daha fazla metal ergimesi ve buna bağlı olarak ta daha derin kratersi yapıların oluşması yüzey pürüzlülüğü değerlerinin artışına neden olmuştur. Vurum süresi artışıyla yüzey pürüzlülüğünün artışının nedeni, kesim bölgesinde ısıdan etkilenen bölgenin daha uzun süre ısı etkisinde kalması olarak yorumlanmıştır [10]. Kesim bölgesi vurum süresi artışıyla daha fazla ısı etkisinde kalarak, daha fazla metal ergimesine yol açmış ve buna bağlı olarak da daha derin kratersi yüzeyler oluşmuştur. En düşük yüzey pürüzlülüğü kesim amperi 10 A ile vurum süresi 30 μ s kombinasyonunda Ra 3,2908 μ m olarak ölçülmüştür. En yüksek yüzey pürüzlülüğü ise kesim amperi 15 A ile vurum süresinin 40 μ s olduğu kombinasyonda Ra 4,1303 μ m olarak ölçülmüştür. Bu değerler, düşük kesim akım ve düşük vurum süresi kombinasyonunda en düşük yüzey pürüzlülüğünün azaldığını, en yüksek kesim amperi ile en yüksek vurum süresi kombinasyonunda ise en yüksek yüzey pürüzlülüğünün tespit edildiğini, yani kesim yüzeyini kötüleştirdiğini ispatlamaktadır. Dolayısıyla, akım ve vurum süresi artışı yüzey pürüzlülüğü değerlerini artırmaktadır.



Şekil 4. Kesim akımı ve vurum süreleri kombinasyonunda elde edilen işleme süresi değişimi grafiği.

Şekil 4'deki grafikler kesme kombinasyonlarına bağlı işleme zamanını ifade etmektedir. Grafikler incelendiğinde; kesim akımı ve vurum süresi artışıyla işleme zamanı kısalmaktadır. Kesme akımı artışıyla malzeme ergimesi hızlanmakta, daha yüksek enerji yoğunluğu birim zamanda büyük kraterler ergiterek daha hızlı kesme işlemi gerçekleşmektedir. Tel elektro erozyon yöntemiyle işlemede vurum süresi her kıvılcımda tele uygulanan elektrik boşalım zamanını kontrol etmekte olduğundan vurum süresinin artmasıyla kesme hızı artmaktadır. Kesme hızı artışı da kesme zamanının kısılmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla beklenen bir durumdur.

SONUÇLAR

S960 QL çeliğinin altı farklı kesme akımı (11, 12, 13, 14, 15 ve 16 A) ile üç farklı vurum süresi (30, 35 ve 40 µs) işleme parametrelerinin değişik kombinasyonlarında tel elektro erozyon tezgahında kesilmesi sonucu;

- Kesim amperi artışı yüzey pürüzlüğünü artırmıştır.
- Vurum süresi artışı yüzey pürüzlülüğünü artırmıştır.
- En düşük yüzey pürüzlüğü değeri 10 amper ile 30µs vurum süresi kombinasyonunda Ra 3,2908 µm olarak ölçülmüştür.
- En yüksek yüzey pürüzlülüğü 15 Amper ile 40 µs vurum süresi kombinasyonunda Ra 4,1303 µm olarak ölçülmüştür.
- 10 A akım 30 µs vurum süresinde işleme süresi 2,33s, 15 A 40 µs vurum süresinde ise 1,46s tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. P. Sivaprakasam, P. Hariharan, S. Gowri, “Experimental investigations on nano powder mixed Micro-Wire EDM process of inconel-718 alloy”, *Measurement* 147 (2019) 106844, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.07.072>.
2. Xiang Chen, Yukui Wang, Zhenlong Wang, Hongzheng Liu, ,Guanxin Chi,” Study On Micro Reciprocated Wire-EDM For Complex Indexing Structure”, *Procedia CIRP* 68 (2018) 120 – 125, doi: 10.1016/j.procir.2017.12.033.
3. Alexander Martin Matz, Dennis Kammerer, Norbert Jost ve Kai Oßwald,” Machining of Metal Foams with varying mesostructure using Wire EDM”, *Procedia CIRP* 42 (2016) 263 – 267, doi: 10.1016/j.procir.2016.02.283
4. Wang, C.C., Yan, B.H., Chow, H.M., Suzuki, Y.,“Cutting Austempered Ductile Iron Using an EDM Sinkers”, *Journal of Materials Processing Technology*, 88, 83-89, 1999.
5. König W., Jörres L., “Aqueous Solutions of Organic Compounds as Dielectrics for EDM Sinking”, *Annals of the CIRP*, 36/1, 105-109, 1987.
6. Sun, Y. ve Ark., (2017). Experimental study on surface quality and machinability of Ti-6Al-4V rotated parts fabricated by low-speed wire electrical discharge turning. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 95, Issue 5– 8, pp 2601–2611.
7. Prajapati, M.M., Patel, V.D. ve Patel D.M., (2018). Experimental investigation of Wire EDM process parameters on surface roughness of AISI 304L during main cut and trim cuts. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* e-ISSN: 2395-0056 Volume: 05 Issue: 03 p-ISSN: 2395-0072.
8. Sudhakara, D., Prasanthi, G. ve Sandeep, R., (2018). Optimization of Parameters in Wire-EDM for Powder Metallurgical Cold Worked Tool Steel. *IJSRSET*, Volume 4, Issue 1, Print ISSN: 2395-1990, Online ISSN : 2394-4099.
9. [Liang, J.F., Liao, Y.S. ve Kao, J.Y., (2018). Study of the EDM performance to produce a stable process and surface modification. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 95, Issue 5–8, pp 1743–1750.
10. Özerkan, H. B. (2019). Optimization of machining performance parameters in wire EDM of metals with different thermophysical properties. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 139-151.

**GIDA KALİTESİ VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANILABİLECEK
LAZER TABANLI İKİ TEKNİĞİN İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI:
HİPERSPEKTRAL GÖRÜNTÜLEME VE SERS METODU
COMPARİSON AND METHOD OVERVIEW OF TWO PROMİSİNG LASER-BASED
TECHNİQUES FOR THE FOOD QUALİTY AND SAFETY CONTROL:
HYPERSPETRAL İMAGİNG AND SERS METHODS**

Dr. Öğr. Üyesi, Erman Kadir ÖZTEKİN
Araş. Gör., Sebahat ÖZTEKİN
Bayburt Üniversitesi

ÖZET

Gıda üretimi ve depolanmasında gerçek zamanlı görüntüleme uygulaması gıda piyasası açısından çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu süreçlerde gıda ürünlerinde olası patojenlerin görülmesi büyük miktardaki gıda ürünlerinin israf edilmesine ve gıda zehirlenmelerine yol açabilmektedir. Gıda denetiminde kullanılan klasik yaklaşımlar gerçek zamanlı denetim uygulamasını yavaşlatabilmekte ayrıca sıklıkla kalifiye personellere ihtiyaç duymaktadır. Öte yandan lazer tabanlı görüntüleme yaklaşımları, gıda proseslerindeki gerçek zamanlı görüntüleme denetimlerine kolaylıkla entegre edilebilmektedir. Bu bağlamda iki gelecek vaat eden teknik olan Hiperspektral Görüntüleme Metodu (HSI) ve Yüzeyle Güçlendirilmiş Raman Spektroskopisi (SERS) çalışma içerisinde detaylı olarak incelenmiştir.

HSI metodunda önceden belirlenmiş farklı uyarıcı dalga boylarına karşılık gelen iki boyutlu spektral görüntüler elde edilmektedir. Her bir görüntüdeki spektral uyumluluklar aynı kimyasal ve fiziksel karakteristikleri işaret etmektedir. Yüzeyledeki beklenmeyen kontaminasyonların tespiti HSI metodunun genel uygulamaları arasındadır. Öte yandan incelenen hacimdeki belirlenmiş biyolojik yapıların tanımlanması SERS metoduyla yapılmaktadır. Genel olarak bu yapılar çok fazla Raman aktif olmadıklarından, Raman aktif olan ekstra karmaşık metal bazlı yapılar sentezlenmektedir. Bu karmaşık yapılar SERS etiketleri olarak tanımlanıp, tarama hassasiyetini artırırlar. Bu yapılar mikro küresel yapılar üzerinde nano parçacıklar ekilerek üretilirler. Bu etiketler hedefteki biyolojik yapıya bağlanarak tanıma hassasiyetini artırırlar.

Bu iki metodun kullanıldığı uygulamalarda elde edilen bulguların hassaslık ve özgünlük bakımından çok başarılı sonuçlandığı görülmüştür. Bu iki metot da gerçek zamanlı görüntüleme uygulamalarında kullanılabileceğinden ikisinin de tespit ve değerlendirme süreleri alternatiflerine göre çok çok kısadır. Bu çalışmada bahse geçen iki metot teknik açıdan incelenmiş ve uygulamalardaki başarıları tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bakteriyel patojenler ve çok küçük miktardaki kontaminasyonlar bile yeterli hassasiyette ve kısa sürede tespit edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lazer tabanlı teşhis, gıda güvenliği, nano partikül, hiperspektral, HSI, SERS etiketi.

ABSTRACT

Real-time monitoring of food production and storage processes is very critical issue in today's food market. Unwanted presence of food pathogens may cause disposal of food products in high quantities and foodborne severe health issues. Traditional detection techniques for food processes decelerate real-time monitoring applications and they often need qualified professionals. On the other hand, laser-based methods can be easily fit into food processes to accomplish monitoring in real time. The two most promising advance techniques namely, Hyperspectral Imaging Method (HSI) and Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) are reviewed in detail.

In HSI method two-dimensional spectral images are collected with respect to selected excitation wavelengths. In this method, spectral matching in images correspond to similar chemical and physical characteristics. Detection of unexpected contaminations on food surfaces are general

applications of HSI method. On the other hand, recognition of target biological structures is accomplished by using SERS method. Since some molecule groups are not very Raman active, extra Raman active complexes are used to increase detection quality. These complexes are identified as SERS labels and they generally design by seeding nano particles on micro spherical metal cores. These complexes are modified to attach to target to increase recognition level. The application performances of these two methods have yielded very promising results in terms of sensitivity and specificity. Since they are both strong candidates for real-time monitoring their acquisition and assesment time period is very short compared to classical approaches. In this study, two methods are technically presented and their applications are discussed. Results showed that bacterial pathogens and even contaminations in small amounts on food surface can be detected with these two methods.

Keywords:Laser-based diagnostics, food safety, nano particle, hyperspectral, HSI, SERS label.

1. INTRODUCTION

Food pathogens such as *Salmonella spp.* and *Escherichia coli* can cause serious personal illnesses and public health problems, and moreover, they may negatively affect the national economy. Nowadays, detection standards of food pathogens are being swapped from classical approaches to novel ones. Common detection approaches including immunoassays technique, DNA probes, surface Plasmon resonance (SPR), PCR methods, impedance methods have advantages but they are limited in use due to their own weaknesses. Classical methods generally suffer from their complex nature, poor solubility, high application price, troublesome targeting, photobleaching, difficulties in primer design, high sensitive equipment requirements and operating profession [1, 2]. In contrast, spectral methods have gained more importance in the field of food safety due to their advance technological basis which enables them to perform efficiently with high sensitivity [2, 3]. In the following sections, two promising spectral methods will be brought into focus as candidates for use in food quality and safety control applications instead of their conventional alternatives with their specific components, applications, design alternatives, and more details.

2. HYPERSPECTRAL IMAGING METHOD

Recently, Hyperspectral imaging (HSI) method have received attention due to advancements in computer, imaging and spectroscopic technologies to ensure food quality and safety [3]. Alternative spectral techniques generally perform small-target-area experiments where their measurements yield results with lack of spatial information [4]. Recent studies have shown that standard colour cameras confront a problem that correctly identification of true negatives in food safety applications [3, 5]. In the HSI method both spectral and special data can be collected simultaneously from food products since HSI integrates spectral techniques into imaging systems [4].

An overview of the hyperspectral imaging system experiment setup can be seen in Figure 1. Typical setup of the HSI system contains a spectrograph, lens, CCD camera, variable slit, acquisition system, adjustable stage and a storage computer. Acquisition systems are determined based on spectral range [3]. Target areas on samples are continuously illuminated with light sources with different wavelengths and images are captured with CCD cameras simultaneously. The specific dataset collected from the measurements of the HSI is called hypercube [6]. Hypercube is a three-dimensional cubic data which is composed of two-dimensional spatial data versus one-dimensional spectral data [3]. Two-dimensional spatial images are continuously acquired by gradually changing excitation wavelengths of spectral system. In a hyperspectral image each pixel has a spectral meaning which turns this image into simply a fingerprint for target area. According to the working principle of the system, similar chemical compositions yield similar spectral outcomes. The HSI method generally suffers from

interferences due to complex nature of the target matrix such as absorption by the natural pigments [5]. For the last step of analyses which is identification and characterization of acquisition outcomes, several multivariate analyses such as principal component analyses, Support Vector Machine (SVM) and multi-linear regression (MLR) may be preferred [5, 7, 8]. Detection and quantification of animal feces amounts on food samples is very common applications for HSI experiments [3]. Detection of bovine feces contamination on cantaloupes with UV range excitation [9], observation of cattle feces contamination on apple samples at visible/NIR region [5] are common type of applications of HSI imaging.

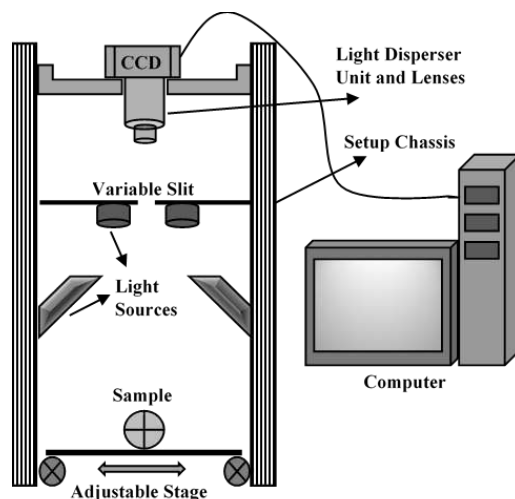


Figure 1. Overview of the hyperspectral imaging system test setup.

3. SURFACE ENHANCED RAMAN SPECTROSCOPY

Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) is an advanced Raman spectroscopy which is a very common non-invasive, real-time, reliable, molecular sensitive laser-based sensing tool, especially preferred in biological applications [10, 11]. Luckily, the basic Raman method is a very suitable tool to be developed and cooperated with other techniques [12]. Periodic vibrations due to changes in polarizability within chemical bonds at the molecular structure result in typical Raman spectroscopy [13]. SERS is one of the best method to enhance vibrational spectrum rather than its alternatives, where an extra substrate is used to enhance Raman signal. By this way, typically several orders of magnitude higher intensity can be observed compared to the intensity of simple characteristic Raman signal [14]. Advancements on the SERS studies relies on the combination of different fields including physics, materials science, chemistry and nanoscience. The increase in intensity at the vibrational spectrum is observed in SERS, which results in better resolution, as a result of phenomenon called localized surface plasmon resonance (LSPR) which induces very strong electric fields. The mechanism is initially observed on roughened metal surfaces in early Raman experiments [15, 16]. Electromagnetic and chemical enhancement mechanisms both play a key role in total signal enhancement. Recent studies show that local electromagnetic field can be highly enhanced in the vicinity of metal nanoparticles [2, 14]. Oscillation occurs within conduction electrons of the surface and incident light which ends up with elevated oscillating dipole. At this point nanoparticles have gained significant importance since they can be fabricated and designed to increase oscillations and enhancement mechanisms [17]. Target-adsorption performance on the NP-probe surface is important for the detection reliability [18].

For biological applications the quality of the receiving signal is highly important since the sensitivity and specificity of the detection is highly dependent on it. So SERS tags (labels) are developed in order to achieve better Raman signal with elevated resolution [19]. In other words, the selection and design of SERS tag is the most essential part of SERS detection for biological applications. SERS tag is a complex multi-layered structure which is comprise of three main parts: typically, magnetic and plasmonically active metal colloid core, Raman labelling agent

and protective outer encapsulation as seen in Figure 2A [19]. In most cases a spacer molecule structure is used to achieve bioconjugation to a specific target ligand. Majority of the SERS detection procedure is summarized in Figure 2.

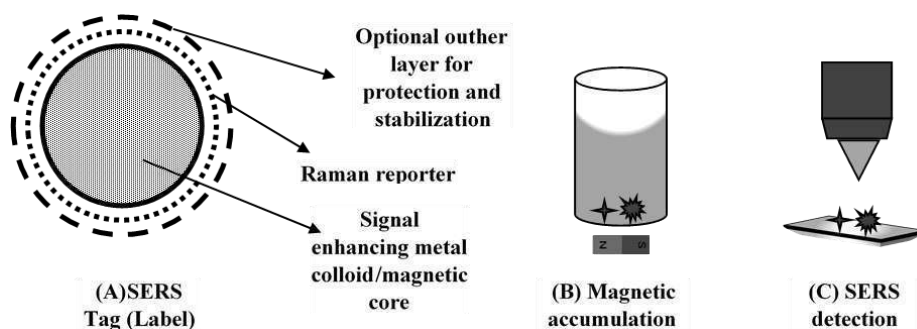


Figure 2. Schematic view of the SERS method. (A) Overview of a SERS tag (B) Particle accumulation by using an external magnet (C) SERS detection

In order to fabricate a proper core for the SERS tag, several protocols for the synthesis of metallic nanospheres are available in the literature [20, 21]. The physical dimensions of the nanoparticles and composition have a significant effect on the LSPR characteristics and eventually quality of the detection [19]. Raman reporters are spread around the surface of the metal colloid core appended to nanoparticles. Selection of the Raman reporter conditions the characteristics of the spectral multiplexing phenomenon. Dyes and self-assembled monolayers (SAMs) are the best candidates to be preferred as spectral identification agents. Dyes are generally adsorbed on the nanoparticles where they cause improvement in fluorescent characteristics. SAMs are organic compounds with functional groups. At the end the most outer layer is preferably constructed to stabilize and protect the complex tag structure to reach desired biocompatibility level. The encapsulation can be further modified with spacer molecules to enable bioconjugation to target ligands i.e. antibodies. There are several ways to encapsulate the SERS tag in the literature such as silica-based protective shell can be used for encapsulation to reach high mechanical strength or hydrophilic spacer molecules can be attached to the microstructure to change solubility characteristics. Table 1 summarizes several design alternatives for each component of a specific SERS tag. Detection of Gram-negative bacterium *E. coli* and Gram-positive bacterium *S. aureus* at low limits, as well as the detection of bacterial cocktails consisting of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Salmonella typhimurium* with different mixing ratios has been reported by several authors. [2, 22].

Table 1. Several different options for each component of the SERS tag.

Core	Typical SERS tag used for bioconjugation		
	Raman Reporter	Outer layer	Spacer
-Au/Ag quasi-spherical metallic nanoshells [23] with high scattering Raman cross sections	-Fluorescent dyes such as Rhodamine 6G (RD), TAMRA (TMR), Cy5 and Texas red (TR) [25].	- Organic polymers [27]. - Hydrophilic self-assembled monolayers [28]. - Silica encapsulation [29].	- Direct conjugation via Raman labels [30]. -Conjugation via encapsulants such as silica gel [31].
-Anisotropic metallic nanoparticles i.e. gold and silver nanorods [17] with	- Self-assembled monolayers (SAMs) such as arylthiols/disulphides [26].		

high oscillator characteristics.
-Junctions of nanoparticle bundles that can create plasmonic couplings [24].

4. CONCLUSION

In this review, two very robust and promising laser-based advance spectral techniques were discussed and described in detail. As mentioned, they are similar in terms of their spectral nature and capabilities such as quick responsive behaviour and non-invasiveness. With these two techniques whole target area can simply be examined with the power of spectral information and monitoring advancements. Hyperspectral imaging (HSI) has an advantage of having spatial information and the application can be finished in few steps. On the other hand, SERS method seems to have more application steps due to its complex nature but so far it is closer to be used for *in vivo* applications. It is inevitable that both methods will take more place in the future for bio-related applications.

5. REFERENCES

1. Zhao, X., M. Li, and Z. Xu, *Detection of Foodborne Pathogens by Surface Enhanced Raman Spectroscopy*. Frontiers in microbiology, 2018. **9**: p. 1236-1236.
2. Craig, A.P., A.S. Franca, and J. Irudayaraj, *Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Applied to Food Safety*. Annual Review of Food Science and Technology, 2013. **4**(1): p. 369-380.
3. Gowen, A., et al., *Hyperspectral imaging-An emerging process analytical tool for food quality and safety control*. Trends in Food Science & Technology, 2007. **18**: p. 590-598.
4. Ariana, D., R. Lu, and D. Guyer, *Near-infrared hyperspectral reflectance imaging for detection of bruises on pickling cucumbers*. Computers and Electronics in Agriculture, 2006. **53**: p. 60-70.
5. Liu, Y., et al., *Development of simple algorithms for the detection of fecal contaminants on apples from visible/near infrared hyperspectral reflectance imaging*. Journal of Food Engineering - J FOOD ENG, 2007. **81**.
6. Lu, R. and Y.-R. Chen, *Hyperspectral imaging for safety inspection of food and agricultural products*. Photonics East (ISAM, VVDC, IEMB). Vol. 3544. 1999: SPIE.
7. Jiang, L., et al., *Discrimination of black walnut shell and pulp in hyperspectral fluorescence imagery using Gaussian kernel function approach*. Journal of Food Engineering, 2007. **81**: p. 108-117.
8. Lu, R. and Y. Peng, *Hyperspectral Scattering for assessing Peach Fruit Firmness*. Biosystems Engineering, 2006. **93**(2): p. 161-171.
9. Vargas, A., et al., *Detection of Fecal Contamination on Cantaloupes Using Hyperspectral Fluorescence Imagery*. Journal of Food Science, 2005. **70**: p. e471-e476.
10. Krafft, C. and V. Sergo, *Biomedical applications of Raman and infrared spectroscopy to diagnose tissues*. Spectroscopy, 2006. **20**(5-6).
11. Yang, H. and J. Irudayaraj, *Rapid detection of foodborne microorganisms on food surface using Fourier transform Raman spectroscopy*. Journal of Molecular Structure, 2003. **646**(1): p. 35-43.
12. Oztekin, E., S. Smith, and D. Hahn, *Differential laser-induced perturbation Raman spectroscopy: a comparison with Raman spectroscopy for analysis and classification of amino acids and dipeptides*. Journal of Biomedical Optics, 2015. **20**(4): p. 047006.

13. Das, R.S. and Y.K. Agrawal, *Raman spectroscopy: Recent advancements, techniques and applications*. Vibrational Spectroscopy, 2011. **57**(2): p. 163-176.
14. Stiles, P.L., et al., *Surface-Enhanced Raman Spectroscopy*. Annual Review of Analytical Chemistry, 2008. **1**(1): p. 601-626.
15. Albrecht, M.G. and J.A. Creighton, *Anomalous intense Raman spectra of pyridine at a silver electrode*. Journal of the American Chemical Society, 1977. **99**(15): p. 5215-5217.
16. Fleischmann, M., P.J. Hendra, and A.J. McQuillan, *Raman spectra of pyridine adsorbed at a silver electrode*. Chemical Physics Letters, 1974. **26**(2): p. 163-166.
17. Murphy, C.J., et al., *Anisotropic Metal Nanoparticles: Synthesis, Assembly, and Optical Applications*. The Journal of Physical Chemistry B, 2005. **109**(29): p. 13857-13870.
18. Narlikar, A.V. and Y.Y. Fu, *The Oxford handbook of nanoscience and technology : frontiers and advances : in three volumes*. 2010, New York: Oxford University Press.
19. Wang, Y. and S. Schlücker, *Rational design and synthesis of SERS labels*. Analyst, 2013. **138**(8): p. 2224-2238.
20. Daniel, M.-C. and D. Astruc, *Gold Nanoparticles: Assembly, Supramolecular Chemistry, Quantum-Size-Related Properties, and Applications toward Biology, Catalysis, and Nanotechnology*. Chemical Reviews, 2004. **104**(1): p. 293-346.
21. Zhang, Q., et al., *Monodispersity control in the synthesis of monometallic and bimetallic quasi-spherical gold and silver nanoparticles*. Nanoscale, 2010. **2**(10): p. 1962-1975.
22. Wang, C., et al., *A rapid SERS method for label-free bacteria detection using polyethylenimine-modified Au-coated magnetic microspheres and Au@Ag nanoparticles*. Analyst, 2016. **141**(22): p. 6226-6238.
23. Gellner, M., B. Küstner, and S. Schlücker. *Optical properties and SERS efficiency of tunable gold/silver nanoshells*. 2009.
24. Romo-Herrera, J.M., R.A. Alvarez-Puebla, and L.M. Liz-Marzán, *Controlled assembly of plasmonic colloidal nanoparticle clusters*. Nanoscale, 2011. **3**(4): p. 1304-1315.
25. Cho, S., et al., *Combinatorial synthesis of a triphenylmethine library and their application in the development of Surface Enhanced Raman Scattering (SERS) probes*. Chemical communications (Cambridge, England), 2010. **46**: p. 722-4.
26. Ni, J., et al., *Immunoassay Readout Method Using Extrinsic Raman Labels Adsorbed on Immunogold Colloids*. Analytical Chemistry, 1999. **71**(21): p. 4903-4908.
27. Yang, M., et al., *Development of polymer-encapsulated metal nanoparticles as surface-enhanced Raman scattering probes*. Small, 2009. **5**(2): p. 198-202.
28. Jehn, C., et al., *Water soluble SERS labels comprising a SAM with dual spacers for controlled bioconjugation*. Physical Chemistry Chemical Physics, 2009. **11**(34): p. 7499-7504.
29. Doering, W., et al., *SERS as a Foundation for Nanoscale, Optically Detected Biological Labels*. Advanced Materials, 2007. **19**: p. 3100-3108.
30. Faulk, W.P. and G.M. Taylor, *An immunocolloid method for the electron microscope*. Immunochemistry, 1971. **8**(11): p. 1081-3.
31. Kustner, B., et al., *SERS labels for red laser excitation: silica-encapsulated SAMs on tunable gold/silver nanoshells*. Angew Chem Int Ed Engl, 2009. **48**(11): p. 1950-3.

**KÖPEK TİBİA KIRIKLARININ TESPİTİ İÇİN SSD MOBILENET V2
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE VERİ KÜMESİ OLUŞTURMA
DATASET CREATION AND SSD MOBILENET V2 PERFORMANCE EVALUATION
FOR DOG TIBIA FRACTURE DETECTION**

Berker BAYDAN
Doç. Dr. Halil Murat ÜNVER
Kırıkkale Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, tibia kemik kırıklarına ait dijital röntgen görüntü veri setleri kullanarak derin öğrenme yöntemlerinden biri olan SSD MobileNet V2 yardımıyla kırıkların daha hassas ve hızlı bir şekilde bilgisayar yöntemiyle tespiti amaçlanmıştır. Kemik kırıkları insan ve hayvanlarda sık karşılaşılan önemli bir sağlık problemidir. Son yıllarda radyasyona maruziyet, maliyetli olma ve problemin daha iyi tespit edilememesi gibi nedenlerden dolayı klasik yöntem olan X-Ray'e daha iyi alternatif olarak derin konvolüsyonel sinir ağları (CNN'ler) vasıtasıyla tıbbi görüntüleme teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Derin öğrenme çok katmanlı yapay sinir ağlarının verimli bir şekilde eğitilmesi sonucu ortaya çıkan yeni bir teknolojidir. CNN tekniklerinin tıbbi uygulamaları, kanserin sınıflandırılması, kırık tanısı, nörolojik hastalıklar ve biyomedikal görüntü alma sistemleri gibi alanlarda klinisyenlerin hastalıkları daha çabuk teşhisine ve sınıflandırmasına yardımcı olur. Bu çalışmada etik izin ve onay alınan farklı veteriner fakültelerinden toplanan 1000 kemik görüntüsünden gerekli inceleme işlemleri yapılarak 143 adet tibia kırık kemik görüntüsü elde edildi. Bunlardan 124 adeti eğitim işlemi için ayrıldı. Kalan 19 adeti de test için kullanıldı. Bu görüntüleri eğitim ve test işlemlerinde kullanabilmek için üzerlerinde etiketleme işlemi yapıldı. 143 görüntünün tamamında uzman veteriner hekim tarafından kırıklar tespit edilip etiketlendi. Etiketleme işlemi için "labelImg" etiketleme aracı kullanıldı. Görüntü üzerinde sistemin bulduğu sonuç ile etiketlenen görüntünün gerçek değerinin karşılaştırılması için kesişim bölü birleşim (IoU) eşik değeri (0.5) esas alındı. IoU >0.5 sonucu True Positive olarak kabul edildi. Ayrıca Precision (Kesinlik) ve Recall (Hassasiyet) değerleri belirlendi. Sistemin genel performansını tespit etmek için F-Score hesaplaması kullanıldı. Yapılan işlemlerin ardından 19 kırık görüntüsü için F skoru 0.68 olarak belirlendi (%68). Veri seti çoğaltılarak ve farklı ön tanımlı modeller denenerek başarı yüzdesinin artırılması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: Tibia, Kırık, Derin Öğrenme, SSD MobileNet V2, Veri Kümesi

ABSTRACT

In this study, it was aimed to detect the fractures more accurately and quickly by computer method with the help of SSD MobileNet V2, which is one of the deep learning methods by using digital x-ray image datasets of tibia bone fractures. Bone fractures are an important health problem frequently encountered in humans and animals. In recent years, medical imaging techniques have been used through deep convolutional neural networks (CNNs) as a better alternative to X-Ray, which is the classical method for reasons such as radiation exposure, being costly and the problem cannot be detected better. Deep Learning is a new technology that come

up efficient training of convolutional neural networks. It helps clinicians diagnose and classify diseases more quickly in areas such as medical applications of CNN techniques, cancer classification, fracture diagnosis, neurological diseases, and biomedical imaging systems. In this research, 143 Tibia bone fracture were obtained from 1000 bone images that were collected from different veterinary faculties with ethical permission. 124 fracture images were used for training. The remaining fracture images were used for testing. In order to use these images in training and test, they were labeled. “labelImg” annotation tool were used for labeling the images. Intersection over Union (IoU) threshold value which is determined as 0.5, was used to compare the actual value of annotated image with application results on the images. If IoU is greater than 0.5, the result was accepted as a True Positive. Also, Precision and Recall values were calculated for this study. In order to specify general success rate of this application, F-Score was calculated. For 19 test fracture images, F-score result was 0.68 (%68). It was aimed to increase success rate of bone fracture detection using data augmentation and different pre-process techniques.

Keywords: Tibia, Fracture, Deep Learning, SSD MobileNet V2, Dataset

1. INTRODUCTION

Bone fractures are an important health problem frequently encountered in humans and animals. In clinical practice, X-Ray detection methods are generally used to determine fractures. However, this process is not safe in terms of health due to exposure to radiation, and sometimes there are disadvantages such as the size of the fracture not being precisely determined, inability to detect easily and being costly [10]. On the other hand, determining the object of interest in high-resolution digital pathological images is an important part of the diagnosis and a very laborious task for the veterinary [9]. For this reason, effective and smart systems should be designed [4].

In recent years, advances in medical imaging techniques have become alternative to conventional diagnostic methods such as X-Ray due to an increase in detection quality and a decrease in cost. Considerable progress has been made in medical imaging techniques by using deep convolutional neural networks (CNNs). CNN is used for classification and segmentation in various medical imaging methods such as conventional (classical) XRay fluoroscopy, MRI and CT. Medical applications of CNN techniques help clinicians diagnose and classify diseases more quickly (such as cancer classification, fracture diagnosis, neurological diseases, and biomedical imaging systems). Research based on segmentation and object detection has closely followed the development of CNNs in the past few years [18]

2. OBJECT DETECTION WITH DEEP LEARNING

Deep learning is a new technology that results from efficient training of multilayered neural networks and includes machine learning. Convolutional Neural Networks architecture, which is an example in the ANN Learning Model, is also used. Convolutional Neural Networks (also called Evolutionary Neural Networks) is making significant progress in image classification

and object detection. Object detection is more difficult than image classification and requires more complex methods to solve it. Then, Regional based Convolution Neural Networks (R-CNN) method has been developed to increase the accuracy of object detection. But with this method, the cost of training of the network and its taking too long is seen as the weaknesses of R-CNN [6]. R-CNN uses the Selective Search algorithm to perform object suggestion. Selective Search algorithm reduces the number of bounding boxes and performs 2000 object suggestion [8]. Fast R-CNN method has been developed to eliminate the disadvantages experienced in R-CNN. To extract a fixed length property vector from the activation map, the region of interest (RoI) is applied to each object proposal. Although the speed of Fast R-CNN is faster than R-CNN, this method also uses the SelectiveSearch algorithm for region proposal [6]. Faster R-CNN method has been developed instead of SelectiveSearch algorithm, which causes slowness in both R-CNN and Fast R-CNN. SSD (Single-Shot Multi-Box Detection) combines class prediction and bounding box prediction in one operation. Therefore, the detection speed of the SSD is considerably faster than the Faster R-CNN approach [1].

2.1 Faster R-CNN

Faster R-CNN is divided into two parts within the scope of two large networks. The first one is Region Proposal Network [15] and the second one is Fast R-CNN [6].

2.1.1 Regional Proposal Network (RPN)

It is a full convolution network that outputs a set of object proposal as rectangular bounding box from the input images. RPN first gets the activation map from CNN. It is shifted to another convolution layer followed by ReLU for each pixel on the activation map. RoI recommended as predefined references, rectangular boxes are called anchors and are created on each pixel. The recommended number of anchors is 9. This number is a combination of three different aspect ratios. For each anchor box, the probability of having an object in the image itself or its background is calculated with the object score at each position using the softmax and regression layers. The groundtruth of the anchors overlaps the bounding box is calculated by the IoU (Intersection over union) formula [15].

2.1.2 Fast R-CNN

Input images are taken and activation map is created using CNN. Regions recommended by RPN are overlapped on the activation map. Each bounding box can be of different sizes. Fully connected layer accepts fixed size inputs. To resolve this situation, the RoI Pooling Layer removes several maximum pool operations from the RoI to feed the fully connected layer of fixed-length properties. For each bounding box, there are two fully connected layers in parallel. [6]

2.2 Single-Shot Multi-Box Detection (SSD)

SSD architecture occurs the basic convolutional neural network pursued by multi-box convolutional layers. Basic VGG and multi-box layers predict the presence of object class instances and bounding box positions. SSD handles the object scale on a multi-scale feature has six prediction layers with decreasing feature map size [1].

3. STUDIES FOR THE DETECTION AND CLASSIFICATION OF COMPUTER AIDED BONE FRACTURES

Studies on the detection and classification of bone fractures with computer support were carried out using different techniques. In general, Deep Learning and Image Processing techniques were used to detect and classify bone fractures. In this context, the detection and classification of the humerus (arm bone) upper end fractures were performed using Deep Learning technology. In this study, 1891 shoulder x-ray images were used. Images were obtained from Konkuk University Medical Center, Kyungpook National University Hospital, Myungji Hospital, Kangwon National University Hospital, National Police Hospital, Seoul Saint Mary Hospital and Wonkwang University Sanbon Hospital. Four different types of humerus upper end fractures (greater tuberosity, surgical neck, 3-piece and 4-piece) are labeled by 3 specialists and classified into classes. Using the CNN method of deep learning technology, the performance of separating one type of fracture from other types of fractures yielded 86% for greater tuberosia fractures, 80% for surgical neck fractures, 65% for 3-part fractures and 75% for 4-part fractures [3].

Deep Learning Technology was also used to detect wrist fracture. Wrist x-ray images from January 2015 to January 2016 were obtained from Royal Eveon and Exeter Hospital. 695 of these images include broken wrist and 694 of them are non-broken wrist images. Before giving these images to CNN, the images are pre processed and removed from the "Red Spot" annotations, thereby avoiding over-fitting. In addition, data augmentation technique was used to reproduce training data. After the image pre-processing stages are finished, the images are given to CNN and passed through the basic filters in the CNN. These filters are developed by training processes using the Back Propagation technique. The error in the network is minimized by using Back Propagation technique. Accurate detection of the fracture was 95.4% [11].

In a study by Lindsey et al. (2018), it was aimed to improve the bone fracture detection of Deep Learning technology by clinicians. 135545 x-ray images contain different parts of the human body. CNN method is used for the detection of fractures. Detection performance was 95%.

In addition to Deep Learning technology, which has been used for the detection and classification of bone fractures, "Image Processing" methods, another technology, have been used. In the study of Chai et al. (2011), Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) which is the Image Processing technique, was used to detect bone fractures. X-ray images of the femoral bone were used as images. Image pre-processing techniques have been applied to eliminate the noise on the image. These are Binary Conversion and Fine Particles Elimination techniques. Later, GLCM was used to classify the bone fracture. As a result, the accuracy of the method developed in the fracture classification was 86.67% [2].

In another study using Image Processing technique, the detection of Tibia bone fracture was considered as the subject of the study. In this study, preprocessing, segmentation, feature

extraction and bone detection were used as image processing steps for the detection of bone fracture. For classification, it was used with Back Propagation Neural Network (BPNN), Support Vector Machine Classifier (SVM) and Naive Bayes (NB) classifier and fusion classifier (FC) techniques. For this study, 1000 test x-ray images and 650 training x-ray images, 400 fracture and 250 non fracture bone were used. The accuracy of Image Processing techniques in bone fracture detection was 83.12% (BPNN), 85.71% (SVM), 86.08% (NB), 91.27% (FC), respectively. The accuracy of Image Processing techniques in non bone fracture detection was 92.96% (BPNN), 94.55% (SVM), 95.91% (NB), 98.43% (FC), respectively [14].

4. MATERIALS AND METHODS

4.1 Datasets

Dog Tibia bone fractures dicom images was collected from various veterinary faculties in Turkey. In this context, images were taken from Ankara, Selçuk, Kırıkkale, Aydın Adnan Menderes Universities. 1000 images were pre-examined for evaluation. After examination, only 143 dog Tibia bone fracture images could be evaluated and used.

4.2 Labeling Process of Tibia Bone Fractures

143 Tibia bone fracture images were obtained by performing the necessary examinations from 1000 bone images so far. 124 were allocated for training, and the remaining 19 were used for testing. To use these images in training and test, labeling has been applied on them. In 143 images, fractures were detected and labeled by a specialist veterinarian. LabelImg [12] which is labeling tool was used for the labeling process.

4.3 Detection of Tibia Bone Fracture with Tensorflow Object Detection API

Tensorflow Object Identification API is an application programming interface built on open source Tensorflow. With the help of API, object recognition models can be easily built, trained and operated [7]. Before starting the training with the Tensorflow Object Identification API, we need to perform the necessary configuration steps.

4.3.1 Deploying The Model into API

In order to train tibia bone fractures,

SSD_Mobilenet_v2_quantized_300x300_coco_2019_01_03 pre-trained model was used in the Tensorflow Object Identification API. The directory should be placed in the Tensorflow Define Object API.

4.3.2 Converting Xml Files to a Format that Tensorflow will Accept

After 20% of the annotated image is separated for test and the rest of them is separated for training, xml files have been converted to csv in order to bring them to the format that Tensorflow will accept. Later, the csv was converted to tfrecord which is the format of Tensorflow. The objects which will be trained, are defined in this class.

4.3.3 Creating Label Map and Editing Config Files

Label Map refers to what each object is and matching class names to class ID. It is increased the performance of model by making changes in accordance with the problem by trial and

error method on the config file of the pre-trained model that is used. Fixed_shape_resizer was used as image resizer. By giving the photo size successfully, the model has been focused on the size of the picture. Another important factor is the optimization method. The frequently used “rms_prop_optimizer” was used. Batch size was set as 24. Learning rate was given as 0.01.

4.4 Calculation of Precision and Recall Values of The System Regarding The Detection of Tibia Bone Fractures

The IoU (Intersection of Union) value has to be calculated to find the Precision and Recall values of the System for the Detection of Tibia Bone Fractures. IoU refers to the part that intersects on the image between the ground truth and the bounding box [17]. In order to calculate IoU, the following calculations should be made on the ground truth and bounding box coordinate information.

- $xmin_inter = \max(xmin, xmin_pred)$
 $ymin_inter = \max(ymin, ymin_pred)$
 $xmax_inter = \min(xmax, xmax_pred)$
 $ymax_inter = \min(ymax, ymax_pred)$
 $(xmin, ymin, xmax, ymax)$ -> ground truth coordinate information
 $(xmin_pred, ymin_pred, xmax_pred, ymax_pred)$ -> bounding box information

In order to determine the minimum and maximum coordinates of intersection rectangles, $xmin_inter$, $ymin_inter$, $xmax_inter$, $ymax_inter$ values should be calculated.

- $inter_area = \max(0, xmax_inter - xmin_inter + 1) * \max(0, ymax_inter - ymin_inter + 1)$

To determine the area of the intersection rectangle, the $inter_area$ must be calculated.

- $actual_area = (df.xmax - df.xmin + 1) * (df.ymax - df.ymin + 1)$
 $pred_area = (df.xmax_pred - df.xmin_pred + 1) * (df.ymax_pred - df.ymin_pred + 1)$

$Actual_area$ and $pred_area$ must be calculated to determine the Area of Actual and Estimated Boxes.

- Finally, the following formula is used to calculate the IoU:

$$IoU = inter_area / float(actual_area + pred_area - inter_area)$$

When the result of the system on the image are compared with the actual values of the annotated image, the result of whether it is True Positive or False Positive is decided on IoU. In this context, a threshold value is determined for IoU. In general, IoU threshold value is

used as 0,5 in object learning with deep learning [17]. IoU threshold value was taken as 0,5 for the detection of Tibia Bone Fractures with Deep Learning. If the IoU value is above 0,5 in test image, the result is accepted as True Positive. Otherwise, it is accepted as False Positive. After that, Precision and Recall are calculated.

- $Precision = TP / (TP+FP)$

$$Recall = TP / (Total\ Ground\ Truth)$$

4.5 Calculation of F-Score of The System Regarding The Detection of Tibia Bone Fractures

In order to obtain general performance of the system, F-Score [16] has to be calculated.

$$F = 2 * (Precision * Recall) / (Precision + Recall)$$

5. RESULTS

At the end of 2000 iterations, training on the detection of Tibia fractures was completed on 124 images. It was observed that the loss value decreased from 13 to 2 at the end of 2000 iterations. TotalLoss is shown in Figure 1. The Loss function is one of the most important criteria for the performance of a network model. The approaching 0 of loss value is desired function.

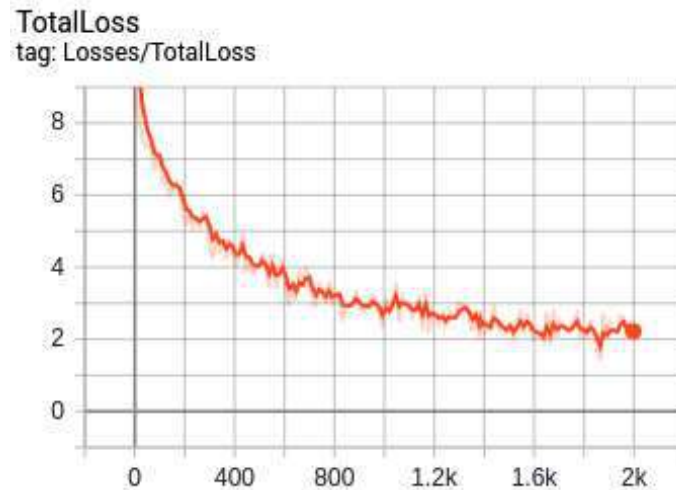


Figure 1. Change of the Loss Value During Training of Tibia Bone Fractures According to the Number of Iterations

5.1 The Results on The Test Images at The End of The Training on The Detection of Tibia Bone Fracture

At the end of 2000 iterations, Tensorboard in Tensorflow Object Identification API is run to evaluate the results on the test images. The results of the model trained on the test data under the "Images" tab in Tensorboard are taken in bounding box and displayed through the application. Some of results are shown below.

As a True Positive, the results of the model on the test data are shown in Figure 2 and 3 :

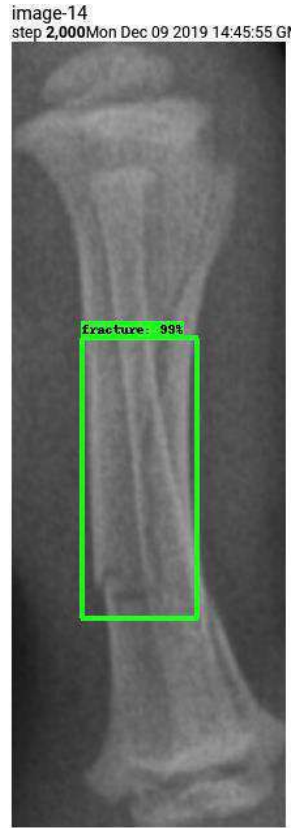


Figure 2. Successful Detection of More Sensitive Fractures on the Tibia Bone



Figure 3. Successful Detection of More Explicit Fractures on the Tibia Bone
As a false positive, the results of the model on the test data are shown in Figure 4 :



Figure 4. Perception of Joint Areas on Tibia as Bone Fracture

5.2 The Result of Precision And Recall of The System Regarding The Detection of Tibia Bone Fractures

The result of precision and recall of the system regarding the detection of Tibia bone fracture is shown in Table 1.

image	xmin	ymin	xmax	ymax	xminp	yminp	xmaxp	ymaxp	xmini	ymini	xmaxi	ymaxi	intera	actuala	preds	iou	TP/FP	Precision	Recall
125	299	360	524	970	337	452	592	949	337	452	524	949	93624	138086	127488	0,544484	TP	1	0,05
126	42	559	176	717	82	581	177	708	82	581	176	708	12160	21465	12288	0,563145	TP	1	0,1
127	43	157	81	214	43	145	85	227	43	157	81	214	2262	2262	3569	0,633791	TP	1	0,15
128	135	305	245	459	127	234	231	440	135	305	231	440	13192	17205	21735	0,51235	TP	1	0,21
129	89	145	239	345	90	117	240	348	90	145	239	345	30150	30351	35032	0,855732	TP	1	0,26
130	266	93	431	204	217	87	419	186	266	93	419	186	14476	18592	20300	0,59289	TP	1	0,31
131	463	234	578	333	817	400	1038	699	817	400	578	333	0	11600	66600	0	FP	0,85	0,31
132	47	206	160	421	56	242	159	534	56	242	159	421	18720	24624	30472	0,514625	TP	0,87	0,36
133	295	104	372	142	580	139	726	256	580	139	372	142	0	3042	17346	0	FP	0,77	0,36
134	26	280	116	387	25	299	123	444	26	299	116	387	8099	9828	14454	0,500463	TP	0,8	0,42
135	169	201	332	314	189	209	368	346	189	209	332	314	15264	18696	24840	0,539898	TP	0,81	0,47
136	309	124	697	508	213	105	677	446	309	124	677	446	119187	149765	159030	0,628597	TP	0,83	0,52
137	72	549	286	802	92	424	240	798	92	549	240	798	37250	54610	55875	0,508637	TP	0,84	0,57
138	79	252	107	306	0	0	0	0	79	252	0	0	0	1595	1	0	FP	0,78	0,57
139	35	269	132	477	51	223	143	441	51	269	132	441	14186	20482	20367	0,592048	TP	0,8	0,63
140	182	329	292	440	0	0	0	0	182	329	0	0	0	12432	1	0	FP	0,75	0,63
141	24	374	121	481	2	69	62	363	24	374	62	363	0	10584	17995	0	FP	0,7	0,63
142	72	566	173	784	20	566	166	730	72	566	166	730	15675	22338	24255	0,506986	TP	0,72	0,68
143	103	630	193	717	0	0	0	0	103	630	0	0	0	8008	1	0	FP	0,68	0,68

Table 1. The result of precision and recall of the system regarding the detection of Tibia bone fracture

5.3 The Result of F-Score of The System Regarding The Detection of Tibia Bone Fractures

F score is calculated as 0.68 when calculated over the current 19 test data. The performance of the system for the detection of Tibia bone fractures is 68%.

6. DISCUSSION

This study deals with bone fracture detection for localization using SSD Mobilenet v2. This deep learning object detection method is different from others regarding bone fracture detection. Bone fracture was localized and taken bounding box by using SSD Mobilenet v2 for detection. Other deep learning method which is used for bone fracture detection, evaluate only whether it fracture or not [11; 5]. Localization could not be performed with these type of deep learning methods.

7. CONCLUSIONS

Although no pre-processing and data augmentation methods were applied in this study, test results are promising. After pre-processing and data augmentation method are applied, the performance of bone fracture detection is expected to increase.

REFERENCES

- [1] Amnuaisuk, S.P., Murata, K.T., Pavarangkoo, P., Yamamoto, K., Mizuhara, T. Exploring the Applications of Faster R-CNN and Single-Shot Multi-box Detection in a Smart Nursery Domain. 2018
- [2] Chai, H.Y., Wee, L.K., Swee, T.T., Hussain, S. 2011. Gray-Level Co-occurrence Matrix Bone Fracture Detection. WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS. 10: 7-16
- [3] Chung, S. W., Han, S. S., Lee, J. W., Oh, K.-S., Kim, N. R., Yoon, J. P., Kim, J. Y., Moon, S. H., Kwon, J., Lee, H.-J., Noh, Y.-M, Kim, Y. 2018. Automated Detection and Classification of The Proximal Humerus Fracture By Using Deep Learning Algorithm. Acta Orthopaedica. 89: 468-473
- [4] Dimililer, K. IBFDS: Intelligent Bone Fracture Detection System. 9th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perception, ICSCCW 2017, 22-23 August 2017, Budapest, Hungary
- [5] Ekşi, Z., Dandıl, E., Çakıroğlu, M. Computer aided bone fracture detection. IEEE, 2012.
- [6] Girshick, R. 2015. Fast R-CNN. arXiv:1504.08083v2 [cs.CV]
- [7] Huang, J., Rathod, V., Chow, D., Sun, C., Zhu, M., Fathi, A., Lu, Z. Tensorflow Object Detection API, https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/object_detection Date Accessed: 17.12.2019
- [8] Jiang, H., Learned-Miller, E. 2016. Face Detection with the Faster R-CNN. arXiv:1606.03473v1 [cs.CV]
- [9] Kawazoe, Y., Shimamoto, K., Yamaguchi, R., Shintani-Domoto, Y., Uozaki, H., Fukayama, M., Ohe, K. 2018. Faster R-CNN-Based Glomerular Detection in Multistained Human Whole Slide Images. J. Imaging. 4: 2-19

- [10] Khan, M., Sirdeshmukh, S.P.S.M.A., Javed, K. 2016. Evaluation of Bone Fracture in Animal Model Using Bio-electrical Impedance Analysis. *Perspectives in Science*. 8: 567–569
- [11] Kim, D.H., MacKinnon, T. 2018. Artificial Intelligence in Fracture Detection: Transfer Learning from Deep Convolutional Neural Networks. *Clinical Radiology*. 73: 439-445
- [12] Lin, T. LabelImg, <https://github.com/tzutalin/labelImg>,_Date Accessed: 27.02.2020
- [13] Lindsey, R., Daluiski, A., Chopra, S., Lachapelle, A., Mozer, M., Sicular, S., Hanel, D., Gardner, M., Gupta, A., Hotchkiss, R., Potter, H. 2018. Deep Neural Network Improves Fracture Detection by Clinicians. *PNAS Latest Articles*. 1-6.
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1806905115
- [14] Mahendran, S.K., Santhosh Baboo, S. 2011. An Enhanced Tibia Fracture Detection Tool Using Image Processing and Classification Fusion Techniques in X-Ray Images. *Global Journal of Computer Science and Technology*. 11: 23-28
- [15] Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J., 2015. Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. In: *NIPS*.
- [16] Tsuruoka, Yoshimasa; Tsujii, J. 2003 Boosting Precision and Recall of Dictionary-Based Protein Name Recognition. In *Proc. Conference of Association for Computational Linguistics. Natural Language Processing in Biomedicine*.
- [17] Tychsen-Smith, L., Petersson, L. 2017 Improving Object Localization with Fitness NMS and Bounded IoU Loss
- [18] Zhang, Z., Coyle, J.L., Sejdić, E. 2018. Automatic Hyoid Bone Detection in Fluoroscopic Images Using Deep Learning. *Scientific Reports*. 8: 2-9

**SU KAYNAKLARININ ETKİN KULLANILMASINDA BİTKİ STRESS
İNDEKSLERİNİN KULLANIMI
USING PLANT STRESS INDEXES IN EFFICIENT USE OF WATER RESOURCES**

İhsan GÖLGÜL
Doç. Dr. Gülüzar Duygu SEMİZ
Akara Üniversitesi

ÖZET

Su ve su kaynaklarının sürdürülebilir ve etkin kullanımı günümüzün en büyük problemlerinden biridir. Küresel olarak sulanan tarımsal alanlar toplam ekili alanların %15'ine karşılık gelmesine rağmen dünya gıda ihtiyacının %30-40'ını karşılamaktadır. Sulanan alanlarda üretilen ürünlerin ekonomik değeri ve verimliliği sulanmayan alanlara kıyasla daha yüksektir. Ancak artan nüfus ile birlikte yalnız gıda ihtiyacı değil aynı zamanda, gelişen sanayi ve içme kullanma amaçlı ayrılması gereken su miktarı da artmaktadır. Dolayısıyla su kaynakları için tarım, sanayi ve kentsel kullanım arasında bir rekabet söz konusudur. Bu rekabette payı azalacak paydaşın tarım sektörü olacağı açıktır. Tarım sektöründe sürdürülebilir üretimi daha kısıtlı su kaynaklarıyla devam ettirebilmek için sulama suyunun etkin kullanımı son derece önemlidir. Bu amaçla sulama programlamasında teknolojinin etkin kullanımı hayati öneme sahiptir. Bitki su stresi düzeyi sulama programlaması için çok önemlidir. Son yıllarda özellikle teknolojiye meydana gelen gelişmeler sonucunda uzaktan algılama tekniklerinin tarımda kullanımı büyük artış göstermiştir. Uydu görüntüleri, termal kameralar ve infrared termometreler ile bitki sıcaklıkları ile hava sıcaklık farkından ve havanın buhar basıncı açığından faydalanılarak bitki su stres indeksinin (CWSI), spektral indeksler ve yaprak su içeriği indeksi (LWCI) sulama programlamasında kullanımını gibi stres indekslerinin kullanımını gösteren çalışmalara hız verilmiştir. Bu çalışmada sınırlı su kaynakları koşulunda sulama programlarının oluşturulması amacıyla kullanılan en ileri teknolojik teknikler, sorunlar ve çözüm önerileri tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: CWSI, Uzaktan Algılama, Bitki Su Stres İndeksi, İnfrared Termometre

ABSTRACT

Sustainable and effective use of water and water resources is one of the biggest problems of today. Although the irrigated areas globally correspond to 15% of the total cultivated areas, they meet 30-40% of the world food need. The economic value and efficiency of products produced in irrigated areas is higher compared to non-irrigated areas. However, with the increasing population, not only the need for food, but also the amount of water that needs to be reserved for developing industry and drinking use. Therefore, there is a competition for the use of water resources between agriculture, industry and urban water usage. It is clear that the stakeholder whose share will decrease in this competition will be the agricultural sector. Effective use of irrigation water is extremely important in order to maintain sustainable production in the agricultural sector with more limited water resources. For this purpose, effective use of technology in irrigation programming is vital. Plant water stress level is very important for irrigation programming. In recent years, especially as a result of the developments in technology, the use of remote sensing techniques in agriculture has increased significantly. Studies showing the use of plant water stress index (CWSI), spectral indexes and leaf water content index (LWCI) in irrigation programming, using satellite images, thermal cameras and infrared thermometers, accelerated the use of plant temperatures and air temperature difference and the vapor pressure deficit of the air. . In this study, the most advanced technological

techniques, problems and solution suggestions used to create irrigation programs under limited water resources will be discussed.

Keywords: CWSI, Remote sensing, plant stress index, infrared thermometer

1. GİRİŞ

Tarımsal sulama amacıyla kullanılan su kaynakları, iklim değişikliğiyle ilişkili uzun süreli kuraklıkların yanı sıra, kentsel ve endüstriyel su ihtiyaçlarından kaynaklanan artan rekabet nedeniyle su tedarikinde büyük bir belirsizlikle karşı karşıyadır(Dejonge,2015). Sulama, dünyadaki toplam tatlı suyun yaklaşık% 80'ini tüketen en büyük tatlı su tüketicisidir(Hoffman ve Evans 2007). Bu nedenle sulamada kullanılan su kaynaklarının etkin kullanımı için sulamaların belirli bir program ve bitki ihtiyacını karşılayacak düzeyde uygulanması gerekmektedir. Bitki su ihtiyacının belirlenmesi amacıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Bitkiye dayalı gözlemler olarak geliştirilen bitki stres indeksleri de bu yöntemlerden bir tanesidir.

Bitki su stresi ölçümleri son yıllarda teknolojideki gelişler ile uzaktan algılama sistemleri kullanılarak bitki sıcaklığı ve yansıma indekslerinin belirlenmesinde daha yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Uzaktan algılama yöntemlerinin geliştirilmesi ile yaprak kalınlığı, bitki örtüsü karakteristiği, yaprak yaşı ve su durumunun yapraklarda meydana gelen yansımaların daha nasıl değiştiğinin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır(Ahamed, 2009). Uzaktan algılama farklı yeryüzü şekillerinin bulunduğu alanlarda ET hesaplamasında en uygun yöntemlerdendir.

Uzaktan algılama yöntemlerinde bitkiye hiçbir zarar verilmeden, anlık veriler alınması ve yapılan ölçümler tekrarlanabildiklerinden dolayı bitkisel üretimde verimlilik, hastalık ve zararlı durum kontrolü ve hasat durumunun belirlenmesinde büyük avantajlar sağlamaktadırlar. Uzaktan algılama yöntemleri, el radyometreleri ile tarla düzeyinden veya farklı araçlar ile havadan veya uydu görüntüleri ile sağlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı su kaynaklarının etkin kullanımında bitki su stres indekslerinin kullanımında karşılaşılan zorluklar ve fırsatlara değinilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalara değinilmiştir.

2. İNFRARED TERMOMETRE İLE BİTKİ SU STRES İNDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ

İnfrared termometreler (TIR) 1970'lerden beri bitki su stresinin belirlenmesinde potansiyel bir araç olarak görülmektedir (Gerhards 2019).Termal kameralar ile ölçümlerin hızlı ve uzaktan algılama yoluyla yapılabilmesini mümkün kılmaktadır. Termal kameraları ilk kullanan kişilerden biri Tanner (1963) bitkide sudan kaynaklı meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde bitki sıcaklığının iyi bir indeks olabileceğini belirtmiştir.

Sulama programlamasında bitki sıcaklığı (Tc) ve hava sıcaklığı (Ta) dikkate alınarak birçok indeks geliştirilmiştir. Idso ve ark (1981) tarafından geliştirilen bitki su stres indeksi (CWSI) Tc-Ta ve havanın buhar basıncı açığının (VPD) doğrusal regresyonu ile elde edilen alt limit ve üst limite dayalıdır ve burada alt limit potansiyel düzeyde terlemenin olduğu, üst limit ise terlemenin gerçekleşmediği bitki koşullarından elde edilmektedir.

Ahmadi vd. (2017) bitki su stres indeksi ve yaprak su potansiyelinin patates bitkisinin sulama programlamasında kullanılabilme olanakları karşılaştırmak amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Araştırma kısıntılı sulama ve kısmi kök kuruluğu sulama yöntemleri

uygulanmıştır. Yapılan araştırma sonucunda farklı seviyelerde su tasarrufu sağlayan sulama yöntemlerine karşılık, bitki su stres indeksinin bitkinin nem durumu ve sulama programlamasında yaprak su potansiyelinden daha güvenli bir yöntem olduğu bildirilmiştir. Nielsen (1990) Bitki su stres indeksi ile yaprak su (YSP), stoma direnci, fotosentez ve terleme oranı arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. CWSI'nın soya fasulyesinin sulama programlamasında kullanıldığı bir çalışmada, CWSI değerlerinin 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 olduğu zamanlarda sulamalar gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel olarak 0.2 le 0.3 arsında önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. CWSI değeri 0.2 olduğunda yapılan sulamalar sonucu 2656 t/ha verim elde edilmiştir. Soya bitkisinde CWSI değerinin 0.3 olduğunda sulamaların yapılması önerilmiştir.

3. SPEKTRAL İNDEKSLER İLE BİTKİ SU STRES İNDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ

Bitki su içeriğinin uzaktan algılama teknikleri ile hesaplanması, bitki örtüsü fizyolojik durum tespiti, tarımsal sulama kararı ve kuraklık değerlendirmesi üzerinde önemli etkiler sağlayabilir (Mirzaie 2014). Spektral indeksler terleme ve fotosentez gibi bitki örtüsü tarafından emilen fotosentetik aktif radyasyona bağlı olan fizyolojik süreçlerle güçlü bir şekilde ilişkilidirler. Çünkü sağlıklı bitkiler mavi ve kırmızı ışığı absorbe edip yeşil ışığı yansıtmaktadırlar (Çamoğlu ve ark. 2010). Spektral bantlardan türetilen vejetasyon indeksleri (VI), ürün verimlerini tahmin etmek için uzun zamandır kullanılmaktadır. Jackson ark. (1980) 'e göre spektral yansımalarından türetilen spektral indeksler, yaprak alan indeksi, kuru madde, yeşil ağırlık, kuru ağırlık, örtü yüzdesi gibi bitki karakteristiklerinin, spektral veriler kullanılarak tahmin edilmesinde önemli araçlar olduklarını belirtmişlerdir.

Çamoğlu ve ark. (2010) da Çanakkale'de tatlı mısır üzerinde yürüttükleri çalışmada spektral indeksler kullanılarak bitki su stresini gözlemlenebileceğini bildirmişlerdir. Çalışmada normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (NDVI), su bantı indeksi (WBI), basit oran (SR), yapısal bağımsız pigment indeksi (SIPI), pigment spesifik basit oran indeksi (PSSR), ayarlanmış klorofil absorpsiyon yansıma indeksi (MCARI), Zarco ve Miller (ZM) indeksini kullanmışlardır. Çalışmada su stresinin derecesine bağlı olarak spektral indekslerin aldığı değerler belirgin biçimde farklılaştığını belirtmişlerdir.

Hatfield ve ark. (1985) tarafından yapılan çalışmada, tüm yetiştirme dönemi irdelendiğinde yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı (Red) bant oranı ile YAI' inin istatistiksel bakımdan önemli ilişkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kimura ve ark. (2004)' de NIR/Red, NIR/Green, NDVI, yeşil normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (GNDVI), modifiye edilmiş yansıma oranında klorofil absorpsiyonu indeksi (MCARI), dönüştürülmüş yansıma oranında klorofil absorpsiyonu indeksi (TCARI), toprak yansımalarını dikkate alan vejetasyon indeksi (SAVI), optimize edilmiş SAVI (OSAVI) ve modifiye edilmiş SAVI (MSAVI) ve YAI için vejetasyon indeksi (VILAI) gibi spektral vejetasyon indekslerinin YAI tahmin etmede oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Köksal ve ark. (2008) yürüttükleri çalışmada bitki su tüketimi (ETc), verim su kullanım etkinliği (WUE), tahmin edilmesinde vejetasyon indekslerinin kullanılabileceğini özellikle toprak yansımalarını dikkate alan (SAVI) indeksinin verim, ETc ve WUE tahmininde etkili bir indeks olduğunu belirtmişlerdir. Bowman (1989) yaptığı çalışmada NIR bölgede meydana gelen spektral yansıma oranlarına dayalı indekslerin, pamuğun bitki su içeriği ve dolayısı ile sulama zamanı planlamasında kullanım olanaklarını irdelenmiştir. Pamukta % 80-100 arasındaki YSI, 810 nm dalga boyunda gerçekleşen yansıma

oranı ile önemli istatistiksel ilişkilere sahipken, % 80-90 arasındaki YSI ile ilişkisi önemsizdir. Prabhakara et al. (2015) yaptığı çalışmada çeşitli vejetasyon indekslerinin 6 farklı kışlık buğday çeşidinde, biyomas ve bitki örtü yüzdesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. NDVI ile bitki örtü yüzdesi arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu ($R^2 = 0.93$) bildirmişlerdir. NDVI, SAVI ve GNDVI arasında diğer indekslere göre biyomas arasında daha güçlü korelasyonların olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ

Tarımsal sulamalarda, sulamaların belirli bir program dâhilinde verilmesi sürdürülebilir su kaynakları açısından önem arz etmektedir. Yalnız daha büyük tarım alanlarında geleneksel yöntemler olanaksızken uzaktan algılama sistemleri ile çok daha kolay ve uygulanması mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda uzaktan algılama sistemleri ile hasat zamanı, hastalık ve zararlı hasarı ve verim tahmini yapılabilir. Uzaktan algılama ile iki farklı yöntem ile sulama programlaması yapılabilir. İnfrarad termometreler ile bitki sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkından faydalanarak programlama bunlardan bir tanesidir. Spektral indisler su stresinin direkt olarak belirlenmesinde çok, bu stresin neden olduğu durumları (YAI, kuru madde vs.) belirlemede daha etkindirler.

KAYNAKÇA

- Ahamed, T., Tian, L., Zhang, Y., Ting, K. C. 2011. A review of remote sensing methods for biomass feedstock production. *Biomass and Bioenergy* 35 (2011) 2455-2469.
- Ahmadi, S.H., Agharezaee, M., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., (2017). Comparing Canopy Temperature and Leaf Water Potential as Irrigation Scheduling Criteria of Potato in Water-Saving Irrigation Strategies. *International Journal of Plant Production*, 11(2): 1735-6814.
- Alderfasi, A.A., Nielsen, D., (2001). Use of Water Stress Index for Monitoring Water Status and Scheduling Irrigation in Wheat. *Agricultural Water Management*, 47:69-75.
- Argyrokastritis, I.G., Papastylianou, P.T., Alexandris, S., (2015). Leaf Water Potential and Crop Water Stress Index Variation For Full and Deficit Irrigated Cotton in Mediterranean Conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4:463-470.
- Bowman, W.D. 1989. The relationship between leaf water status, gas exchange, and spectral reflectance in cotton leaves. *Remote Sens. Environ.* 30:249-255.
- Çamoğlu G, Aşık Ş ve Genç L. (2010). Mısır bitkisinin su stresine karşı spektral tepkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (1): 37-43.
- Dejonge, K.C., Taghvaeian, S., Trout, T. J., Comas, L.H. 2015. Comparison of canopy temperature-based water stress indices formaize. *Elsevier B.V.* 156 (2015) 51–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2015.03.023>
- Gençoğlan, C., Yazar, A., (1999). Çukurova Koşullarında Yetiştirilen I. Ürün Mısır Bitkisinde İnfrared Termometre Değerlerinden Yararlanılarak Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23:87-95.
- Gerhards, M., Schlerf, M., Mallick, K., Udelhoven, T. 2019. Challenges and Future Perspectives of Multi/Hyperspectral Thermal Infrared Remote Sensing for Crop Water-Stress Detection: A Review. *Remote Sensing*. 11(2019) 1240. doi:10.3390/rs11101240.

- Han, M., Zhang, H., Dejonge, K.C., Comas, L.H., Gleason, S., (2018). Comparison of Three Crop Water Stress Index Models With Sap Flow Measurements in Maize. *Agricultural Water Management*, 203:366-375.
- Hatfield J L, Kanemasu E T, Asrar G, Jackson R D, Pinter P J, Jr, Reginato R J. and Idso S B. (1985). Leaf area estimation from spectral measurements over various planting dates of wheat. *Int. J. Remote Sensing*, 6(1):167-175.
- Hoffman, G. J. and R. G. Evans. 2007. "Chapter 1: Introduction." In *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*, 2nd ed., 12–13. St. Joseph, MI: ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers).
- Idso S B, Jackson R D, Pinter P J, Reginato R J. and Hatfield J L. (1981). Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*, 24:45-55.
- Jackson R D, Pinter Jr, P.J, Reginato R J. and Idso S B. (1980). Hand - held radiometry. A set of notes developed for use at the workshop on hand-held radiometry. Phoenix, Ariz., February 25 –26, 1980.
- Köksal E S. (2008). Hyperspectral reflectance data processing through cluster and principal component analysis for estimating irrigation and yield related indicators. *Agricultural Water Management* 98:1317-1328.
- Kimura, R., Okada, S., Miura, H., Kamichika, M. 2004. Relationships among the leaf area index, moisture availability, and spectral reflectance in an upland rice field. *Agricultural Water Management*, 69:83-100.
- Mirzaie M, Darvishzadeh R, Shakiba A, Matkan AA, Atzberger C, Skidmore A. Comparative analysis of different uni- and multi-variate methods for estimation of vegetation water content using hyper-spectral measurements. *Int J Appl Earth Obs.* 2014;26:1–11.
- Nielsen, D.C., (1990). Scheduling irrigation for soybeans with the crop water stress index (CWSI). *Field Crops Research*, 23:103-116.
- O'shaughnessy, S.A., Evett, S.R., Colaizzi, P.D., Howell, T.A., (2012). A Crop Water Stress Index And Time Threshold For Automatic Irrigation Scheduling Of Grain Sorghum. *Agricultural Water Management*, 107:122-132.
- Prabhakara, K., Hively, W.D., McCarty, G., (2015). Evaluating The Relationship Between Biomass, Percent Groundcover and Remote Sensing Indices Across Six Winter Cover Fields in Maryland, United States. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 39:88-102.
- Tanner C B. (1963). Plant temperatures. *Agron J.* 55:210-211.
- Veysi, S., Naseri, A.A., Hamzeh, S., Bartholomeus, H., (2017). A Satellite Based Crop Water Stress Index For Irrigation Scheduling in Sugarcane Fields. *Agricultural Water Management*, 189:70-86.
- Wanjura, D.F., Upchurch, D.R., Mahan, J.R. 1992. Automated Irrigation Based on Threshold Canopy Temperature. *ASAE*, 35:145-152.

STARTUP ACCELERATOR AS AN INNOVATIONAL INVESTMENT TOOL

Olha BRATSIUK

Ph.D. Associate Professor Alla STEPANOVA²

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Abstract: The article highlights the theoretical aspects of a startup accelerator, discusses the procedure for selecting promising startup projects, and describes possible strategies for the startup accelerator.

Keywords: startup development, accelerator, business accelerators, business accelerators strategies.

Fostering startup development is an inevitable factor for innovation and economic growth. Today's startups are a major source of innovation, as they employ emerging technologies to invent products and reinvent business models. But mostly, entrance on a market by a new company with a new product have a great number of reasons to fail. The list of risks is so vast that due to statistic's research 99% of startups breakdown.

In the last decade, a variety of business accelerator programs have emerged as a new tool to support startups ecosystems and offer a wide range of opportunities for innovation in the market. The first accelerator "Y Combinator" was originally created in Boston and Silicon Valley in 2005 by Paul Graham, former entrepreneur transformed into angel investor. With a very similar profile, the second accelerator "Tech Stars" was formed in 2007 in Boulder by Brad Feld and David Cohen, with an aim to promote local development in their region while supporting startups in a more active "hands-on" manner. These two accelerators quickly became benchmarks to be followed, inspiring hundreds of similar programs worldwide. There are 57 business accelerators in the European countries, 738 startups graduate from the accelerators and 3,500-4,000 new jobs have been created by startups from the accelerator programs. [8]

There is a plenty of tools and mechanisms to support startups. They all differs from each other and have specific rules on interaction with startups` team. The terms "accelerator" and "incubator" are often assumed to represent the same concept. Due to our research needs it is very important to define key differences on these accelerating tools (table 1).

If talking about accelerating business model there are a great variety of schemes. Most of the original accelerators are privately owned and take an equity stake in the ventures participating in the programs. Moreover, some accelerator managers are also active angel investors who provide additional financing to some of the ventures, either directly or via a fund. Incubators, on the other hand, are mostly publicly owned, managed by managers, and generally do not have their own investment funds. This difference is theoretically interesting because the incentives of accelerator directors who are investors in the firms they are helping are more closely aligned with the ventures than are professional incubator managers.

	Incubators	Angel investors	Accelerators
Duration	1 to 5 years	Ongoing	3 months
Cohort	No	No	Yes
Business model	Rent; non-profit	Investment	Investment can also be non-profit
Selection	Non-competitive	Competitive, ongoing	Competitive, cyclical
Venture stage	Early or late	early	Early
Education	Ad hoc, human resources, legal	None	Seminars
Mentorship	Minimal, tactical	As needed, by investor	Intense, by self and others
Venture location	On site	Off site	On site

Table 1. **Key differences between incubators, investors and accelerators** [9]

Furthermore, some accelerator owners have extensive prior experience as entrepreneurs or angel investors, giving them the firsthand experience, they need to assist ventures with a myriad of tasks, from customer development to fundraising and hiring. It is telling that ventures in incubators are called tenants, while those affiliated with accelerators are called portfolio companies.

Consistent with the terminology, for-profit accelerators usually make equity investments in participating firms. Less frequently, accelerators are nonprofit organizations. Accelerators want growth that leads to a positive exit, while the best outcome for an incubator might be slower growth, which delays graduation and prolongs the venture's tenant status.

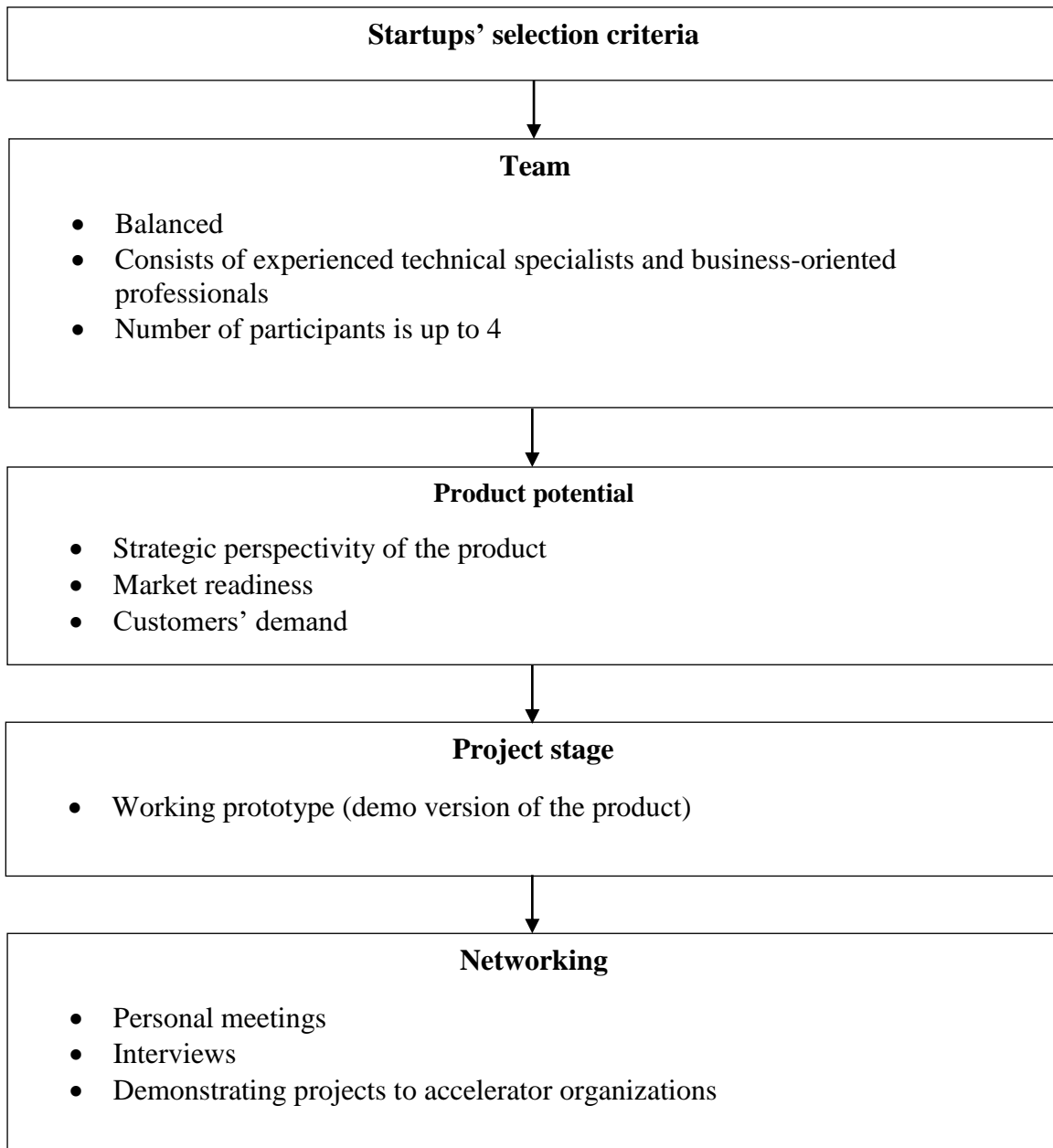
Selection another byproduct of accelerators' limited duration is that they accept ventures in batches, usually once or twice a year, while incubators accept and graduate new ventures on an ongoing basis. The batching selection process focuses the accelerator's marketing and outreach around key dates. Moreover, the open application process attracts ventures from a wide, even global, pool. Ventures frequently relocate so they can participate in top programs.

Accelerators' main strong point is that in the fact this tool is aimed not about creating new business projects but to develop existing ones either projects or strong, long-ranged business ideas. Accelerator stimulates small and medium-sized enterprises to quality growth and achievement of target development growth. In general, they help ventures to define and build their initial products, identify promising customer segments and secure resources, including capital and employees.

The novelty and impact of accelerating programs in entrepreneurial ecosystems have led not only to an increase in the total amount of early-stage investments, particularly in the US and Europe, but also to an increase in interest by policy makers to promote regional development through new ventures creation. They also offer a plethora of networking opportunities, with both peer ventures and mentors, who might

be successful entrepreneurs, program graduates, venture capitalists, angel investors, or even corporate executives.

The first step for any startup to get into accelerating program is to pass competitive selection. The most well-known accelerators are notoriously difficult to get into. After an application, only 1% to 3% of startups typically get accepted. During this process startup founders get to interact with the operator a lot more and find out more about them and the details. [5]



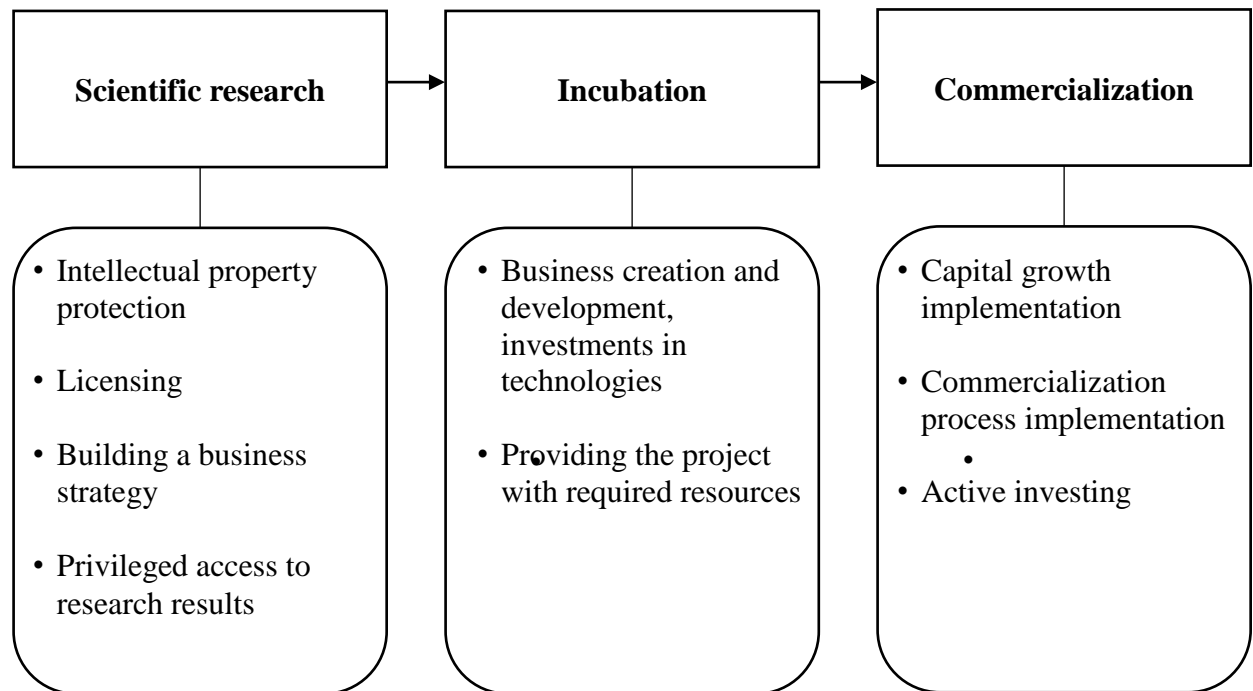
Picture 1. **The model of startups' selection criteria**

Different accelerators have specific approaches to make a choice of startups for support and are also highly selective when choosing startups. The selection process defines the methods of scouting and selecting startups. The targeted startups can typically range from ventures with only a business plan and

no prototype or traction in the market, through to startups that have a validated business model and have managed to build a product with initial traction. [4]

Scouting takes place via multiple channels, including professional network and social media channels where a call for proposals is launched. The selection procedure can be rigorous with multiple interactions such as interviews, pitch events and Q&A sessions, or it can be a simpler two-step pitch and choose model. It can be focused around specific verticals or it can be open to any topic, allowing admittance startups in batches or on a continuous basis. Teams are usually preferred over single founders and are selected based on criteria such as the experience of the lead founders, their ability to adapt, quality and scalability of the idea as well as technical specifications of the product. The teams can also emanate from within the corporation, who are run by company employees known as “intrapreneurs”. [4]

Mostly business accelerators provide their support at the seed or start stage of development of an innovative project. Such support is short-term and lasts approximately 3 months. Projects must path through competitive selection in conditions of high competition. At the same time, the selection process in most business accelerators is open.



Picture 2. **An example of basic acceleration model** (adapted by author [2])

It is most advisable to turn to a business accelerator for support with projects that do not require significant capital expenditures. Business accelerators do not support projects related to fundamental developments requiring significant capital expenditures, time resources, can't be commercialized and not having a clear potential market for products.

Often a startup team leaves the accelerator, completely changing the vision of the business model and marketing strategy. Due to acceleration intensive programs chances to be successful on the market increase several times. Moreover, to provide startups graduated from accelerating programs with strong

base to enter the market accelerators organize demo-days. This is one of the key success factors of accelerating programs. Demo Day is a great opportunity for each startup to showcase the achievements made throughout the intense months of the accelerator program. Demo Days are the best forcing function known to attract funding and investments from the companies.

There are different strategies of business accelerators strategies and approaches to work. We divide them into traditional and virtual. Traditional business accelerators work both in person, involving the personal physical presence of economic entities in a place (mainly in the office of the business accelerator), and through the Internet. Virtual business accelerators provide all their services via the Internet. So, in the second case participants are independent from location. That is a great plus and opens a lot of opportunities for young entrepreneurs.

One of the most important aspects of the acceleration program is providing startups with financial resources. A venture project can be funded by a business accelerator in one or more rounds.

The second option is preferable and is used more often, since it allows to control the use of the funds provided and, if necessary, adjust plans. Some business accelerators are increasing their share in the project capital as financial resources are provided. For example, in the first round of financing, a 10% stake in the authorized capital of a venture company is acquired, and in the second round, this share rises to 20%.

While the offer may seem like a small piece of the company to give up now, that may be quite a substantial amount later, and will impact what's left for future fundraising rounds. [3]

A natural future direction for accelerator research would involve exploring the implications of different startup selection processes and criteria as well as the aggregate characteristics of the startup application pool on the performance of both startups and accelerators. This approach would require the collection of performance data at the accelerator level, such as the accelerated startups' returns on investment. For example, given the importance of the quantity and quality of the startups for the future success of an accelerator, it will be interesting to investigate the effects of the size and heterogeneity of the pool of applicant startups on the later performances of accelerators. In general, the accelerator phenomenon represents an interesting avenue for further research and understanding to aid startups in overcoming their challenges during the infancy period of the entrepreneurship process. [3]

Accelerators are not a hype; they are a first step to a new way of doing business, considering new technologies, the democratization of these technologies and the speed with which these technologies can be implemented. Accelerators look beyond the core business and thus establish a new growth strategy of business building.

Sources:

1. A look inside accelerators: building business. Cohen, S. How to Accelerate Learning: Entrepreneurial Ventures Participating in Accelerator Programs. [Electronic source] // The University of North Carolina. – 2103. – Retrieved from:

<http://search.proquest.com.libproxy.lib.unc.edu/pqdtft/docview/1399591307/5E83BBCCA42B4F77PQ/1?accountid=14244>

2. Alejandro Cremades How Startup Accelerators Work [Electronic source] / Alejandro Cremades – Retrieved from: <https://www.forbes.com/sites/alejandrocremades/2019/01/10/how-startup-accelerators-work/#75f07db244cd>.

3. Bangqi Yin, Jianxi Luo How Do Accelerators Select Startups? Shifting Decision Criteria Across Stages [Electronic source] // Massachusetts Institute of Technology & Singapore University of Technology & Design. – 2017. – Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/322998670_How_Do_Accelerators_Select_Startups_Shifting_Decision_Criteria_Across_Stages.

4. Corporate Accelerator [Electronic source] // Deloitte. – 2015. – Retrieved from: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology/Corporate_Accelerator_EN.pdf.

5. Phillip Phan, Sarfraz Mian, Wadid Lamine Technology entrepreneurship and business incubation: theory, practice, lessons learned [Electronic source] / Phillip Phan, Sarfraz Mian, Wadid Lamine // New Jersey: Imperial College Press. – 2016. – Retrieved from: <https://lccn.loc.gov/2016013817>.

6. Sources of funding startup projects. [Electronic source] – Retrieved from: <https://bizua.org/266/dzherela-finansuvannya-startapiv>.

7. Startup Ranking. Countries Ranking [Electronic source] – Retrieved from: <http://www.startupranking.com/countries>.

8. Susan Cohen What Do Accelerators Do? Insights from Incubators and Angels [Electronic source] / Susan Cohen // Innovations: Technology, Governance, Globalization. – 2013. – Retrieved from: https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/INOV_a_00184.

9. Susan Cohen, Yael Hochberg Accelerating Startups: The Seed Accelerator Phenomenon [Electronic source]. – 2014. – Retrieved from: http://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract_id=2418000.

10. Ukrainian Venture Capital and Private Equity Overview 2015 [Electronic source] – Retrieved from: <https://docsend.com/view/fzv7iwd>.

**HİDRO-TERMAL İŞLEM UYGULANMIŞ AYÇİÇEĞİ SAPI İÇEREN YONGA
LEVHALARIN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ**
SURFACE ROUGHNESS OF PARTICLEBOARD CONTAINING HYDRO-THERMALLY
TREATED SUNFLOWER STALKS

Burak GÜNAYDIN
Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI
Düzce Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmanın amacı hidro-termal işlem uygulanmış ve uygulanmamış ayçiçeği sapı içeren yonga levhaların yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesidir. Türkiye’de yaklaşık 3 milyon tonu ayçiçeği sapı olmak üzere 61 milyon ton yıllık bitki sapı ortaya çıkmaktadır. Yıllık bitkilerin yonga levha ve MDF gibi ahşap esaslı kompozit üretiminde kullanımı konusunda çok sayıda ulusal ve uluslararası çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada deneme materyali olarak ayçiçeği sapsapları ile yonga levha fabrikasından temin edilen endüstriyel odun yongaları kullanılmıştır. Ayçiçeği sapsapları yongalanmış ve elenerek ayrılmıştır. 3-1,5 mm ve 1,5-0,8 mm elekler arasında kalan yongalar sırasıyla orta ve yüzey tabakalarında kullanılmıştır. Ayçiçeği sapı yongalarına 180 ve 200 °C’de 10 ve 20 dakika süre ile hidro-termal işlem uygulanmıştır. Hidro-termal işlem uygulanmış ve uygulanmamış ayçiçeği sapı yongaları hem üst tabakalara hem de orta tabakaya % 10, % 20, %30 ve % 40 oranında odun yongası ile karıştırılarak levhalar üretilmiştir. Çalışma kapsamında kontrol levhası olarak % 100 odun yongası içeren levhalar üretilmiştir. Yüzey pürüzlülük değerinin belirlenmesinde ortalama pürüzlülük değeri ve maksimum pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar, ayçiçeği sapı içeren tüm levhaların yüzey pürüzlülüğü değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Hidro-termal işlem uygulanmamış ayçiçeği sapı içeren levhalarda ayçiçeği sapı oranının artması ile yüzey pürüzlülüğünün iyileştiği, buna karşın hidro-termal işlem uygulanmış gruplarda uygulanmamış gruplara göre daha yüksek pürüzlülük değerleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yıllık bitki, Yonga levha, Hidro-termal işlem, Ayçiçeği, Yüzey pürüzlülüğü.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the surface roughness of particleboards produced from hydro-thermally treated and non-treated sunflower stalks. In Turkey, approx. 3 million ton sunflower stalk, totally 61 million ton, annual plants are produced. There are a plenty of national and international study on the utilization of annual plants in the production of wood-based panels such as particleboard and fiberboard. In this study, industrial wood particles and sunflower stalks were used as a experimental materials. The sunflower stalks were coarsely chipped and then the particles were classified using a horizontal screen shaker. The particles that remained between 3-1.5mm sieves and between 1.5-0.8 mm sieves were used in the core and middle sections, respectively. The particles of sunflower stalk were subjected to hydro-thermal treatment at temperatures of 180 °C and 200 °C for 10 and 20 minutes in a steam explosion machine. Hydro-thermally treated and non-treated sunflower stalk particles were added at 10%, 20%, 30%, and 40% to the core and surface layers particles. The particleboard containing 100% wood particles were also produced as a control panel. The roughness measurements, average roughness (Ra) and maximum roughness (Rmax), were performed using a fine stylus tracing technique. The results showed that the surface roughness of all particleboards containing non-treated and hydro-thermally treated sunflower stalks were lower compared to control group. The results also indicated that increase in sunflower stalk percentage of the particleboards containing non-treated wheat stalk particles improved the urface roughness parameters. However, the particleboards containing

hydro-thermally treated sunflower stalks had higher roughness values compared to particleboards containing non-treated sunflower stalks.

Keywords: Annual plant, particle board, hydro-thermal treatment, surface

1. GİRİŞ

Kompozit malzeme bileşenlerinin tek tek kullanımına göre daha üstün özellikler veren iki veya daha fazla malzemenin birleşimi olarak tanımlanabilir. Kompozit malzemeler bileşimini oluşturan her bir malzemenin ayrı ayrı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini korumaktadır. (Campbell, 2010: 1-18). Kompozit malzemelerin iç ve dış mekânlar için geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Bu maddelerin özellikleri; levha yoğunluğu ve kullanılan birleştirici cinsi ve miktarı parametrelerindeki değişiklikler ile su, yangın ve çeşitli çevresel etkilere karşı dayanımı arttırmak için kullanılacak maddelerle de artırılabilir (Moloney, 1996: 19-26). Ülkemizde yıllık bitkiler, tarlada bırakılarak ya da hayvan yemi olarak faydalanılmaktadır. Yapılan birçok çalışmada, yıllık bitkilerin kompozit malzeme olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir. Yıllık bitkilerden faydalanılması hem çevresel hem de ekonomik bakımdan fayda sağlayacaktır. Teknolojinin günden güne ilerlemesi, lignoselülozik kompozitlere olan talebin artması ve orman kaynaklarının azalması nedeniyle birçok araştırmacı lignoselülozik kompozit üretilmesinde oduna alternatif hammadde kaynaklarının üzerinde çalışmalara yoğunlaşmıştır. Son yirmi yıl içerisinde yapılan çalışmalar hem laboratuvar ortamında hem de ticari olarak hız kazanmıştır. Yapılan çalışmalar günden güne artmaktadır. Tarımsal esaslı lif ve yongalar biyo-kompozit üretilmesinde hammadde olarak oduna önemli alternatif olarak düşünülmektedir (Arslan ve ark., 2007). Yonga levha üretilmesinde kullanılan hammaddelerin başında odun bulunmaktadır. Bu amaçla, keten, pamuk sapları, kenevir, bambu, şeker kamışı, yer fıstığı kabuğu, saz, saman, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi bitkisel madde ya da atıklardan yonga levha üretiminin mümkün olduğu belirtilmektedir. Fakat yeterli miktarda olması, toplama, depolama, taşıma ve hazırlanmalarının kolay, ucuz ve malzemenin mantarlar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gereklidir. Yıllık bitkilerin kullanılmasında en büyük mesele malzemenin homojen olmamasıdır (Özen, 1980). Tarımsal atıkların odun esaslı kompozit üretiminde kullanılarak ağaç malzemeye alternatif hammadde oluşturması sonucu üretilen levhaların yüzey pürüzlülüğü/kaballığının tespit edilmesi ve kontrol levhası ile karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla çalışmamızda kullandığımız yıllık bitki olan ayçiçeği sapına farklı sıcaklık ve sürelerde hidro-termal işlem uygulanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada tarımsal atık olarak ayçiçeği sapı ve odun yongası olarak kayın, çam türü yongaları kullanılmıştır. Tutkal tercihi olarak levha endüstrisinde çokça kullanılan Üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır ve sertleştirici olarak Amonyum klorür tercih edilmiştir. Ayçiçeği sapları yongalanmış ve elenerek ayrılmıştır. 3-1,5 mm ve 1,5-0,8 mm elekler arasında kalan yongalar sırasıyla orta ve yüzey tabakalarında kullanılmıştır. Ayçiçeği sapı yongalarına 180 ve 200 °C’de 10 ve 20 dakika süre ile hidro-termal işlem uygulanmıştır. Çalışma planı Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma planı

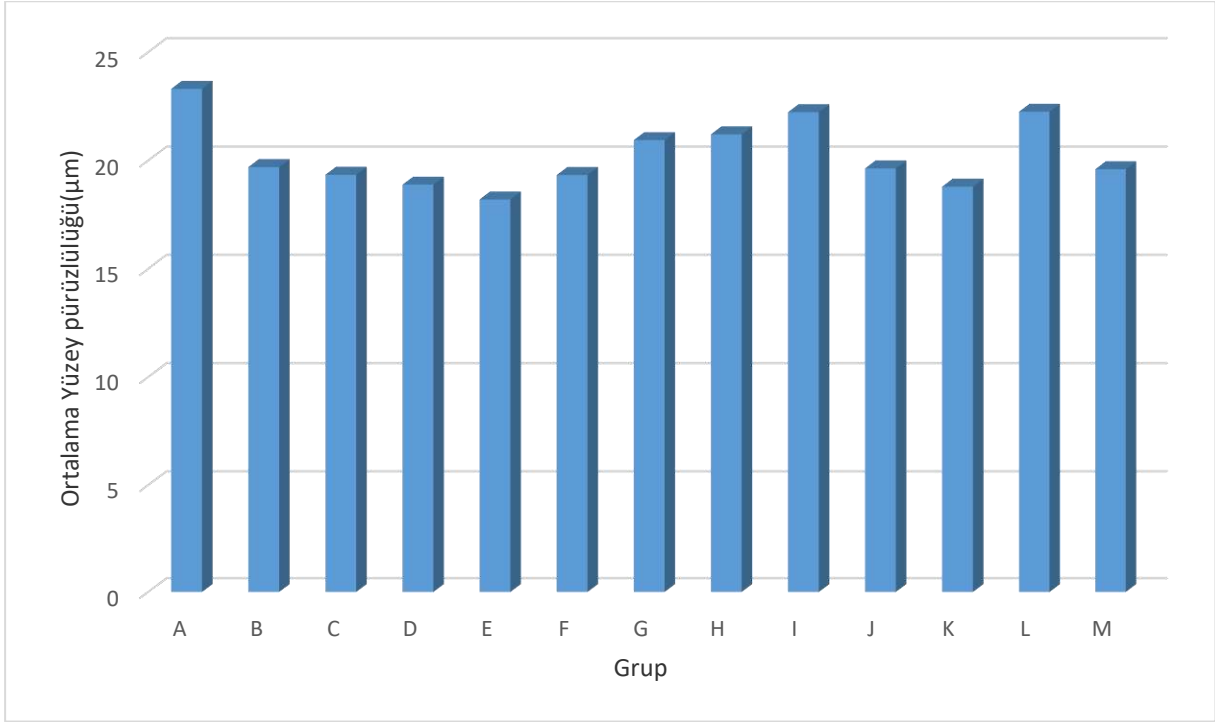
Levha Türü	Termal İşlem Metodu	Uygulanacak Termal İşlem		Yıllık Bitki Oranı (%)	Odun Yongası Oranı (%)
		Sıcaklık	Süre		
		(°C)	(dak)		
A	-	-	-	0	100
B	İşlem görmemiş (NT)	-	-	10	90
C				20	80
D				30	70
E				40	60
F*				20	80
G	İşlem görmüş (HT)	180	20	10	90
H				20	80
I				30	70
J				40	60
K		200	20	20	80
L		180	10	20	80
M*	HT	180	20	20	80

Tutkal yongalar üzerine hava tabancasıyla püskürtülmüş ve yongalar elle düzenli bir biçimde karıştırılarak homojen bir tutkallama ile 3 katmanlı levha taslağı oluşturulmuştur. Levha taslakları önceden 160°C ye getirilmiş olan tek katlı hidrolik sıcak pres makinasına yerleştirilmiş ve 10 dakika süre ile 100 barda preslenmiştir. Üretilen levhalardan 50*50 mm boyutlarında 18 mm kalınlığında her bir gruptan 20 adet olmak üzere test örnekleri hazırlanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde iğne taramalı Mitutoyo SJ-301 yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı kullanılmıştır. Pürüzlülük değerleri 0.5 µm duyarlılıkta belirlenmiştir. Ölçümlerde tarama uzunluğu 12,5 mm olarak alınmıştır. Yüzey pürüzlülük değerinin belirlenmesinde ortalama pürüzlülük değeri (Ra) ve maksimum pürüzlülük değerleri (Rz) ölçülmüştür.

3.BULGULAR ve TARTIŞMA

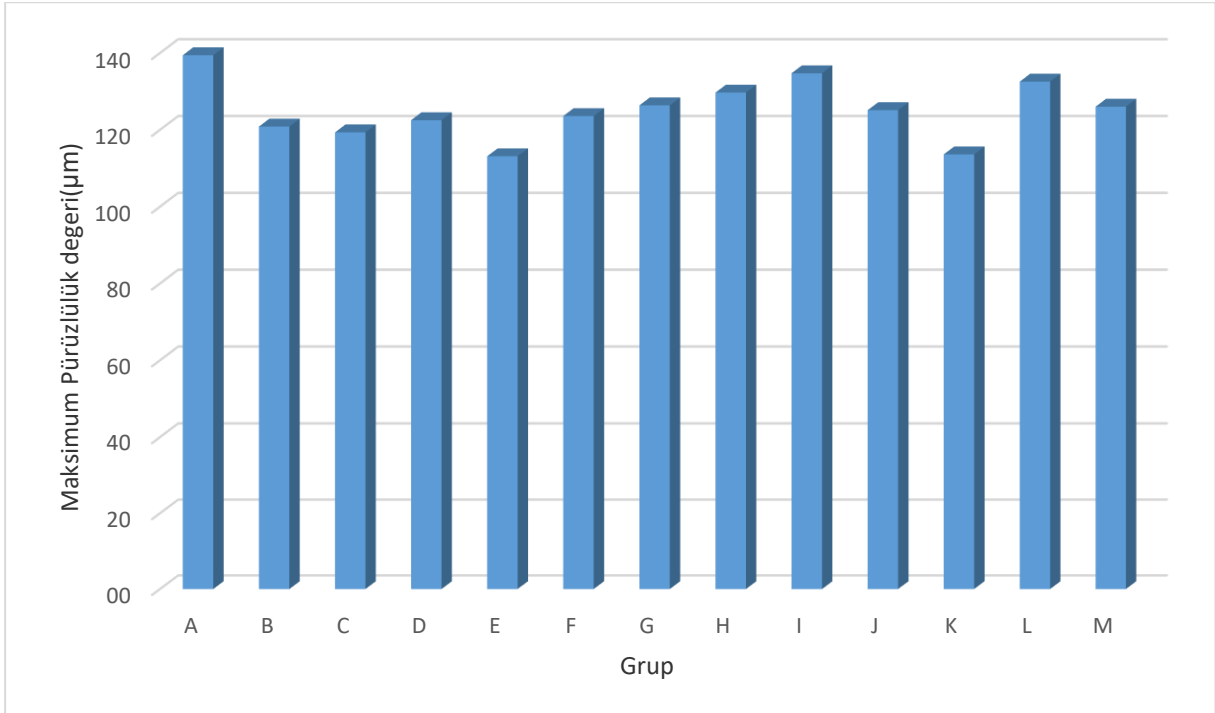
3.1.Yüzey Pürüzlülüğü

Üretilen levhaların ortalama yüzey pürüzlülük değerlerine (Ra) ait grafik Şekil 1’de verilmiştir



Şekil 1. Levhaların yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

Farklı oranlarda hidro-termal işlem uygulanmış ve uygulanmamış ayçiçeği sapı kullanılarak üretilen kompozitler, kontrol levhasına göre daha düşük sonuçlar vermiştir. Hidro-termal işlemin uygulanmadığı grupların uygulanan gruplara göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Aynı zamanda hidro-termal işlem uygulanmamış gruplarda ayçiçeği sapı oranı arttıkça Ra değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Üretilen levhaların maksimum yüzey pürüzlülük değerlerine (Rz) ait grafik Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Levhaların Maksimum Pürüzlülük değerleri

Ölçülen Rz değerleri sonucunda en yüksek değer kontrol grubunda (A grubu) olduğu, ayçiçeği sapı kullanılan grupların daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Hidro termal

işlem uygulanmamış olarak üretilen levhaların, işlem uygulanmış gruplara göre maksimum pürüzlülük değerlerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak bakıldığında hidro termal işlem uygulanmış ve uygulanmamış ayçiçeği sapı yongası içeren tüm gruplarda kontrol grubuna göre yüzey pürüzlülüğü değerlerinin iyileştiği, aynı miktarlarda hidro-termal işlem uygulanmış ve uygulanmamış ayçiçeği sapı yongası içeren gruplarda uygulanan hidro-termal işlemin etkisi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü ve maksimum pürüzlülük değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak boya, lamine gibi üst yüzey işlemlerinin uygulanmasında ayçiçeği sapı yongaları içeren kompozit levhaların %100 odun yongası içeren levhalara göre daha tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Arslan, M. B., Karakuş, B. & Güntekin, E. (2007)* Tarımsal atıklardan lif ve yonga levha üretimi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 9(12), 54-62.
- CAMPBELL, F.C., (2010)*. Structural composite materials. ASM international
- MALONEY, T. M., (1996)*. The family of wood composite materials. Forest Products Journal, 46(2), 19-26
- Özen, R., (1980)*. Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

**YÜZEYİ GELİŞTİRİLMİŞ 30CRMOV9 ÇELİĞİNİN YAPISAL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**
THE INVESTIGATION OF STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF
SURFACE MODIFIED 30CRMOV9 STEEL.

Buse ZARALIOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÇEVİK
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

ÖZET

Çelik malzemelerde aranan özellikler, çeliğin kullanılacağı yere göre farklılık gösterir. Bazı uygulamalarda kullanılan çelik malzemelerin yüzeylerinin sert, merkez veya iç bölgelerinin nispeten daha yumuşak olması; hem aşınma dirençlerinin, hem de darbe dayanımlarının yüksek olmasının istenmesinden dolayıdır. Yapısında %0,20 karbon bulunduran düşük karbonlu çelikler ve yapısında %0,20 - %0,60 arasında karbon içeren orta karbonlu çeliklerde bu durumu sağlamak ve iyileştirme sağlayabilmek için parçalara yüzey sertleştirme işlemi uygulanır. Sertleştirme işleminin amacı, parçanın yorulma ömrünü artırmak ve bunun yanı sıra korozyon direncini iyileştirmek, ayrıca dayanımı artırmaktır. Yorulma yüzeyden başlayan bir mekanik olgu olduğu için yüksek yüzey kalitesi yorulmayı ve buna bağlı olarak kırılmayı önleyecektir. Yüzeyine nitrokarbürizasyon işlemi yapılmış metal aksamlar aşınma, yorulma, korozyon ortamlar karşısında mekanik ve kimyasal etkilere karşı çok daha dirençli hale gelir.

Bu çalışmada, içeriğinde bulunan karbon miktarından dolayı sertleştirilmeye uygun ve işlem sonunda tokluk özelliğini belirli yükler altında gösterebilen alaşımlı çelik olan 30CrMoV9 75x25x3 mm boyutlarında standart plakalar şeklinde kullanılmıştır. Plakalar yüzey hazırlık (kumlama ve polisaj) işlemine tabii tutulmuştur. Plakaların üzerinde bulunan istenmeyen maddelerden arındırılması için yağ alma banyosuna ve ardından durulama banyosuna daldırılmıştır. Nitrokarbürizasyon işleminde ısı farkından dolayı çatlamaya, gerilmeye neden olmaması için ön ısıtma banyosuna daldırılmıştır. Bu işlemlerin devamında nitrokarbürizasyon ve oksidasyon işlemlerine tabii tutulan plakalar şoklama kazanı, sıcak durulama banyosu, kurutma, kumlama ve koruyucu yağlama banyosu aşamalarından geçerek yüzey sertleştirilmesi sağlanmıştır. Numune plakalar karbon verici ortam olan nitrokarbürizasyon banyosunda 570°C sıcaklıkta 75 dakika işleme tabii tutulmuştur. Hem orijinal numuneler hem de nitrokarbürizasyon işlemi uygulanmış plakalar; sertlikleri, nitrokarbürizasyon sonucu kaplama kalınlıkları, mikroyapı, kimyasal kompozisyon, elemental haritalama ve SEM analizleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde yüzey kalitesi artırılmış yüksek yüzey sertliğine sahip düşük karbonlu çelikler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nitrokarbürizasyon, çelik, sertleştirme, mekanik özellikler, malzeme özellikleri, dayanım.

ABSTRACT

The properties required in steel materials change depending on where the steel is to be used. The surfaces of steel materials used in some applications should be hard, the center or inner areas should be relatively soft because it is desirable to have both high abrasion resistance and impact resistance. In the case of low carbon steels containing 0.20% carbon and medium carbon steels containing 0.20% - 0.60% carbon, the surface hardening process is applied to the parts in order to achieve this improvement and provide enhancement. The purpose of the hardening process is to increase the fatigue life of the part as well as to improve the corrosion resistance and increase its strength. Since fatigue is a mechanical phenomenon starting from the surface, high surface quality will prevent fatigue and consequently fracture.

Nitrocarburized metal parts become more resistant to mechanical and chemical effects against abrasion, fatigue and corrosive environments.

In the present study, 30CrMoV9, an alloy steel which is suitable for hardening due to the carbon content and which can show its toughness property under certain loads, and standard plates with dimensions of 75x25x3 mm were used. Plates were subjected to surface preparation (sandblasting and polishing). The plates were immersed in the degreasing bath and then in the rinsing bath to remove any unwanted substances. It was immersed in the preheating bath in order to avoid cracking and stretching due to the difference in temperature during the nitrocarburization process. Subsequent to these processes, the plates subjected to nitrocarburization and oxidation processes passed through the stages of shock boiler, hot rinse bath, drying, sandblasting and protective lubrication bath, and surface hardening was achieved. The sample plates were treated for 75 minutes at 570 ° C in a carbon sending medium nitrocarburizing bath. The hardness of the original samples as well as the nitrocarburization plates and the coating thicknesses were measured and the microstructure, chemical composition and elemental mapping were characterized by SEM analysis. As a result of the data obtained, low carbon steels having high surface hardness with improved surface quality were obtained.

Keywords: Nitrocarburization, steel, hardening, mechanical properties, material properties, strength.

1. GİRİŞ

Eskiden mühendislikte kullanılan malzemeler genellikle metal ağırlıklıydı. Bugün ise kompozit malzemelerin gelişmesi ile birlikte daha hafif, daha dayanıklı ve ekonomik tasarımlar yapma imkanı ortaya çıkmış oldu. Fakat mühendislik tasarımlarında çelik dışı kullanılan kompozit, cam vb. malzemelerin kullanım oranı sadece %7 oranındadır. Malzeme özellikleri nedeniyle çelik, muhtemelen dünyadaki en önemli mühendislik ve inşaat malzemesidir.

1.1 ÇELİĞİN ÖZELLİKLERİ

Günümüzde, en çok kullanılan bir metal olan çeliği, tam olarak tanımlamak oldukça güçtür. Çünkü değişik amaçlara hizmet için oldukça fazla miktarlara varan çeşitliliği içerisinde ortak bir paydada birleşip kesin bir tanımlama yapma güçtür. Ancak genel ve alışım olarak yapısını oluşturan iki ana madde söz konusu edilerek bir tanımlamaya gitmek mümkündür. Bu iki temel maddeden biri demir, diğeri ise karbondur. Bu iki maddeyi birbirinden ayırmak çelik tanımlaması için olanaksızdır. (Kesti, 2009)

Çeliğin en önemli özellikleri mükemmel şekillendirilebilirlik, dayanıklılık, yüksek gerilme, yüksek termal iletkenlik ve yüksek akma dayanımına sahip olmalarıdır. Bu önemli özelliklerin yanı sıra paslanmaz çeliklerin en karakteristik özelliği ise korozyona karşı direncidir.

Çelik, demir elementi ile çoğunlukla % 0.2 ile % 2.1 oranlarında değişen karbon miktarının bileşiminden meydana gelen bir alaşım olarak tanımlanır. Her ne kadar Rönesans'tan uzun süre önceleri çelik, çeşitli etkisiz metotlarla üretilmişse de, 17. yüzyılda icat edilen daha etkili üretim metotlarından sonra kullanımı yaygın bir hâl almıştır. 19. yüzyılın ortalarında Bessemer Değiştirgeci'nin icadıyla çelik pahalı olmayan seri üretim materyali olmaya başlamıştır. İlerleme sürecinde ilave edilen temel oksijen ile çelik yapımı gibi mükemmelleştirmeler üretimin maliyetini düşürürken, metalin kalitesini arttırmıştır. (Ersöz ve Erkmen, 2016)

1.2 ÇELİKLERDE BULUNAN ELEMENTLERİN ÇELİĞE ETKİSİ

Çelik içerisinde bulunan alaşımlar çeliğin mekanik özelliklerini iyileştirir ve çeliklerin sertliği, akma mukavemeti, çekme mukavemeti, şekillenebilirliği, dayanımı, korozyona karşı gösterdiği direnci, sünekliği ve tokluğu gibi özellikleri hakkında bilgi verir.

Karbon, çeliğin yapısal ve mekanik özelliklerini en fazla etkileyen alaşım elementidir. Karbon oranının artışı çeliğin sertlik ve mukavemetini artırmakla birlikte sünekliği azaltmaktadır. Kükürt, çeliğin darbe dayanımını azaltır ve kaynak edilme özelliğini olumsuz etkiler. Çeliğin içerisinde bulunan manganın en önemli yararı kükürdün olumsuz etkisini önlemesidir. Ayrıca manga iyi bir oksijen alıcı olduğundan çelik dökümlerin kalitesini iyileştirir. Fosfor, çeliğin mukavemet ve sertliğini bir miktar artırır. Ancak çeliğin içerisinde yüksek oranda fosforun bulunması sünekliği azalttığından şekillendirme sırasında çeliğin kırılmasına veya çatlamasına neden olur (Yüksel, 2005).

1.3 ÇELİKLERDE YÜZEY SERTLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Uygulanan yüzey sertleştirme işlemlerinin genel amacı malzemenin yüzey sertliğini artırarak iç kısımlarını yumuşak kalması ile darbe dayanımını artırmak, aşınma direncini ve yorulma direncini artırmaktır.

1.3.1 SEMENTASYON

Sementasyon işlemi düşük karbonlu çeliklerden üretilmiş parçalara uygulanmaktadır. Sementasyon diğer bir adıyla karbonlama olarak bilinen bu işlem genellikle %0,2'den daha az karbon içeren çeliklere uygulanmaktadır. %0,2 ve altında karbon içeren çelikler sertleştirilemezler bu nedenle öncelikle karbon oranının artırılması amaçlanır ardından yüzey uygun ortamda sertleştirilir (Güner, 2019).

Sementasyon işleminde, parça yüzeyine karbon emdirilerek karbon oranının artırılması sağlanmaktadır. Karbonun emdirilebilmesi için Ac3 sıcaklık çizgisinin üzerindeki sıcaklıklara ısıtılarak (850 ° C -980° C) östenit kafes içerisinde karbonun çözünmesi sağlanır. Yüzeydeki karbon oranı artırılırken dikkat edilmesi gereken nokta ise, sürekli sementit ağının oluşmasını engellemektir. Bunun içinde yüzeye emdirilen karbon oranı %0,8'in altında tutulmaktadır (Güner, 2019).

1.3.2 ALEVLE YÜZEY SERTLEŞTİRME

İçerisinde karbon oranı % 0,35-0,70 arasında bulunan krom-nikelli, krommolibden katkı elemanlı ve sade karbonlu çeliklere uygulanmaktadır. Sertleştirilecek yüzey, alev yardımı ile kısa zamanda su verme sıcaklığına kadar ısıtılmaktadır. Isıtılan yüzeye su püskürtülerek soğutma işlemi yapılmakta, yapılan bu işlemle yüzeyde 1-3 mm kalınlıktaki bir kısım sertleştirilmektedir. Alevle yapılan yüzey sertleştirme işlemi fırına sığmayacak kadar büyük parçalara uygulanmaktadır (Karagöz, 2008).

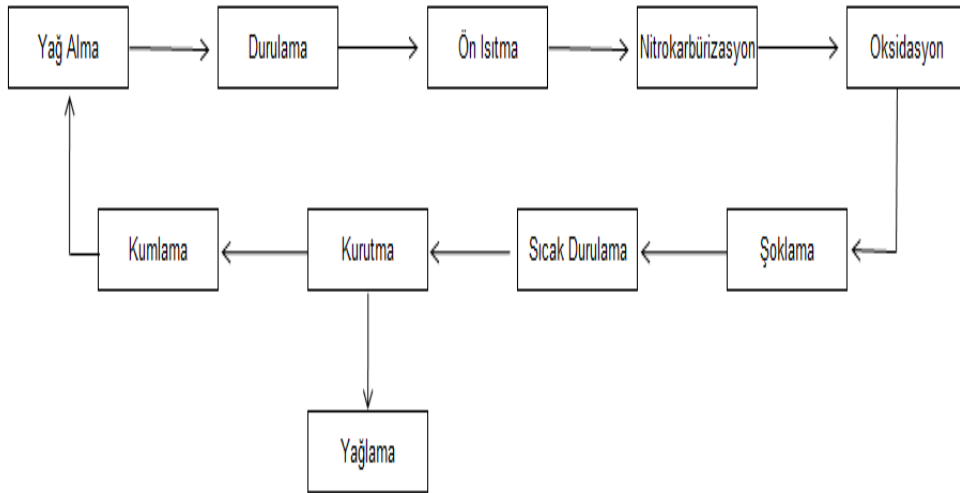
1.3.3 NİTRÜRLEME

Nitrasyon bir yüzey sertleştirme metodudur. Bu metot, genellikle katı çelik olan krom-alüminyum, krom-molibden-vanadyumlu düşük alaşımlı çeliklere uygulanır. Bu yöntemde çelik, sıcaklığı 500-550°C olan fırında amonyak gazı ortamında bekletildiğinde veya aynı sıcaklıklarda azot veren tuz banyosu içine konulduğunda çeliğin yüzeyinde ince ve çok sert bir tabaka oluşur. Amonyak gazı yüksek sıcaklıklarda azot ve hidrojene ayrılır. Ayrılan bu gazlardan azot çeliğe difüzyon yolu ile girer ve yüzeyde çok sert bir yapıda nitrür tabakası oluşturur. Çelik parçanın dış yüzeyi ince ve çok sert bir yapı alırken malzemenin esas (iç) yapısı yumuşak kalır. Nitrürasyon işleminin en büyük avantajı işlem sonrasında parçanın tekrar tavlanylması gerek yoktur. Çünkü işlem sonrası elde edilen sertlik değeri yeterlidir. Bu yöntemle elde edilen sertlik değerini başka bir yöntemle elde etmek mümkün değildir. Nitrürasyon yönteminin yukarıdaki birçok üstünlüğünün yanında nitrürasyon çok

zaman alıcı bir metottur. 0,35 mm nitrür tabakası elde etmek için parçayı fırında ve amonyak gazı içinde yaklaşık 20 saat kadar bekletmek gerekir. (MEB,2011)

2. MALZEME VE YÖNTEM

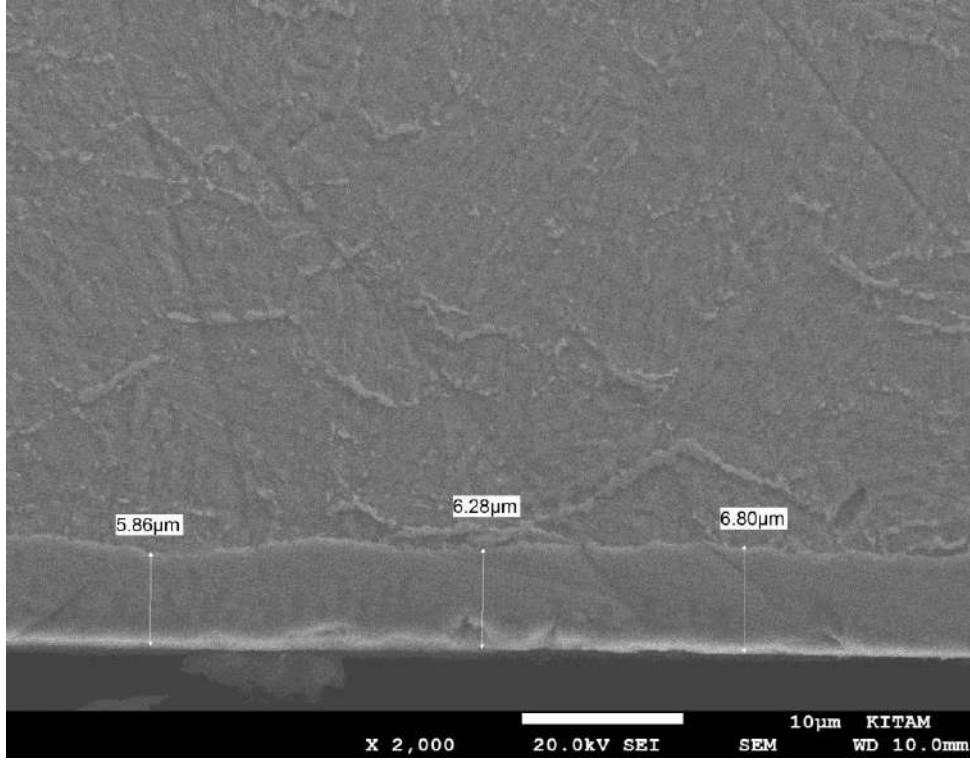
Bu çalışmada, içeriğinde bulunan karbon miktarından dolayı sertleştirilmeye uygun ve işlem sonunda tokluk özelliğini belirli yükler altında gösterebilen alaşımli çelik olan 30CrMoV9 75x25x3 mm boyutlarında standart plakalar şeklinde kullanılmıştır. Plakalar yüzey hazırlık (kumlama ve polisaj) işlemine tabii tutulmuştur. Malzeme üzerindeki tezgahın gelen yağlar ve elden gelen kirlilik kaplamanın oluşmasını olumsuz yönde etkiler. İlk aşama olarak bu kirliliğin arındırılması için malzeme; içerisinde alkali sabun bulunan kimyasal havuza ve ardından oda sıcaklığındaki durulama banyosuna daldırılmıştır. Durulanan malzemenin 550-590°C'deki nitrokarbürizasyon havuzuna direk olarak daldırılması; ısı farkından dolayı gerilime, çatlama sebebe olur. Bu durumun önlenmesi için nitrokarbürizasyon uygulamasından önce malzeme 350-400°C'deki ön ısıtma havuzuna daldırılır. Bu işlemlerin devamında nitrokarbürizasyon ve oksidasyon işlemlerine tabii tutulan plakalar şoklama kazanı, sıcak durulama banyosu, kurutma, kumlama ve koruyucu yağlama banyosu aşamalarından geçerek yüzey sertleştirilmesi sağlanmıştır. Numune plakalar karbon verici ortam olan nitrokarbürizasyon banyosunda 570°C sıcaklıkta 75 dakika işleme tabii tutulmuştur.



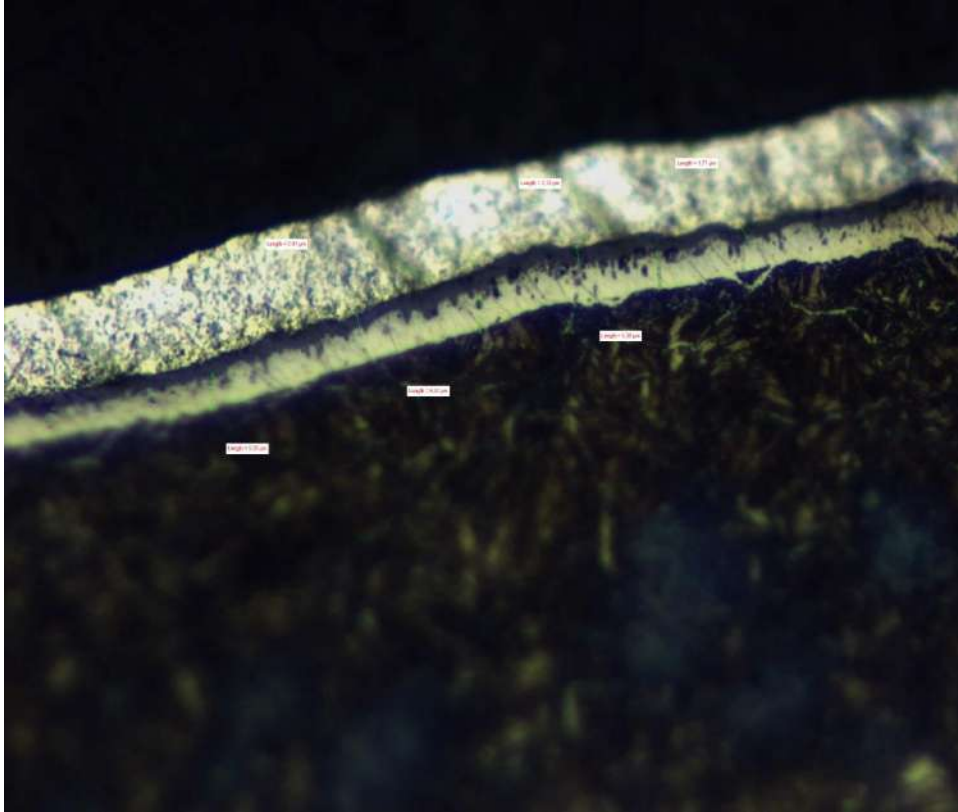
Şekil 1. Nitrokarbürizasyon aşamaları şematik gösterimi

3. SONUÇLAR

Hem orijinal numuneler hem de nitrokarbürizasyon işlemi uygulanmış plakalar; sertlikleri, nitrokarbürizasyon sonucu kaplama kalınlıkları, mikroyapı, kimyasal kompozisyon, elemental haritalama ve SEM analizleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde yüzey kalitesi artırılmış yüksek yüzey sertliğine sahip düşük karbonlu çelikler elde edilmiştir.



Şekil 2. SEM Görüntüsü



Şekil 3: Beyaz ve Poroz Tabaka Görüntüsü

Elde edilen görüntülerde beyaz tabaka kalınlığı yüksek aşınma ve sürtünme direncine sahip malzemeler oluşturulmuştur. Ham malzeme sertliğinin 34 HRc ölçülmesinden sonra nitrokarbürizasyon sonrası ölçülen sertlik değerleri;

1- 825,2 HV (64 HRc)

2- 828,1 HV (64,2 HRc)

3-863,7HV (65,3 HRc) olarak ölçülmüştür.

Nitrokarbürizasyon uygulaması sonucunda düşük alaşımlı çeliklerde sert yüzeyler oluşur. Sertlik, malzemenin çekirdeğine indikçe difüzyon bölgesine bağlı olarak azalır, difüzyon bölgesinin fazla olması malzemenin kırılma dayanımını artırır. Sıcaklığın artması difüzyonun hızlanmasına ve yüzey sertliğini artmasına neden olur.

Nitrokarbürizasyon işlemi sonucu oluşan beyaz tabaka iyi yağlayıcı tutma özellikleriyle yüksek aşınma, sürtünme direncine sahip parçalar oluşur. Daha sonraki bir oksidasyon işlemiyle pas dayanımı daha da yükseltilebilirken estetik bir siyah görünüm elde edilir; ilave polisaj ve oksidasyon işlemleriyle düşük sürtünme katsayısıyla birleşmiş bir yüksek pas dayanımıyla yüksek yüzey kalitesi elde edilir.

KAYNAKÇA

Ersöz T.ve Erkmen İ. , Dünyada ve Türkiye’de Ham Çelik Üretimine Bakış. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü ve Karabük Üniversitesi Aktüerya ve Risk Yönetimi Bölümü, 2- 32, Karabük, 2016.

Ethem Kesti, C-4140 Çeliğinin Mikroyapı ve Mekanik Özelliklerine Su Verme Ortamının Etkilerinin Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009.

End. Müh. Erdal Yüksel, Çelik Malzemelerin Aşınma ve Korozyon Dayanımını Artırmak İçin Çeşitli Kaplamaların İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2005.

Karagöz, S. (Ed.), Malzeme Bilgisi, Aydın: AYYMYO Yayınları Ders Notu, 59-61, (2008).

Esra Güner, 4140 Çeliğinin Mekanik Aşınma Özelliklerine Lazerle Yüzey Sertleştirme İşleminin Etkisinin İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın 2019.

M.E.B , Karbon Oranı Düşük Çeliklerde Sertleştirme, Metal Teknolojisi, 2011

**MISIR HAT VE MELEZLERİNİN BAZI BESİN ELEMENTLERİ (Cu, Fe, Mn)
BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**
COMPARATIVE STUDY for SOME NUTRIENTS (Cu, Fe, Mn) of MAIZE LINES and
HYBRIDS

Elif ÖZDEMİR
Selcuk University

ÖZET

Çalışmada materyal olarak 7 mısır (*Zea mays* L.) ana hattı (3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21, 14.26), 3 mısır baba hattı (FRMo 17, FRB 73, ADK 451) ve bu ebeveynlerin line x tester yöntemine göre melezlenmeleriyle üretilmiş 21 melez mısır kombinasyonuna (3.2 x FRMo 17, 3.2 x FRB 73, 3.2 x ADK 451, 3.4 x FRMo 17, 3.4 x FRB 73, 3.4 x ADK 451, 3.6 x FRMo 17, 3.6 x FRB 73, 3.6 x ADK 451, 14.2 x FRMo 17, 14.2 x FRB 73, 14.2 x ADK 451, 14.20 x FRMo 17, 14.20 x FRB 73, 14.20 x ADK 451, 14.21 x FRMo 17, 14.21 x FRB 73, 14.21 x ADK 451, 14.26 x FRMo 17, 14.26 x FRB 73, 14.26 x ADK 451) ait yaprak örnekleri kullanılmıştır. Deneme 2016 yılı yetiştirme sezonunda “Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Prof. Dr. Abdulkadir AKÇIN Deneme Alanı” nda; “Tesadüf Bloklarında Faktöriyel Deneme Deseni” göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir genotipe ait yaprak numunesi etüvde kurutulmuş, ardından öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Ana, baba ve melez genotiplerin her birisinden alınan yaprak örneklerinin Cu, Fe ve Mn miktarları belirlenmiştir. Denemeye ait tüm veriler SPSS 20.0 istatistik analiz programında varyans analizine tabi tutulmuşlardır. Elde edilen bulgulara göre 3.6 kodlu mısır hattı en yüksek Cu (15.69 ppm) içeriğine sahip olmuştur. 14.26 (118.79 ppm) kodlu hat en yüksek Fe içeriği ile dikkat çekmiştir. 14.21 (149.15 ppm) kodlu hat ise en yüksek Mn içeriğine sahip ana ebeveyn olmuştur. Denemeye konu melezler Cu, Fe ve Mn içerikleri bakımından ele alındıklarında 14.26 x T3’ ün Cu (15.69 ppm); 14.26 x T1’ in Fe (163.21 ppm); 3.6 x T2’ nin ise Mn (156.73 ppm) içeriği bakımından en yüksek değerlere sahip melezler oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular denemeye konu popülasyonun arzu edilen karakterlere sahip hat ve melezler geliştirmeye uygun olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Islah, Cu, Fe, Line x Tester, Mısır, Mn

ABSTRACT

In the study leaf samples of 7 inbred lines (3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21, 14.26), 3 testers (FRMo 17, FRB 73, ADK 451) and 21 hybrids (3.2 x FRMo 17, 3.2 x FRB 73, 3.2 x ADK 451, 3.4 x FRMo 17, 3.4 x FRB 73, 3.4 x ADK 451, 3.6 x FRMo 17, 3.6 x FRB 73, 3.6 x ADK 451, 14.2 x FRMo 17, 14.2 x FRB 73, 14.2 x ADK 451, 14.20 x FRMo 17, 14.20 x FRB 73, 14.20 x ADK 451, 14.21 x FRMo 17, 14.21 x FRB 73, 14.21 x ADK 451, 14.26 x FRMo 17, 14.26 x FRB 73, 14.26 x ADK 451) of maize (*Zea mays* L.) produced by the line x tester mating design were used as materials. The study was conducted at “Selcuk University, Agriculture Faculty, Crop Science Department, Prof. Dr. Abdulkadir AKÇIN Trial Area” according to “Randomised Complete Block Design” with three replications in 2016 growing season. Leaf samples of each genotype were dried and ground for the analysis. Copper, Fe and Mn levels of leaf samples of each genotype were determined. All values of the trial were evaluated by SPSS 20.0 statistical analysis programme. According to the results; line 3.6 had the highest Cu (15.69 ppm) content. Line 14.26 had the highest Fe (118.79 ppm) level and line 14.21 (149.15 ppm) had the highest Mn level. While progenies were observed according to Cu, Fe and Mn contents; it was observed that offspring 14.26 x T3 had the highest Cu

(15.69 ppm); offspring 14.26 x T1 had the highest Fe (163.21 ppm) content and hybrid 3.6 x T2 had the highest Mn (156.73 ppm) content. The results of the study showed possibility of using this population to develop lines and progenies for desired properties.

Keywords: Breeding, Cu, Fe, Line x Tester, Maize, Mn

INTRODUCTION

Maize, that is produced in sub – tropical and agro – climatic locations, is one the most important cereals in the world with rice and wheat (Aref, 2012). Maize productions areas of the world increase day by day. Maize is a common crop that can be produces many areas of the world (Gaj et al, 2016).

Determination macro and micro nutrient contents of crops is not necessary only for agricultural technologies. Micro and macro nutrient contents of agricultural products are very important for determination standards of human food and animal feed as well (Fageria et al., 2008). Sixteen nutrient elements are necessary for plants optimum growing levels (Gezgin and Hamurcu, 2006). Being soil micronutrients optimum is very important in agro – ecosystems. It was reported that resolving micro nutrients deficiency like Cu, Mn and Zn increases yield nearby 15 – 30 % (Aref, 2012).

Copper is an essential compound that is necessary for many enzymes. Copper uptake must be limited; otherwise plant development is blocked or stop because of toxic effects of Cu. Copper is an immobile element and bounded to organic matters. Copper availability in plant tissues is generally depends on soil organic matter and pH (Güneş et al., 2004; Burkhead et al., 2009). Copper uptake of plants is lower than all other essential nutrients. Tolerance of copper deficiency depends on the plant while wheat, oat and sudan – grass are very sensitive to copper deficiency; maize and sugar show middle sensitivity (Barker and Pilbeam, 2007).

Ferrous is an essential element for all organisms. Although ferrous is the fourth element according to it's quantity in the earth; it is the third element according to it's deficiency in agricultural production.

Ferrous deficiency in plants is observed while soil alkalinity is higher, therewithal much irrigation that cause high soil moisture, weak drainage and low soil temperature trigger Fe deficiency as well (Aref, 2012). Detection Fe deficiency is very difficult in calcareous soils. Humans and animals cannot absorb Fe easily though it's high levels in nature (Yuanmei and Zhang, 2010). Ferrous deficiency is one the major factors which effect yield, food quality and human nutrition thus modern science need studies that facilitate Fe uptake from roots and other plant parts.

Manganese is one of the essential elements that plays a part in prosthetic groups of important processes. It catalysis disruption of water in Photosystem II. Manganese participates in the structure of Mn – SOD in mitochondria and detoxifies ROS. Manganese deficiency causes problems depend on the climatic and soil conditions. Manganese deficiency is a secondary malnutrition because of plants inability to use Mn in soil (Aref, 2010).

Plant nutrients are very important for humans, animals and plants as well. It is possible to encounter nutritional deficiencies in agricultural areas due to climatic and soil conditions. Studying with genotypes that are tolerant nutritional deficiencies, is going to provide benefits to the farmers to struggle yield lose due to nutritional deficiencies.

MATERIALS AND METHODS

Plant Materials

The study was conducted in SUAF Crop Science department Prof. Dr. Abdulkadir AKCIN trial area in Turkey. In the trial seeds of 7 inbred lines (3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21, 14.26), 3 (FRMo 17, FRB 73, and ADK 451) testers and 21 F1 progenies were used as materials.

The trial was conducted according to factorial trial design in randomised blocks with three replications. Seeds of each genotype were sown by hand at second week of May according to 70 x 20 sowing design in 5 m long rows. Each parcel had two rows. Cultural practices were followed by Kirtok (1998).

Laboratory Analysis

To determine the Cu, Fe and Mn content, 0.5 g of dried and ground leaf samples were treated with 15 ml of pure HNO_3 . The samples were then incinerated in a MARS 5 microwave oven at 200 C°. Distilled deionized water and ultrahigh – purity commercial acids were used to prepare all the reagents, standards, and samples. After digestion, the samples were filtered through Whatman filter paper No. 42, collected in 50 ml flasks, and analysed using ICP – AES. The Cu, Fe and Mn of samples were determined against that of standard solutions with known Cu, Fe and Mn concentrations; samples and standard solutions were simultaneously analysed (Hamurcu et al., 2010).

Statistical Analysis

We used SPSS version 20.0 to statistically analyse all data. We performed analysis of variance for a factorial trial design in randomised blocks.

RESULTS

Copper, Fe and Mn contents of maize lines and progenies were determined in the trial. A wide variation was observed among genotypes according to the Cu, Fe and Mn traits due to the results (Table 1).

Table 1. Variance analysis results of Cu, Fe and Mn

Source of Variation	DF	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Total	92
Replication	2	3,230	1328,929	236,710
Genotype	30	8,514*	1238,603*	1760,538**
Error	60	4,464	716,181	658,352
CV	:	17,56	20,84	28,3
Cu		: Cupper		
Fe		: Ferrous		
Mn		: Manganese		
** P<0,01				
* P<0,05				

While lines were investigated according to Cu contents it was observed that line 14.2 had the lowest Cu content with value of 11.63 ppm. Line 3.6 had the highest Cu level with value of 15.69 ppm. Copper levels of testers were 7.93 ppm (T3), 10.41 ppm (T1) and 12.82 ppm (T2) respectively (Table 2).

Table 2. Mean values of the genotypes in Cu, Fe and Mn contents

Progenies	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
3.2 × T1	12,08	141,09	126,27
3.2 × T2	13,25	125,57	120,10
3.2 × T3	12,69	145,11	114,94
3.4 × T1	12,43	144,95	98,73
3.4 × T2	13,19	149,74	94,48
3.4 × T3	10,78	150,57	105,66
3.6 × T1	13,23	157,53	154,00
3.6 × T2	13,62	145,66	156,73
3.6 × T3	10,19	141,80	105,45
14.2 × T1	9,31	97,26	89,51
14.2 × T2	12,48	145,67	95,21
14.2 × T3	11,05	138,84	91,73
14.20 × T1	13,75	142,02	124,40
14.20 × T2	14,02	128,48	102,02
14.20 × T3	9,08	94,08	77,56
14.21 × T1	12,87	126,70	107,61
14.21 × T2	11,94	155,09	104,52
14.21 × T3	11,72	134,31	121,82
14.26 × T1	12,71	163,21	146,23
14.26 × T2	11,66	125,11	98,03
14.26 × T3	9,06	128,45	94,81
3.2	11,92	111,40	121,25
3.4	11,65	109,56	75,48
3.6	15,69	99,99	130,38
14.2	11,63	88,63	54,20
14.20	12,94	102,54	72,53
14.21	13,59	100,60	79,93
14.26	13,20	118,79	149,15
T1	10,42	123,42	108,05
T2	12,82	122,17	109,31
T3	7,93	121,60	106,70
Cu	: Cupper		
Fe	: Ferrous		
Mn	: Manganese		

A wide variation was observed among progenies for Cu trait as well. Copper values of progenies that were determined in maize leaves were changed between 9.06 ppm (14.26 x T3) and 14.02 ppm (14.20 x T2) (Table 2).

Similar results were encountered in the literature as well. Aref (2012) determined Cu levels between 4.90 ppm – 7.50 ppm in the study titled effects of different B and Zn treatments on Cu, Fe and Mn contents of maize leaves. The researcher recorded that maize ear leaves include 112.70 ppm – 182.00 ppm Fe and 112.7 ppm – 182.0 ppm Mn as well.

While genotypes of the trial were investigated according to Fe contents it was observed that Fe levels of lines were changed between 88.63 ppm (14.2) and 118.79 ppm (14.26). Fe levels of testers were 121.60 ppm (T3), 122.17 ppm (T2) and 123.42 ppm (T1) respectively (Table 2).

A wide variation was observed among progenies due to Fe contents as well. Progeny 14.2 x T1 had the highest Fe content with 97.26 ppm. The lowest value of the group was 163.21 ppm and obtained from genotype 14.26 x T1.

Glowacka et al. (2012) detected Fe levels of maize leaf samples between 54.6 – 67.4 ppm. Researchers determined Cu between 6.00 – 6.90 ppm and Mn between 10.70 – 11.00 ppm at the same study.

While lines of the trial were investigated according to Mn levels it was observed that line 14.2 had the lowest Mn with 54.20 ppm, line 14.21 had the highest Mn content with 149.25 ppm. Manganese levels obtained from testers were 106.70 ppm (T3), 108.05 ppm (T1) and 109.31 ppm (T2) respectively (Table 2).

A wide variation was observed among hybrids due to Mn levels as well. While progeny 14.20xT3 had the lowest Mn content with 77.56 ppm; progeny 3.6xT2 had the highest Mn level with 156.73 ppm. Gaj et al. (2016) detected Cu levels between 3.35 – 4.15 ppm, Mn levels between 19.80 ppm – 31.12 ppm in the study titled effects of different doses P and K fertilization on Cu and Mn levels of maize leaves.

It was observed that genotype 14.2 is the line that has the highest levels of content in the three nutrients. Ferrous and Mn levels of line 14.26 were higher than all other lines. T2 was the tester whose Cu and Mn levels were the highest.

Progeny 14.20xT2 is the genotype that has the highest Cu level and it is estimated that the progeny get this way of it from parentage T2. Progeny 14.26xT1 is the genotype that has the highest Fe content and parentages of it get attentions with high Fe levels. It is estimated that parentage T2 is effective on formatting progeny 3.6xT2 that has high Mn levels as well.

DISCUSSION

While genotypes of the trial were investigated due to Cu, Fe and Mn contents, a wide variation was observed in the population. Different levels of nutrients of the plants though same location and same agronomic treatments, indicates different capability of nutrient uptake of the genotypes and using nutrient sources different levels (Glowacka et al., 2012) at this situation it is possible to state that line 3.6 and line 14.2 have abilities to absorb Cu and Mn more effectively than others.

A similar comment can be made for parentage T2 that have highest Cu and Mn level; for T3 with highest Fe content; for progeny 14.20 x T2 with highest Cu content; for progeny 14.26 x T1 with highest Fe content and for hybrid 3.6 x T2 with highest Mn content.

To get knowledge about micro – nutrients of cultural plants is not only important for agricultural technologies; this is also important for determining standards in human and animal consumption. There are lines and hybrids with higher Cu levels in the population (Table 2). Copper is found in the structure of antioxidant enzymes; it's deficiency avoids working of antioxidant mechanisms of human and animal bio – systems (Hansch and Mendel, 2009).

Genotypes were observed with higher Cu content in the population as well. It is possible to state conformity of these genotypes for animal consumption (Table 2). Maize is a plant that is used highly in animal feeding. Usage different aims of maize ears, gets attention of researchers to concentrations of grain nutrients as Cu and Mn. Gaj et al. (2016) reported that more than %50 of Mn accumulate in grain therewithal more than 50 – 64% of Mn is accumulate in leaves. Owing high Cu levels in leaves of genotypes 3.6, T2 and 14.20xT2 indicate potential of high Cu content of their grains as well. Gaj et al. (2016) reported positive correlations with grain yield and Cu – Mn accumulation in grains.

Thus the progenies with higher Cu can be directly use in production areas (14.20xT2 etc...) while lines with higher Cu content have potential of formatting hybrids with higher Cu levels.

There are hybrids in the trial with higher Mn content (Table 2). Manganese is one of the essential elements that operate as primary component in prosthetic groups of plant metabolic processes. It catalysis of disruption of water in PS II therewithal it joins the structure of Mn – SOD in mitochondria (Scandilos, 1993).

Marschner (1995) reported that Mn is the activator of tricarboxyl acid cycle enzymes and chloroplastic RNA polymerase enzymes. Lines 14.21, T2 and hybrid 3.6 x T2 get attention with high Mn levels.

Line 14.26 deviates from other six inbred lines with the highest Fe content. Tester 1 from parentages is also stands out with it's higher Fe content. Progeny 14.26xT1 which is formed from previous lines also has the highest Fe level (Table 2).

Ferrous is an essential element for all microorganisms. In spite of the fact that it is the fourth most abundant element on earth; it is the third most insufficient element in agricultural production areas.

Humans and animals cannot get Fe easily though abundant Fe level in nature. Because of this; studies should be conducted for developing more effective Fe absorption methods. Plants with higher levels of Fe can be used as Fe sources for human consumption as well (Yuanmei and Zhang, 2010).

REFERENCES

- Aref, F., 2012, Manganese, iron and copper contents in leaves of maize plants (*Zea mays* L.) grown with different boron and zinc micronutrients, *African Journal of Biotechnology*, 11 (4): 896-903.
- Barker, A. V., Pilbeam, D. J., 2007, Handbook of Plant Nutrition, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Burkhead, J. L., Gogolin Reynolds, K. H., Abdel – Ghany , S. E., Cohu, C. M., Pilon, N., 2009, Copper homeostasis, *New Phytology*, 182: 799-816.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., Li, Y. C., 2008, The role of nutrient efficient plants in improving crop yield in the twenty first century, *Journal of Plant Nutrition*, 31 (6): 1121-1157.
- Gaj, R., Bak, K., Budka, A., 2016, Copper and manganese acquisition in maize (*Zea mays* L.) under different P and K fertilization, *Biometrical Letters*, 53 (2016): 21-36.
- Gezgin, S., Hamurcu, M, 2006, Bitki beslemede besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi ve bor ile diğer besin elementlerini arasındaki etkileşimler, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (39): 24-31.
- Glowacka, A., 2012, Content and uptake of micro – elements (Cu, Zn, Mn, Fe) by maize (*Zea mays* L.) and accompanying weeds, *Acta Agrobotanica*, 65 (4): 179-188.
- Güneş, A., Alpaslan, M, İnal, A., 2004, Bitki Besleme ve Gübreleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1539, Ders Kitabı: 492, Ankara.
- Hamurcu M, Özcan MM, Dursun N, Gezgin S (2010). Mineral and heavy metal levels of some fruits grown at the roadsides. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1767–1770.
- Hansch, R., Mendel, R. R., 2009, Physiological functions of micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Option in Plant Biology*, 12: 259-266.
- Kirtok Y (1998). Mısır; Üretimi ve Kullanımı. 1nd ed. Adana, Turkey: Kocaoğluk Press.
- Marschner, H., 1995, Mineral nutrition of higher plants, 2nd, ed., Academic Press, Inc.
- Scandalios, L., 1993, Oxygen stress and superoxide dismutases, *Plant Physiol.*, 101: 7-12.
- Yuanmei, Z.i Zhang, F., 2010, Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops, *Plant Soil*, 339 (1-2): 83-95.

AUTONOMY VERSUS STANDARDIZATION FOR UNIVERSITY ACADEMIC PROGRAMS

ÜNİVERSİTE AKADEMİK PROGRAMLARININ SERBESTLİĞİ İLE STANDART HALE GETİRİLMESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Assoc. Prof. Dr. Ergün DEMİREL
Piri Reis University

ABSTRACT

When it comes to university freedom, more management and financial freedom are understood. In fact, one of the most important elements of university freedom is that the university should be free to prepare its own course programs. This is especially important in the age of technology, which is developing rapidly every day. Nowadays this issue is becoming more and more important when professions are reshaping continuously and new professions emerge.

The institutions responsible for the regulation of higher education in almost all countries are under the control of the state and constantly want to establish a tighter autonomy on both state and private universities. The most common practice in this field is the standardization of academic programs and academic procedures. With this excuse, the state can intervene in the internal regulations of universities.

Today, standardization has been an inevitable practice. However, in universities where ideas need to be developed freely, standardization is interpreted as 'dressing a tight dress for everyone'.

In this research, it will be investigated how to arrange the academic programs of universities by keeping in mind the freedom of the university and the necessity of standardization.

Keywords: University Freedom, University Programs, Standardization at University

ÖZET

Üniversite özgürlüğü denildiğinde daha çok yönetim ve finansal özgürlük anlaşılmaktadır. Aslında üniversite özgürlüğünün en önemli unsurlarından birisi de üniversitenin kendi ders programlarını hazırlamada özgür olmasıdır. Özellikle her gün süratle gelişen teknoloji çağında bu daha da önem kazanmaktadır. Her gün mesleklerin yeniden şekillendiği ve yeni mesleklerin ortaya çıktığı günümüzde bu konu daha da önemli hale gelmektedir.

Hemen hemen tüm ülkelerde yükseköğretimin düzenlenmesinden sorumlu kurumlar devletin denetimindedir ve sürekli olarak gerek devlet gerekse özel üniversiteler üzerinde daha sıkı bir otonomi kurmak istemektedirler. Bu alanda görülen en yaygın uygulama akademik programların ve akademik usullerin standardizasyonudur. Bu bahane ile üniversitelerin iç düzenlemelerine devlet müdahale edebilmektedir.

Günümüzde standardizasyon kaçınılmaz bir uygulama olmuştur. Ancak fikirlerin serbestçe geliştirilmesi gereken üniversitelerde standardizasyon 'dar bir elbiseyi herkese giydirmek' şeklinde yorumlanmaktadır. Bu araştırmada üniversite özgürlüğünü ve standardizasyonun gerekliliğini akılda tutarak, üniversitelerin akademik programlarında nasıl bir düzenleme yapılması gerektiği araştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Üniversite Özgürlüğü, Üniversite Programları, Üniversitede Standardizasyon

1. INTRODUCTION

21st Century is called as Knowledge Era. Production and use of knowledge is the only way to ensure sustainable economy and wellness of a nation in today's challenging world.

Universities having research activities are the crucial element of production of knowledge. Universities with economic means, self-managing, and free from the pressure of state authorities are the best places to produce knowledge in support of economy and society.

Nowadays, the understanding of the role and functions of universities shifted towards what Enders et al. (2013) termed "a distinctive social institution which deserves special status in terms autonomy and academic freedom based on a social compact that evolved between higher education, the state and society". They further argue, that "the belief that the university requires autonomy from substantial political or corporate influence to function optimally was in turn linked to the role of the state as the guardian of the university in substantive matters, guaranteed state funding, at least in continental Europe, strong professional self-governance and protection of academic freedom" (Veiga et al, 2015).

In the European approach of higher education, the modern university was strongly connected to the emergence of the nation state. The relation between the two was characterized by a strong state and autonomous academics. In other words, the role of the state was twofold. The first was to regulate, fund and control HEIs, and the second was to safeguard the autonomy of universities as social entities, and the freedoms of academics to which substantial powers were delegated. As a consequence, universities were able to develop constitutive and normative principals without external interference (Olsen, 2007; in Enders et al., 2013).

At that time, the academics were seen as the main actors instead of the organization itself (de Boer et al., 2007). But this changed during the reformation process.

Until the last quarter of the 20th century, many European universities had been primarily governed by academics, and the state acted as a buffer protecting higher education institutions and academics from the interference of external interests (Neave, 2012) and held ruling power over non-academic matters. From a normative stance, less than half a century ago, Moodie and Eustace (1997) still considered that in universities, 'the supreme authority . . . must . . . continue to rest with the academics'. Burton Clark (1983) argued that the adoption of models based on the metaphor of organized anarchy would be more appropriate for allowing individuals and research teams to liberate their inventive capacity and to produce innovative ideas.

Over the last decades, higher education reforms were grounded in the shift from state control to supervisory models and to quasi-market regulation inducing corporate-like models of governance (Meek, 2003). This shift relied on increased institutional autonomy, based on the assumption that the more autonomous institutions were, the better they would respond to changes in their organizational environment (Amaral and Magalhães, 2001; Magalhães et al., 2013), and the better they would perform (Aghion et al., 2009; Ritzen, 2011). The increasing use of markets as instruments for regulating public domains was an additional argument for

enhancing institutional autonomy as a condition to compete in a market (Dill et al., 2004; De Boer, Enders and Leisyte, 2007).

However, ‘more muscular executive/managerial prerogative within universities, in response to increased external government regulation . . . ironically reduces the relative autonomy of universities (including senior managements) in relation to government’ (Blackmore, Brennan and governance reforms introduced private sector management tools, emphasizing market-based competition, efficiency, performance and value for money, concentrating decision power in the central administration, while weakening the representation of academics (Ferlie, Musselin and Andresani, 2009). The configuration of universities as corporations (Marginson and Considine, 2000) enhanced managerial modes of coordination (Blackmore et al., 2010) and corporate-like features in universities (Meek, 2003).

The regulatory function of state covers establishment of rules, monitoring application of the rules and enforcement of rules as required basis. The function of the state has been reduced to only acting as a regulatory body and inclusion of the state into economic functions has been diminished in the Western countries. In particular the efficiency of the state on economy has been deducted and state owned economic activities has been transferred to private sector.

In many countries, states have expanded their governing functions as an excuse for standardization. With the legal regulations made by entering into the finest details, all kinds of works of independent organizations started to be interfered with. Universities were the most affected autonomous institutes by this situation. The state has started to intervene in the election of university administrators, faculty standards and even curricula.

State universities that do not have financial autonomy were affected from this application. Private universities are losing their autonomy day by day with legal arrangements that intervene in even the finest details.

2. METHOD

The aim of this study is to investigate how to arrange the academic programs of universities to meet the existing and future requirements of the society by reviewing significant changes in the technology. The main research problem will be to evaluate creation of academic programmes by keeping in mind the freedom of the university and the necessity of standardization.

The Meta-synthesis method (a systematic review that evaluates number of interrelated qualitative studies) is applied for these study. The study begins with the review of related literature which is mainly based on broad range of empirical researches. After summarizing previous studies and new improvements in the technology, it is intended to make an evaluation on the impacts of the changing structure of society and new requirements of economy. As a result of this evaluation to assessment on the creation of universities’ academic programmes and to introduce some proposals to produce balanced solutions mitigating inconveniences to adopt newly proposed systems.

In this research, it will be investigated how to arrange the academic programs of universities without given no compromise from the freedom of the university and the importance of standardization directly related to the quality control. This study maybe useful the researcher to

understand the new posture of the world and higher education system and use as a reference for their studies related to universities.

3. RESEARCH AND DISCUSSION

3.1. THE VISION MISSION AND THE TASKS OF UNIVERSITY

The vision of the higher education is adding value to world cultural heritage and economy for prosperity of the human being.

The mission of the higher education is to provide education and learning, conduct research and produce innovation to get maximum advantage from the rapid development of technology.

Main Tasks to achieve the mission of the university are as follows;

- To develop the education and learning methods and content to provide qualified human resources to fulfil the requirement for existing and developing professions necessary to create sustainable social, cultural and economic life in both national and international scale;
- To achieve scientific research in support of continuously developing technology to provide better opportunities to get maximum benefit from all available sources.
- To create a centre for innovation to provide scientific data which requires to produce knowledge for all communities of the world to provide better living condition for human kind.

3.2. UNIVERSITY AUTONOMY

Autonomy means ‘the right of an organization, country, or region to be independent and govern itself’ in according to dictionary. An autonomous university have independent control over its routine operations and curriculum. Normally the sponsoring authority (state or private) does not have control over academic matters of the institute.

Estermann and Nokkala (2009) made a study on University Autonomy in Europe. The study covers also results of Rectors’ Conferences of the 20 member countries (including Turkey) responded to the online questionnaire of the research.

The analysis reveals that, in some countries, universities are gaining a greater flexibility in their staffing autonomy, in particular as staff is generally directly paid and/or employed by the university rather than by the government. The ability of universities to define individual salaries is still, however, controlled to a large degree by the government. In most countries majority of staff are in civil servant status and there are many restriction to be an academician for employment for university staff. The analysis shows that there are significant differences in the recruitment of staff, ranging from a larger degree of freedom to highly formalised procedures including external approvals from the government authorities Although in some countries this is only a formality, it nevertheless impacts on the length of a recruitment procedure and therefore on the flexibility to act quickly in a competitive increasingly international recruitment environment.

Most of Mediterranean countries have very staffing autonomy as they have no possibility to determine the number of staff they recruit and hence have no control over the overall salary costs. Even individual salary levels are determined by national authorities. In terms of academic autonomy, key issues include the ability of universities to decide on their academic profiles,

especially educational responsibilities (conferring degrees in certain areas), introducing and terminating programmes and the ability to select students.

All the programmes requires approval from the national higher education agency. In particular the introduction of new programmes usually requires some form of approval by the relevant government agencies/ministries. Additionally availability of some physical equipment and sufficient real estate are cross-interrogated. This condition is generally not so much investigated for state universities but private universities are deeply inspected and requested to fulfil all requirements.

Admission to higher education institutions is also governed by the state. Even number of the students to be registered for each programme is defined by state. Only in a few countries student quota for each programme decided jointly by public authorities and universities. Universities in Croatia, Estonia and Luxembourg appear to have the greatest freedom in this respect. Bulgarian and Turkish universities, on the other hand, have the least power to decide on those elements, as they are entirely determined by the state.

Although the study confirms the existence of a general trend towards an increase in university autonomy throughout Europe, there are still a large number of countries that do not grant their universities enough autonomy, thereby limiting their performances. There are equally cases where autonomy previously granted has now been reduced. Quite often there is also a gap between formal autonomy and the real degree of a university's ability to act with certain independence. In a number of cases a significant increase in accountability measures has effectively curtailed university autonomy, which indicates the importance of finding the right balance in terms of the introduction of accountability tools.

In many universities in the European Area academic programs are to be verified by state controlled higher education agencies, Furthermore, state higher education authorities may make intervention on scope, content and credits of courses which is assumed a significant intervention to the academic autonomy. This creates many problem for universities to keep up with the technology which exponentially developing every day.

It is considered that it will be quite difficult for universities to produce “knowledge” and make research as they are continuously subject to state supervision even for developing their curriculum, their course content. We cannot neglect the importance of standardization today. However, besides standardization, it is possible to provide quality management with other methods such as advanced accreditation practices. For this reason, in this study, especially autonomy and standardization of academic programs will be examined and suggestions will be presented.

Privot and Estermann (2017) made a study on the difference between a deemed university and an autonomous university (Scorecard, 2017).

The Scorecard 2017 provides a full comparative analysis of the state of play of university autonomy in 29 higher education systems in Europe. The report complements the presentation of the main outcomes which were revealed at EUA's annual conference on “Autonomy and freedom: The future sustainability of universities” held in April 2017.

This extensive study, marking 10 years of EUA’s work on university autonomy and more than five years of mapping, is a central reference in discussions and analyses of institutional autonomy – both in Europe and beyond.

The report addresses the question of university autonomy in “organisational, financial, staffing and academic” matters, and compares data for all indicators that constitute EUA’s Autonomy Scorecard. It allows readers to have a full overview of the state of play and of recent developments in each of these fields – assessing the capacity of universities to decide on issues as diverse as tuition fees, governance structures, recruitments and salaries or language of instruction and student numbers. The report ranks systems for each autonomy dimension in a special Scorecard. It also uncovers trends for each area, highlighting improvements and causes for concern.

However, the Autonomous have to consider a particular time for all the colleges under it.

University Academic Autonomy which covers the followings;

- Capacity to decide on overall student numbers
- Ability to select students
- Ability to introduce programmes
- Ability to terminate programmes
- Ability to choose the language of instruction
- Capacity to select QA mechanisms and providers
- Ability to design content of degree programmes

As it has been seen above “*Ability to introduce, terminate and design content of degree programmes*” are the major component of the academic autonomy.

An autonomous university may be capable to design their day-by-day operation, scope and content of their academic programmes. And this is not valid only for private universities as well as state universities. The intervention of state authorities to academic programmes may cause an undesirable negative impact on freedom of university as well as limits the academic studies with some forms.

3.3. STANDARDIZATION

Standardization or standardisation is the process of implementing and developing technical standards based on the consensus of different parties that include firms, users, interest groups, standards organizations and governments (Wikipedia).

Standardization provides major advantages such as compatibility, interface and interoperability between the relevant systems as well as an inevitable method to ensure quality. The significant issue is that the standardization never establish a barrier on free mind.

The major advantage of standardization is to facilitate quality control application. It will create reduction of the cost to facilitate same type or quality product. It will also facilitate interface and interoperability through other systems. It will be easier to find spare parts produced by

different manufacturer but in the same standards as well as facilitation of international cooperation and collaboration.

The major disadvantage is standardization is to stifle and hinder the creativity and enforce the human being to work on stereo type products. Today, people want to have products that make a difference besides quality and affordable prices. People are looking for different type products even having the same quality and model. They want to have products that make a difference from the equivalent type, model and quality. Standardization creates repetition and sameness which may stop the invention expectation.

Standardization will decrease the productivity in organizations where research and development activities are important such as universities.

3.4. RAPID CHANGE OF TECHNOLOGY

The world is rapidly changing. In order to understand this change it would be better to understand the futurist's opinions for the future.

Today we are living in a disruptive environment led by Disruptive Technology. The technologic development is exponential not linear. The classical management methods and technologic approaches is not sufficient to understand today's developments and be prepared for the future.

Frank (2014) create a figure which contains three curves – one spawns the other. The technology curve (computing power, storage, and bandwidth) is implied. The innovation curve focuses on broad categories of innovation (versus specific innovations like Uber). As these innovations combine, they spawn a disruptive scenario curve (autonomous vehicles, smart homes, etc.). The potential exists for these disruptive scenarios to combine to drive a third curve – a new economic paradigm (Figure 1).



Figure 1: Technology, Innovation and Disruptive Scenario curves (Source: Frank 2014)

Futurist Leonhard (2016) make an imagination on the future posture of digital technologies and said “Humanity will change more in the next 20 years than in the previous 300 years”.

The likely progression in our knowledge in just a few decades should be quite staggering. The prospects for new technological and scientific knowledge that come from “R&D, super-automation, AI and ultimately the Singularity” are enormous. There will likely be exponential increases in what might be done with regard to population control and family planning and related health care, with regard to climate change and with regard to employment and economics and tax policies. We need to understand the most effective and efficient technological and scientific responses to these challenges. In short, we need to assess and use this new knowledge effectively, dispassionately and – in a word – wisely (Pelton, 2019).

Most aspects of education is continuously changing. IT support use of simulators and distance learning drastically changed the role of the instructors and form of delivery of courses. Online courses, homework assignments and examinations made a revolution in education providing education availability out of the classrooms. The people living in long distances, remote areas now have the opportunity to receive education opportunities easily. Those who want to reach developing technology can benefit from further education by using these methods.

European Commission (2017) has published a Strategy document on Digital Single Market, namely ‘Quantum Technology Flagship Program Final Report’. In this document it has been stated that “Supporting research and innovation in advanced computing is key to the development of the computing systems of tomorrow, which will go beyond the limitations of today’s technology in terms of speed, reliability and efficiency”.

The QT Flagship program should be structured in five **domains**, each of which should be reflected in a call for proposals. Four vertical domains (not necessarily of the same size in terms of allocated resources) address vital application areas of a future *knowledge driven* industry (Figure 2).

- **Communication**, to guarantee secure data transmission and long-term security for the information society by using quantum resources for communication protocols;
- **Computation**, to solve problems beyond the reach of current or conceivable classical processors by using programmable quantum machines;
- **Simulation**, to understand and solve important problems, e.g. chemical processes, the development of new materials, as well as fundamental physical theories, by mapping them onto controlled quantum systems in an analogue or digital way;
- **Sensing and metrology**, to achieve unprecedented sensitivity, accuracy and resolution in measurement and diagnostics, by coherently manipulating quantum objects.

Basic Science will be a horizontally fully cross-cutting domain, to develop novel ideas that can have a major impact on the four application domains, ranging from theoretical and experimental fundamental science to proof-of-principle experiments, capable of delivering the concepts, tools, components, materials, methods and processes that will enable the flagship objectives to be realised. An integral part of each application domain will be common enabling aspects in the following categories:

- **Engineering and Control**: Advancing the understanding, design, control, construction and use of new technologies and driving their transition from concepts, theories, one-off and proof-of-principle experiments, to devices suitable for use in applications and eventually for products, by facilitating materials fabrication and miniaturised or integrated solutions for low-cost, robust, high-yield and scalable devices and systems applicable to diverse technology platforms;

- **Software and Theory:** Developing quantum algorithms, protocols, and applications, and connecting to tools for control and certification that understand and profit from the quantum advantage;
- **Education and Training:** Specific programmes for training a new generation of skilled technicians, engineers, scientists and application developers in QT and fostering ecosystems for them to work on shared mission-driven technologies and to develop and standardise tools and software. This includes a strong dissemination work towards society, to allow new and senior professionals, and the public in general, to understand the potential of QT and their benefits.

Projects should be positioned within one of the domains, and may link to other domains. They should always address Education and Training as well as at least one of the other two enabling aspects.

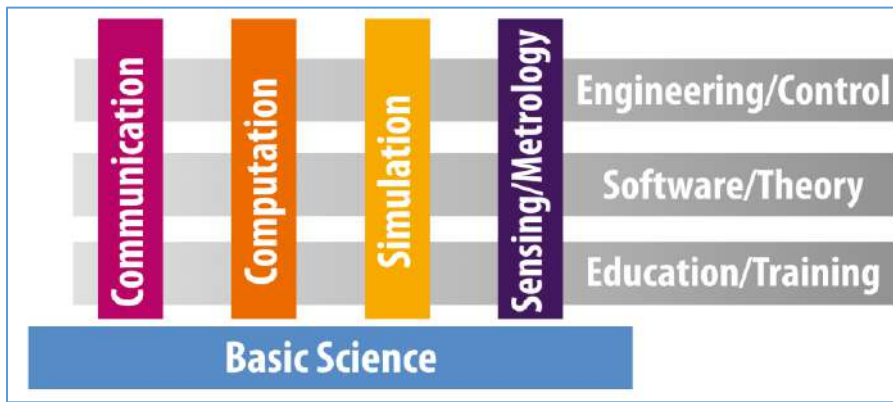


Figure 2: Structure of the Strategic Research Agenda (Source: European Commission, 2017)

It is understood that programme developers should consider new courses beyond the Basic science and main subjects of each disciplines. Depending upon the specifications of each disciplines, communication, Computations, Simulation, Sensing and Metrology are the new areas may be converted courses to facilitate inclusion of Quantum Technologies in education system.

3.5. POSTURE OF EDUCATION BASED ON THE EXISTING DEVELOPMENTS AND FUTURE SCENARIOS

In order to make better estimation for the future trends in higher education, it would be better to work on the different scenarios. OECD CERI (Centre for Educational Research Institute) organized an experts meeting on “University futures and new technologies” and a discussion paper submitted at the end of these meeting mentions about six scenarios for universities (OECD/CERI, 2004).

In this study discussion will be made on these scenarios to understand the existing situation and expectation for the future.

Scenario 1 (Tradition will continue with some changes):

Universities will establish close coordination and relations between industry and business to improve their both teaching and research activities. There are significant studies to meet the manpower requirements of the business and industry sectors to ensure competency for work,

but it could not been fully achieved. The primary and secondary education is fully controlled by the government. Tertiary education also covers associated degree studies based on the cradle of intermediate manpower.

Scenario 2 (Entrepreneurial Approach):

The education system will be led by an entrepreneurial understanding. The education institutes will redesign their system to satisfy both their students and sectors of which they will be deployed as well as increase their income by the way research studies which draws attention of the industry. The number of the private education institutions will increase and probably a mixed public-private funding model would be established.

Scenario 3 (Education Sector in the Free market)

The private education institutes will expand in the near future and this trend will continue gradually. In this case the quality assurance and accreditation will become important under the competitive condition of the free market mechanism. The institution will start to become specialised by function in accordance to their commercial goals in the market. Some will focus on teaching or research, as some focuses on different type of students or delivery method such as distance education, adult education, lifelong learning etc. International education market will increase and internationally accepted education systems will be embraced.

Scenario 4 (Lifelong learning and open education):

Rapid change of the technology requires quick and continuous changes in the economic activities. Information and knowledge will be driving factor for all type of production lines. The business and industry will require competent and flexible manpower which have been equipped with updated and specialized information. The education institutes will assume a new role to assist professional development of the employees.

Scenario 5 (Global network of institutions):

The education is now market-driven and in particular universities are paying attention market requirements for their plans and investments for the future. Education sector started to use standard contents which has been prepared by close cooperation with industry and business world to fulfil their requirements.

Scenario 6 (Diversity of recognised learning – Disappearance of universities):

This scenario introduce a very tough situation which assuming conventional education system will replace with a new tradition. A continuous- lifelong education system based on the continuous professional development will replace the classical system. People learn required knowledge and gain skills and competencies using all available type of education facilities and learning methods from class teaching to distance learning.. Technology is an enabler with devices such as computer or smart phones for the distribution of information and knowledge.

It is understood that both education systems and the education institutions require to change in the next decades as a result of drastic changes in the business and industry. All the scenarios dictates changes in the education systems. It is necessary to make changes in different forms and different grades to support each scenarios. All public and private education regulatory authorities/planners/conductors should determine the most appropriate scenario for themselves and to take the measures required by this accepted scenario.

Common issues for all scenarios:

- Flexible rules and structures is necessary to respond continuously changing requirements.
- The education institutes should be managed with a commercial understanding.
- Institutions need to improve their financial system to survive.
- The institutes need to improve their coordination capabilities to achieve cooperation and collaborations with business and industry.
- The customer satisfaction will not be based only the students but also business and industry.
- Creation of a holistic education and training system is required for matching academic and vocational requirements (Demirel, 2015)
- 21st Century is information and innovation era and institutes in particular universities need to produce information and make research for innovation in support of business and industry.
- They should keep in mind that their primary task is to provision of qualified manpower required by respective business, industry, government and society (If they could not fulfil this task all partners will their own education and training systems).

3.6. NEW FORMS OF EDUCATION

Rapid changes in technology dictates a continues and lifelong education system adopt the people for new life and business style and new requirements of the business, industry and society. A new form of education system is required to assist independent learning, lifelong learning in particular assisting to compensate professional and cultural skills of the previous traditional stages of the education periods to adopt the people for new form/order of the world.

Advancements in technology continue to expand the possibilities for flexible, adaptable learning management systems (LMS). A modern LMS should give an opportunity to learner to access new knowledge using personal devices such as existing potential application of Instagram and WhatsApp.

Universities should critically examine their current model, develop a vision to define their mission based on the future model. It would be very hard to transform their structure in a short period and they should develop a transition plan.

Student affairs departments and admission procedures considering big changes in the students' structure (mid-age, new comers, professional courses) should be rearranged.

3.7. THE IMPORTANCE OF THE CONTENT OF THE ACADEMIC PROGRAMS

In the elementary and secondary education, the people who deliver the courses are called teacher, while in tertiary education they are called *lecturer*. The role of the lecturer in tertiary education is no longer teaching, but it is to introduce a specific subject and accustom the student to learn about and use this information. Here, lecturer has to act as a lecturer presenting in a conference. It would not be correct to limit the topics that a lecturer will present to a standard form and content.

There is a relation between each programme and the course content in the university education (L-6) to redound an ability to learners, such as;

- Application of math and science in related major area
- Understanding operation systems and ability to develop procedures and processes
- Analysis of the data, problem solving and decision making ability
- Ability of system design, development of components of systems
- Ability of designing conducting and research, and ability to analyse and interpretation of findings
- Identifying, formulating and evaluation problems to develop solution
- Conduct of effective communication

It seems very hard to achieve all these goals using a standard syllabus and bounded content. A lecturer should be free to design his/her content and delivery plan adding his/her acquis.

The teacher's role is essential in creating a high quality student experience and enabling the acquisition of knowledge, competences and skills. The diversifying student population and stronger focus on learning outcomes require student-centred learning and teaching and the role of the teacher is, therefore, also changing (ESG, 2015).

At the bachelor's level, the student:

- Frames a complex scientific, social, technological, economic or aesthetic challenge or problem from the perspectives and literature of at least two academic fields, and proposes a “best approach” to the question or challenge using evidence from those fields.
- Produces, independently or collaboratively, an investigative, creative or practical work that draws on specific theories, tools and methods from at least two academic fields.
- Explains a contemporary or recurring challenge or problem in science, the arts, society, human services, economic life or technology from the perspective of at least two academic fields, explains how the methods of inquiry and/or research in those disciplines can be brought to bear in addressing the challenge, judges the likelihood that the combination of disciplinary perspectives and methods would contribute to the resolution of the challenge, and justifies the importance of the challenge in a social or global context.

American higher education is marked by a commitment to wide access, to rich diversity, to *academic freedom* and its responsibilities, to broad liberal education as well as specialized learning, to civic education for a democracy, and to innovative, integrative, inquiry-focused and collaborative pedagogies (LUMINA, 2011).

Institutions should have processes for the *design and approval* of their programmes. The programmes should be designed so that they meet the objectives set for them, including the intended learning outcomes. The qualification resulting from a programme should be clearly specified and communicated, and refer to the correct level of the national qualifications framework for higher education and, consequently, to the Framework for Qualifications of the European Higher Education Area (EGS, 2015). It is important that university has the right to design and approval of their programme in coordination with the national qualification authorities (NQA) for harmonization of different programmes, but that does not mean a NQA are the approval authorities.

3.8. UNIVERSITY AND RESEARCH:

The research function of the universities is increasing gradually in the new world order. Research is also a significant factor to enhance financial capacity of the universities. This situation enforces universities to establish close links with society (in particular NGOs and civil societies), business and industry. The universities are going to be specialized in specific areas. Being the manufacturer of knowledge and producer of innovation, universities are also assuming the roles to create policies, procedures and processes for business and industry

Higher education institutions have primary responsibility for the quality of their staff and for providing them with a supportive environment that allows them to carry out their work effectively. Such an environment (EGS, 2015);

- Sets up and follows clear, transparent and fair processes for staff recruitment and conditions of employment that recognise the importance of teaching;
- Offers opportunities for and promotes the professional development of teaching staff;
- Encourages scholarly activity to strengthen the link between *education* and *research*;
- Encourages innovation in teaching methods and the use of new technologies.

These developments also affects the manner of creation of the academic programmes. Universities are now developing and continuously updating their academic programmes taking into requirements of the industry and keeping up with the new technologies.

3.9. UNIVERSITY GOVERNANCE

Until the last quarter of the 20th century, many European universities had been primarily governed by academics, and the state acted as a buffer protecting higher education institutions and academics from the interference of external interests (Neave, 2012) and held ruling power over non-academic matters.

Explores approaches to effective leadership and strategic management in the twenty-first century university that recognize and respond to the perceptions and attitudes of university leaders toward institutional structures. It examines the differences between treating universities as businesses and managing universities in a business-like manner, what kinds of leadership will best address challenges, and how to gain consensus among constituents that change is needed. From historical background to modern e-learning techniques, we look at governance to find systems that are effectively structured to balance the needs of students, educators, administrators, trustees, and legislators (Dennis. 2003).

Any type of governance model for universities may be suitable considering the mission, role and capacity of the institute but the model will be selected must be appropriate for allowing autonomy of universities which is required to create free thinking environment which allows creation of invention and innovation.

4. CONCLUSION

The university autonomy consists of four elements; Organizational, Financial, Staffing and Academic autonomies. All elements of autonomy are interconnected and integrated each other. University autonomy may not be evaluated without taking into account after all these dimensions.

4.1. ORGANISATIONAL AUTONOMY

Many governments changed their legal applications concerning university autonomy related to the organizational applications. This changes generally increased participation of external members in the university governing bodies as in line with strategic management concept. As some countries has enhanced organizational autonomy of universities, some like Turkey and Bulgaria has made changes contrary to organizational autonomy. In such countries state control over university seriously increased and created negative impact on university management. In particular increase of government financial control has caused many constrains on autonomy of for universities.

4.2. FINANCIAL AUTONOMY

Financial autonomy is important for universities to make plans and conduct to reach their strategic aims and objectives which shapes their policy and operations. Not only the state universities but also private universities have been affected from tight financial control of the governments. Tuition fees is the most important element of financial autonomy. The political choices of the governments could be easily reflected to financial structure of university and this situation may hamper their financial autonomy.

The government controls financial sources of a state university. Once university loses its financial autonomy it is very easy for the government to canalize the university in according to government policies. Unless state university has financial autonomy, it is not possible to mention about university autonomy. The tighter administrative and financial control of government directly affect not only the states but also private universities and this situation may cause steering of university in line with government's politic preferences

4.3. STAFFING AUTONOMY

Staffing autonomy means university has the right of selection of academic staff which directly affects quality of teaching and research. There is not a problem on this issue in the democratic countries, but in the other countries there is a great variety of rules and restrictions applying to recruitment and salary setting. In the most countries university academic staff are in the civil servant status and this situation create a negative effect on both salaries and freedom of speech of the academician.

4.4. ACADEMIC AUTONOMY

As a result of continued transition process in the academic system, accreditation, institutional internal and external quality assurance become highly important even inevitable. Actually creation of additional systems like administrative audits by the government will not contribute the improvement of standardization but hamper the academic autonomy. The government agencies increased their control universities using the gradually increasing detailed inspections which created unbearable administrative workload and restrained freedom to revise their academic activities

In the most countries, introduction of new degree programmes even revise of existing programmes requires some form of approval from a public agency. The higher education agencies started to assume control role beyond their governing functions. This create hardship to review and redesign academic programmes to meet the new requirements of the industry.

The national governments are creating direct and indirect steering mechanisms to take over the control of universities, generally using the standardization as an excuse. The continuous and heavy reporting systems and biannual site-visit type inspections based on standardization is now became another tool to establish control on private universities. Now higher education is in a dilemma between autonomy and standardization which have being used as a tool to establish a tighter control over universities

It is strongly believed that institutional external quality assurance practices will be sufficient instead of settling tight rules for adaption of new programmes. This will also assist to protection of academic autonomy.

4.5. SURVIVAL AND SUSTAINABILITY OF UNIVERSITIES

Financial sources are the key issue for survival of an institution as well as providing autonomy. Without surviving an institute it is impossible to create a sustainable development. The formal autonomy of university is a significant indicator of democracy in developed societies. Unfortunately in some countries even in well-developed Western countries, previously granted autonomy is going to be reduced. The public funds is still the important tool to control public universities.

The only way to survive and secure a sustainable development in the universities is to find financial sources which are independent from the government. This will change the operation of a university like a commercial facility.

4.6. GOVERNANCE OF UNIVERSITY

De Boer and Denters (1999) use the term institutions of university governance to refer to the rules and formal procedures pertaining to the making of decisions on policies and their implementation within universities.

The dominance of academician on the governance of university has finished in the 21st century due to development in the financial, political and socio-cultural situation. The university governance are shaping as a business management model and leadership is now in the hands of the managerial professionals. There is no way to change this situation but the importance of autonomy of university should be protected. Governance in the higher education institutes is becoming a most complicated issue.

Managing a university, variously described as 'monadic chaos' or 'organised anarchy', is a redoubtable challenge. Of all issues currently under discussion in the world of higher education, few are more controversial than those pertaining to the institutions of governance (Neave 1988). It is clear that the governance of universities using conventional management procedures will not be acceptable in the 21st century. A dynamic and flexible governance system to adopt new technologic developments will be the governance model for the future universities.

We can never deny the importance of standardization today. However, we should avoid using standardization as a tool to hamper academic freedom.

REFERENCES:

- Aghion, P., Dewatripont, M., Hoxby, C. M., Mas-Colell, A. and A. Sapir (2009) The governance and performance of research universities: evidence from Europe and the U.S. (Vol. Working Paper 14851): National Bureau of Economic Research.
- Amaral, A. and Magalhães A. (2001) 'On markets, autonomy and regulation the Janus Head revisited', *Higher Education Policy*, 14(1), 7–20.
- Amaral, A., Tavares, O. and C. Santos (2013) 'Higher education reform in Portugal: A historical and comparative perspective of the new legal framework for public universities', *Higher Education Policy*, 26, 5–24.
- Blackmore, J., Brennan, M. and L. Zipin (2010) 'Re-positioning university governance and academic work: an overview', in J. Blackmore, M. Brennan and L. Zipin (eds) *Re-positioning University Governance and Academic Work* (pp. 1–16) (Rotterdam: Sense Publishers).
- De Boer, H., Enders, J. and L. Leisyte (2007) 'Public sector reform in Dutch higher education: the organizational transformation of the university', *Public Administration*, 85(1), 27–46.
- Demirel E. (2015). A study on the Future Universities. TOJNED (The Online Journal of New Horizon in Higher Education) Volume: 5 Issue: 3 ISBN: 2146 7374
- Dennis, J. G., Bhoendradatt T.A. and White J.Q. (2003) 'Governance in the twenty-first-century university: approaches to effective leadership and strategic management', *ASHE-ERIC Higher Education Report*, 30(1). ISBN10: 078797174X ISBN13: 9780787971748
- Dill, D., Teixeira, P., Jongbloed, B. and A. Amaral (2004) 'Conclusion', in P. Teixeira, J. Jongbloed, D. Dill and A. Amaral (eds) *Markets in Higher Education: Rhetoric or Reality?* (pp. 327–353) (Dordrecht: Springer).
- Enders, J., de Boer, H. and E. Weyer (2013) 'Regulatory autonomy and performance: the reform of higher education re-visited', *Higher Education*, 65(1), 5–23. doi: 10.1007/s10734-012-9578-4.
- Estermann T. and Nokkala T. (2009) *University Autonomy in Europe I, Exploratory Study*, European University Association ISBN: 9789078997160
- ESG, (2015). *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area* ISBN: 978-9-08-168672-3
- Harry De Boer H. and Denters B, (1999). *Analysis of institutions of university governance* | Springer Link https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-015-9263-5_10
- European Commission, (2017). *Quantum Technologies Flagship Final Report High-Level Steering Committee 28 June 2017* <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/quantum-flagship-high-level-expert-group-publishes-final-report>
- Ferlie, E., Musselin, C. and G. Andresani (2009) 'The governance of higher education systems: a public management perspective', in C. Paradeise, E. Reale, I. Bleiklie and E. Ferlie (eds) *University Governance: Western European Comparative Perspective* (pp. 1–19) (Dordrecht: Springer).
- Frank Diana Combinations and Disruption. REIMAGINING THE FUTURE Journey Through the Looking Glass August 12, 2014 <https://frankdiana.net/2014/08/12/combinations-and-disruption/>
- Leonhard G., (2017). *The digital transformation of business and society, and its impact on the shipping, ports and maritime industries by 2030*, Digital-Transformation-Ports-2030-IAPH-Conference 29th World Port Conference 2015 , Hamburg file:///H:/WOMAN%20IN%20DIGITAL%20AGE/Digital-Transformation-Ports-2030-IAPH-Hamburg-Futurist-Gerd-Leonhard-Public-web.pdf (Retrieved on 29.01.2019)

- LUMINA (2011). Degree Qualification Profiles
<https://www.luminafoundation.org/files/resources/dqp.pdf> Accessed January 27th, 2020
- Marginson, S. and M. Considine (2000) *The Enterprise University: Power, Governance and Re-invention in Australia* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Meek, L. (2003) ‘Introduction’, in A. Amaral, V. L. Meek and I. M. Larsen (eds) *The Higher Education Managerial Revolution?* (pp. 1–29) (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Moodie, G. C. and R. B. Eustace (1974) *Power and Authority in British Universities* (Oxford: Allen and Unwin).
- Neave, G. (2012) ‘Change, leverage, suasion and intent: an historical excursion across three decades of change in higher education’, in *Western Europe Managing Reform in Universities — The Dynamics of Culture, Identity and Organizational Change*, Palgrave Macmillan (pp. 19–40)
- OECD/CERI, (2008): ‘Discussion Paper: Six Scenarios for Universities’, OECD/CERI Experts Meeting on ‘University futures and new technologies’ 2008
<http://.oecd.org/edu/ceri/38038292.pdf> Accessed August 27th, 2019
- Olson, G. A. (2009) ‘Exactly what is “Shared Governance”?’ *The Chronicle of Higher Education*, July 23, 2009, <http://chronicle.com/article/Exactly-What-Is-Shared/47065/>
- Pelton J. N., (2019). *Preparing for the Next Cyber Revolution; How Our World Will Be Radically Transformed– Again!*, Springer Nature, ISBN 978-3-030-02136-8 ISBN 978-3-030-02137-5 (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02137-5>
- Privot E. N. and Estermann T., (2017). *University Autonomy in Europe III: The Scorecard 2017* <https://eua.eu/resources/publications/350:university-autonomy%C2%A0in-europe-iii-%C2%A0the-scorecard-2017.html>
- Regulatory State (Wikipedia) https://en.wikipedia.org/wiki/Regulatory_state
- Ritzen, J. (2011) *A Framework for Scoring the Empowerment of Universities in the EU Member States*. Paper presented at the *University Policy for Strengthening Competitiveness and Social Cohesion*, Maastricht
- Souto-Otero M. (eds) *The Palgrave International Handbook of Higher Education Policy and Governance*, Palgrave Macmillan, London DOI https://doi.org/10.1007/978-1-137-45617-5_22 Print ISBN: 978-1-349-57709-5 Online ISBN: 978-1-137-45617-5
- Standardization <https://en.wikipedia.org/wiki/Standardization>
- Veiga A., Magalhães A., Amaral A. (2015) *From Collegial Governance to Boardism: Reconfiguring Governance in Higher Education*. In: Huisman J., de Boer H., Dill D.D.

DÖNER PALETLİ TÜRBİNLERDE YAĞLAMANIN PERFORMANSA ETKİSİ EFFECT OF LUBRICATION ON PERFORMANCE OF ROTARY VANE EXPANDERS

Mehmet Çağatay TAŞKIN
Doç. Dr. Öğr. Üyesi Melih OKUR
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Döner paletli türbinler, kompresörler ve benzer şekilde pompalar gibi sistemler uzunca bir süredir endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Döner paletli türbinlerde, akışkanın genişletilmesi işlemi palet ve rotor kaynaklı dönel hareket vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Bahse konu türbin çeşidinde rotor, mil vasıtasıyla dönen parça, gövdeye eksantrik olarak yerleştirilmiş olup böylelikle rotor daima silindirin iç yüzeyine temas etmektedir. Rotorun dönel hareketi (merkezkaç kuvveti) ile üzerinde yer alan palet veya kanatçıklar aracılığıyla birbirinden ayrılmış hücreler meydana gelmektedir. Rotorun dönel hareket yönü ve emme-genleşme portlarının konumlarına göre, silindir içine alınan ve değişen hücre hacimleri nedeniyle emilen akışkan, rotor dönmeye devam ettikçe hacmi değişen hücreler vasıtasıyla genişletilmekte ve böylelikle iş elde edilmiş olmaktadır.

Palet taşıyan döner kompresörler ve türbinler üzerinde yapılan çalışmalar halen devam etmekte olup, sistemin parçaları veya bütünü üzerinde araştırma ve geliştirmeye yönelik çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu çerçevede, üzerinde çalışma yapılan hususlar arasında rotor, gövde ve palet yapısı ile bunların boyutları ve geometrilerine ilişkin tasarımsal özellikler; emme-sıkıştırma (genleştirme) portları için kullanılan farklı valf türleri; palet-rotor veya rotor-gövde arasında oluşan sürtünmeler ve buna bağlı olarak oluşan kayıplar gibi çeşitli konular yer almaktadır.

Bu çalışmada, turbo döngüsel bir motor olan ve özgün bir yapıya sahip Pars motor türbinin yağlamaya bağlı performans değişikliği deneysel olarak incelenmiştir. Dönen ve sürtünen parçalar arasındaki aşınma, ısı oluşumu ve basınç kaçakları gibi nedenlerden dolayı türbin performansı olumsuz yönde etkilenmektedir. Yapılan çalışmada, 22,6 cc hacme sahip çift kademeli döner gövdeli türbinin, yağlama uygulaması ile performansında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu kapsamda, türbin performansının ölçülmesi için gerekli parametreler belirlenerek dinamometre, yük hücresi, debimetre, devir ölçerden oluşan sistem yardımı ile elde edilen veriler karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Turbo Döngüsel Motor, Döner Paletli Türbin, Yağlama

ABSTRACT

Systems such as rotary vane expanders, compressors and pumps have been used in industrial applications for a long time. In rotary vane expanders, the expansion of the fluid is carried out by rotary motion originating from the vane and rotor. In that kind of expander, the rotor rotating through the shaft is placed eccentrically in the body, so that the rotor always contacts the inner surface of the cylinder. With the rotational movement (centrifugal force) of the rotor, cells are separated from each other by means of vanes or blades located on it. Depending on the rotary direction of rotation of the rotor and the positions of the suction-expansion ports, the fluid absorbed due to the changing cell volumes is expanded and the work is achieved by changing the volume as the rotor continues to rotate.

Studies on rotary compressors and expanders carrying vanes are still ongoing, and various applications are carried out for research and development on the parts or the whole of the system. Therefore, the subjects studied are the rotor, body and pallet structure, and their design features regarding their dimensions and geometries; different valve types used for suction-compression (expansion) ports; friction between the pallet-rotor or rotor-body and the losses associated with it.

In this study, the performance change due to the lubrication of the expander in the Pars engine, which is a turbo-cyclical engine and has a unique structure, has been investigated experimentally. Expander performance is adversely affected due to reasons such as abrasion, heat build-up and pressure leaks between rotating and friction parts. In the study, the changes in the performance of the double stage revolving outer body expander with a volume of 22.6 cc, with lubrication application were examined. In this context, the parameters required for measuring expander performance were determined and the data obtained with the help of the system consisting of dynamometer, load cell, flow meter, tachometer were compared and interpreted.

Keywords: Turbo Rotary Engine, Rotary Vane Expander, Lubrication

1.GİRİŞ

Döner paletli (kanatçıklı) türbinler, kompresörler (ve benzer şekilde pompalar), uzunca bir süredir endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Sistemin karşılaması talep edilen özelliklerine göre (çıkış basıncı, güç, debi, devir vb.) diğer türbin, kompresör (ve pompa) türlerine kıyasla avantajlı ve dezavantajlı olduğu kısımlar bulunan döner palet uygulamalarının geçmişi eskiye dayanmaktadır.

Kayar paletli bir pompaya ilişkin ilk açıklama ve tarif 16. yüzyılda, İtalyan mühendis Agostino Ramelli'nin yazdığı kitapta yer almaktadır [1]. İngilizceye "*The various and ingenious machines of Captain Agostino Ramelli*" adıyla çevrilen kitapta, Ramelli'nin çeşitli problemler için ortaya koyduğu mekanik çözümler yer almaktadır [2]. Döner paletli pompalar için ilk patent Charles C. Barnes tarafından 1874 yılında alınmış olup burada temel olarak büyük bir boşluğun içerisinde dairesel hareket eden bir rotor yer almaktadır [3, 4].

Döner kanatçık taşıyan kompresör ve türbinler üzerinde yapılan çalışmalar devam etmekte olup bu çerçevede, sistemin parçaları veya bütünü üzerinde araştırma ve geliştirmeye yönelik çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmekte ayrıca bunlara ilişkin patent işlemleri sürdürülmektedir.

Paletli türbinler (ve döner gövdeli türbinler) üzerinde yapılan çeşitli deneysel ve teorik incelemeler kapsamında; Subiantoro ve Ooi, döner paletli türbin üzerinde gerçekleştirdikleri uygulamalarında farklı çalışma basınçları, akış hızları ve sızıntıların türbin performansı üzerindeki etkilerini incelemiş ve çeşitli teorik modeller geliştirmiş [5, 6] olup ayrıca üzerine sabitlenmiş paletli rotor ile silindirin rotorla hareket ettiği türbin modelinin deneysel incelemesini Yap ile birlikte gerçekleştirmişlerdir [7]. Ayrıca farklı akışkanların kullanıldığı soğutma sistemlerinde ve kritik nokta üstü soğutma çevrimlerinde yer alan döner paletli türbinler çalışmalara konu olmuştur. Bu çerçevede kanatçık hareketinin termodinamik prosesi ve performansı incelenmiş, enerji kazanımı için geliştirilen genişletici modeli ile soğutma sisteminin kapasitesini artırmak için kısma vanası yerine kullanılması analiz edilmiştir [8 – 10]. Diğer yandan, organik rankine çevrimi sistemleri içerisindeki paletli türbinlerin deneysel ve nümerik analizleri yapılmış, simülasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir [11, 12].

Öte yandan, Bellmer tarafından sistemin kapasitesini değiştirmek için boşaltma ve yükleme kontrollerine sahip için döner paletli kompresörlere ilişkin çalışma yapılmıştır. Ayrıca yine Bellmer, tek bir rotor ile tek aşamalı veya çok aşamalı sıkıştırma sağlayabilen çok odalı döner paletli kompresörler üzerinde çalışmıştır [13]. Cassidy, otomotiv klima sistemleri için kullanılan döner paletli kompresörler üzerinde incelemeler yapmış olup kanatçıkların akışkan aracılığıyla oda duvarlarına yaptığı basınç incelenmiş ve döner kanatçıkların yataklarının yağlanması geliştirilmesi amaçlanmıştır [14]. Döner kompresörlerde kanatçıklara yönelik manyetik retraktör kullanımı Roberts tarafından incelenmiştir [15]. Otomotiv klima sistemlerinde kullanılan döner kompresörlere ilişkin diğer bir çalışma Brucken tarafından yapılmış olup söz konusu çalışmada serbest kanatlı değişken kapasiteli kompresör uygulaması bağlamında soğutucu kompresörün özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır [16]. Diğer yandan, döner kompresörlerin yağlamasına ilişkin de çalışmalar da yapılmakta olup Yamada, Morikawa, Fujio, Yoshihiro, Matsuda, Taguchi yaptıkları çalışmalarında, yağlama yağının palet kanallarına doğru sürekli beslenmesi ve kompresörün yeniden çalıştırılmasında yağlama yağının sıkıştırılmasının önlenmesi, gelişmiş tipte bir döner paletli kompresör geliştirilmesi hedeflenmiştir [17]. Döner paletli kompresörlerde emme geçiş alanı, boşaltma hızı gibi özelliklerle ilgili olarak emme port ayarlı kompresörlere ilişkin geliştirme çalışmaları Maruyama ve arkadaşları tarafından yapılmıştır [18]. Vaisman tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, giriş ve çıkış portları arasında yerleştirilen ekonomizer portu ile döner kompresörde soğutma kapasitesinin azaltılması aracılığıyla rotorun çektiği gücün azaltılması planlanmıştır [19]. Döner paletli kompresörlerde çeşitli etkilerin kompresör üzerindeki etkilerine ilişkin araştırma Kruse tarafından yapılmış olup özellikle sisteme verilen yağ miktarı, kanat ucu sürtünmesi ve aşırı veya düşük sıkıştırma durumlarının sistem üzerinde etkileri incelenmiştir [20]. Huang ve Yang tarafından yapılan bir çalışmada ise, kompresörün emme ve sıkıştırma zamanlarında, kanatçık bölümlerindeki hava basıncının ölçümünün iyileştirilmesi hedeflenmiş [21] olup, kanat yüzeyindeki sürtünme kaynaklı basınç farkının ortadan kaldırılmasına ilişkin tasarlanan sabit kanatlı döner kompresörlere yönelik çalışma ise Tan ve Ooi tarafından gerçekleştirilmiştir [22].

Bu çalışmada, turbo döngüsel bir motor olan ve özgün bir yapıya ve 22,6 cc hacme sahip Pars motor türbinin yağlamaya bağlı performans değişikliği deneysel olarak incelenmiş, elde edilen veriler karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

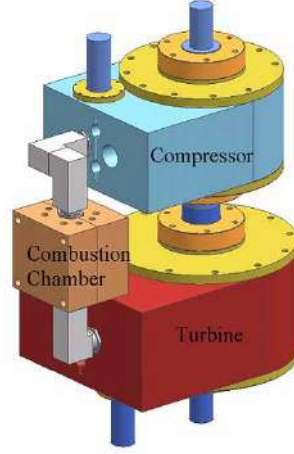
2. TURBO DÖNGÜSEL MOTORLAR VE DÖNER PALETLİ TÜRBİNLER

Geçmişten günümüze birçok termodinamik çevrim ve motor türü geliştirilmiştir. Bu çerçevede, tork ve güç eldesi için pistonlu motorlar, gaz türbinleri ve döngüsel motorlar gibi sistemler ortaya çıkmış olup söz konusu sistemlerin ayrı ayrı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Klasik pistonlu motorlar çok sayıda ve karmaşık yapıda parça ihtiva etmekte döngüsel motorlar ise daha basit tasarımlı yapılarıyla öne çıkmakta ve daha az sayıda parçadan oluşarak daha düşük atalet kuvvetlerine sahip bulunmaktadır. Ayrıca gaz türbinlerine benzer şekilde piston tipi motorlara göre daha yüksek motor hızlarına çikabilmektedir.

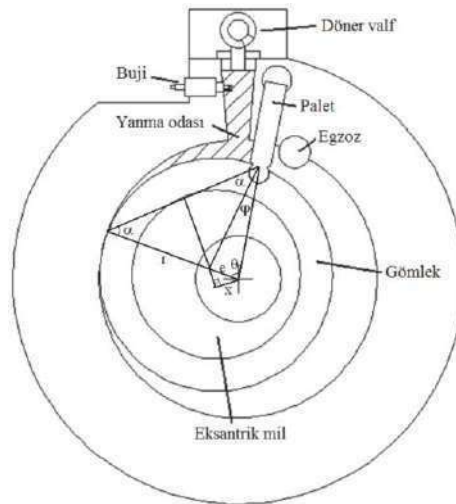
Döner paletli sistemler, döngüsel motor sistemlerinde temel bileşenlerden olup dolayısıyla söz konusu motorlar üzerinde yapılan incelemeler ve geliştirmeler, doğrudan veya dolaylı olarak döner paletli kompresörler ve türbinler ile ilişkili olabilmektedir. Nitekim bu çalışmada, turbo döngüsel bir motor olan ve ayrı bir patente sahip Pars Motor [23, 24] sistemi kapsamındaki türbin baz alınmıştır. Söz konusu motor sistemi ve türbin üzerinde geliştirme çalışmaları

devam etmekte olup bu çerçevede, döner valf ve elektromanyetik valf uygulamalarının döner paletli türbin gücüne etkisi Okur ve Şahin tarafından incelenmiş [25], benzer şekilde turbo döngüsel motorda kullanılan türbin performansının farklı buji konumlarına göre değişimi Okur, İçingür ve Akmandor tarafından incelenmiştir [26]. Pars motor, Şekil 1’de gösterildiği şekilde temel olarak kompresör, türbin ve yanma odasından oluşmaktadır.



Şekil 1: Pars motorun yapısı [27]

Pars motor sisteminde yer alan kompresör ve türbin aynı yapıda olup kompresörde emme ve sıkıştırma strokları oluşurken türbinde ise genişleme ve egzoz strokları gerçekleşmektedir [28]. Türbin (ve benzer şekilde kompresör) temel olarak gövde, palet (kanatçık) ve rotordan oluşmaktadır. Burada rotor piston olarak görev yapmakta; palet, basınçlı ve basınçsız bölgeyi birbirinden ayırmakta ve gövde kapalı hacim oluşturmaktadır olup silindirik bir yapıya sahiptir [28]. Şekil 2’de Pars motor türbinin parçaları yer almakta olup temel geometrik kaidelerden faydalanılarak motor momenti hesaplamaları yapılmıştır [25, 29]. Bu çerçevede döndürme momenti (H) Eşitlik 1 aracılığıyla hesaplanabilmektedir.



Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı. [25]

$$H = h \cdot r^2 \cdot p \cdot C \cdot (1 + C \cdot \sin^2 \Theta - \cos \Theta \cdot \sqrt{1 - \epsilon^2 \cdot \sin^2 \Theta}) \quad (1)$$

Eşitlik 1’de yer alan h rotor derinliği, r rotor yarıçapı, p basınç, ϵ eksantriklik oranı, Θ rotor açısıdır.

Güç (N) için ise Eşitlik 2’den faydalanılabileceği değerlendirilmektedir [29].

$$N = H \cdot \omega = H \cdot (\pi \cdot n) / 30 \quad (2)$$

Burada n devir olmak üzere gücün devirle değiştiği görülmektedir. Bu kapsamda, bildiriye konu döner paletli türbinin yağlama ile performansında oluşan değişimler incelenirken türbin devrinde oluşan değişimler temel alınmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Deney uygulamaları, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılmış olup deney seti aşağıda yer alan unsurlardan oluşmaktadır:

- Hermetik kompresör (5 bar kapasiteli olup dış kaynaktan ayrı bir kompresör grubundan beslenmektedir)
- Çift kademeli döner gövdeli paletli türbin (22, 6 cc hacimlidir)
- Türbin içine alınan hava akışkanının debisini ölçen debimetre
- Dinamometre-yük hücresi
- Devirölçer

Şekil 3’te deney düzeneği görülmektedir.



Şekil 3: Deney düzeneği

Deneylerde kullanılan yağ madeni motor yağı olup temel fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1’de görülmektedir:

Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Görünüm	Oda sıcaklığında sıvı
---------	-----------------------

Renk	Kehribar rengi
Koku	Hafif hidrokarbon
Akma noktası	-36 °C (Metod: ASTM D97)
İlk kaynama noktası ve kaynama aralığı	>280 °C
Parlama noktası	230 °C (Metod: ASTM D92 (COC))
Yoğunluk	881 kg/m ³ (15 °C) (Metod: ASTM D4052)
Kendiliğinden tutuşma sıcaklığı	>320 °C
Kinematik viskozite	109 mm ² /s (40 °C) (Metod: ASTM D445) 14,7 mm ² /s (100 °C) (Metod: ASTM D445)

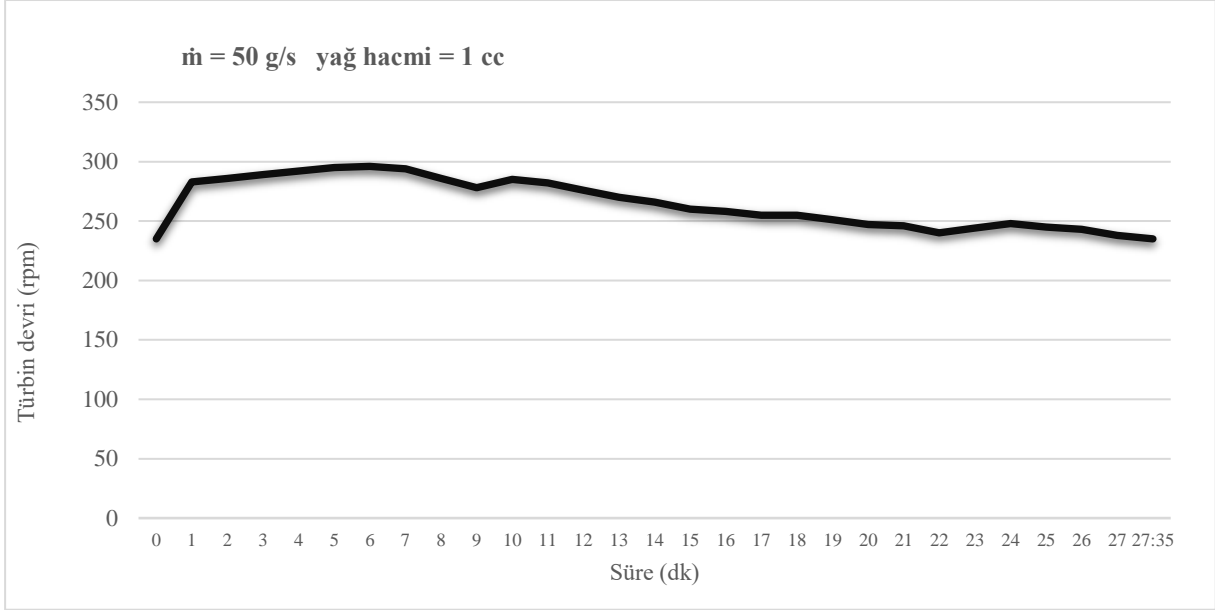
Oluşturulan deney setinde, dış kaynaktan beslenen kompresör vasıtasıyla hava basınçlandırılarak türbine iletilmekte ve türbinin iş yapması sağlanmakta olup yapılan deneylerde çeşitli debi, yağ hacmi ve türbin başlangıç devirlerinin kombinasyonlarında döner gövdeli türbine genel itibariyle endüstride uygulandığı şekilde yağlama merkezden gerçekleştirilmiştir. Seçilen sabit kütleli debi değerlerinde öncelikle yağsız olarak çalıştırılan türbine, farklı başlangıç devirlerinde yağlama gerçekleştirilmiştir. Seçilen başlangıç devrinde yağlama gerçekleştirildikten sonra türbin devrinde ortaya çıkan artış ve değişimler gözlenmiş ve türbinin tekrar başlangıç devrine dönmesiyle bir deney çevrimi tamamlanmıştır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Türbin performansına yağlamanın etkisinin görülmesi için dört dizi deney çevrimi yapılmıştır. İlk iki deneyde türbin giriş debileri sabit tutularak (50 g/s) yağlama miktarları (1 cc ve 2 cc) değiştirilmiştir. Son iki deneyde ise yağlama miktarları sabit tutularak (1 cc) türbin giriş debileri (75 g/s ve 100 g/s) değiştirilmiştir. Tablo 2’de Deney 1’e ait parametreler ve Şekil 4’te de Deney 1’in grafiği görülmektedir.

Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Kütleli debi (g/s)	50 ± 1
Yağ hacmi (cc)	1
Kompresör basıncı (bar)	0,8
Başlangıç devri (rpm)	235
Ortam sıcaklığı (°C)	15
Çevrim süresi (dk)	27:35



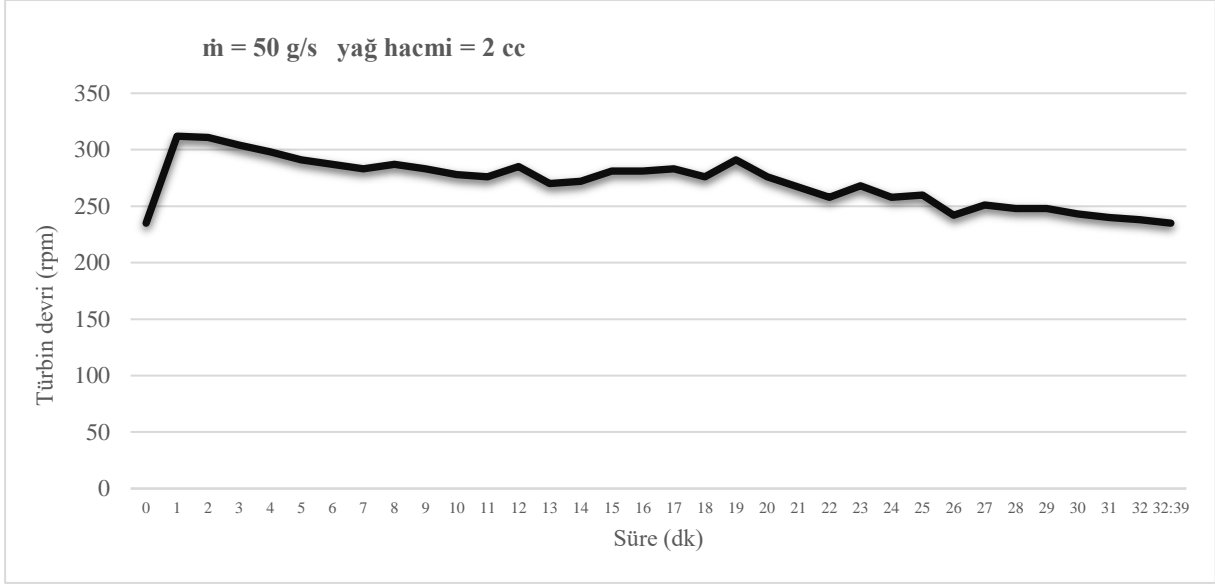
Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Gerçekleştirilen Deneysel 1 çevriminde, yağlama yapıldıktan sonra ilk 1 (bir) dk içerisinde türbin devrinin 283 rpm'ye yükseldiği ve bu yükselişin %20,42 lik bir artışa tekabül ettiği görülmüştür. Buna ilave olarak, 6. dk içerisinde 296 rpm ile maksimum türbin devrine çıkıldığı (başlangıç devrine göre %25,96 lik artış) ve 4. ila 8. dakikalar arasında (bu dakikalar dahil) türbin devrinin 292 rpm – 286 rpm arasında seyrettiği tespit edilmiştir. Bahse konu aralık için türbin devir artışı % 24,25 - % 21,7 olmuştur. Türbin devrinin yüksek seyrettiği bu aralık, toplam çevrim süresinin yaklaşık % 15'ine karşılık gelmektedir.

Deneysel 2 çevriminde ise Deneysel 1'deki şartlar korunmuş olup yağ miktarı iki katına çıkarılmıştır. Tablo 3'te Deneysel 2'ye ait parametreler ve Şekil 5'te de Deneysel 2'nin grafiği görülmektedir.

Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Kütleli debi (g/s)	50 ± 1
Yağ hacmi (cc)	2
Kompresör basıncı (bar)	0,8
Başlangıç devri (rpm)	235
Ortam sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	15
Çevrim süresi (dk)	32:39



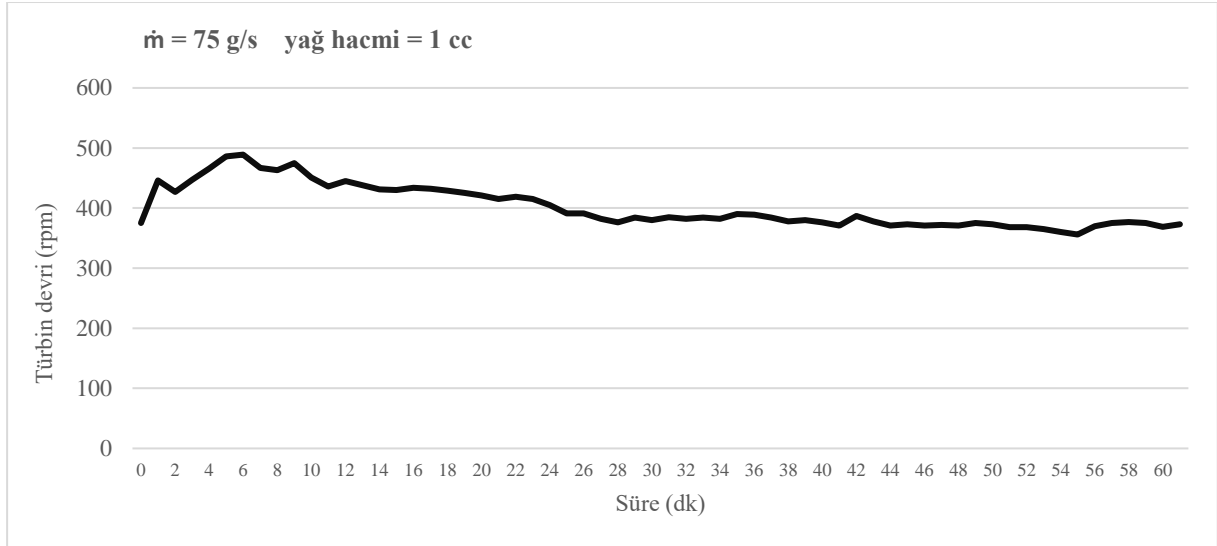
Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Burada yağlama yapıldıktan sonra ilk 1 (bir) dk içerisinde türbin devrinin 312 rpm'ye yükseldiği ve bu yükselişin %32,77 lik bir artışa tekabül ettiği görülmüştür. Bununla birlikte yine maksimum türbin devrinin de bu değer olduğu saptanmıştır. İlave olarak, 1. ila 9. dakikalar arasında (bu dakikalar dâhil) türbin devrinin 312 rpm – 283 rpm arasında seyrettiği tespit edilmiştir. Bahse konu aralık için türbin devir artışı % 32,77 - % 20,42 olmuştur. Türbin devrinin yüksek seyrettiği bu aralık, toplam çevrim süresinin yaklaşık % 25'ine karşılık gelmektedir.

Deney 3 çevriminde ise Deney 1'deki yağlama miktarı korunmuş olup türbin giriş debisi %50 artırılmıştır. Tablo 4'te Deney 3'e ait parametreler ve Şekil 6'da da Deney 3'ün grafiği görülmektedir.

Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Kütleli debi (g/s)	75 ± 1
Yağ hacmi (cc)	1
Kompresör basıncı (bar)	1
Başlangıç devri (d/d)	375
Ortam sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	15
Çevrim süresi (dk)	60:53



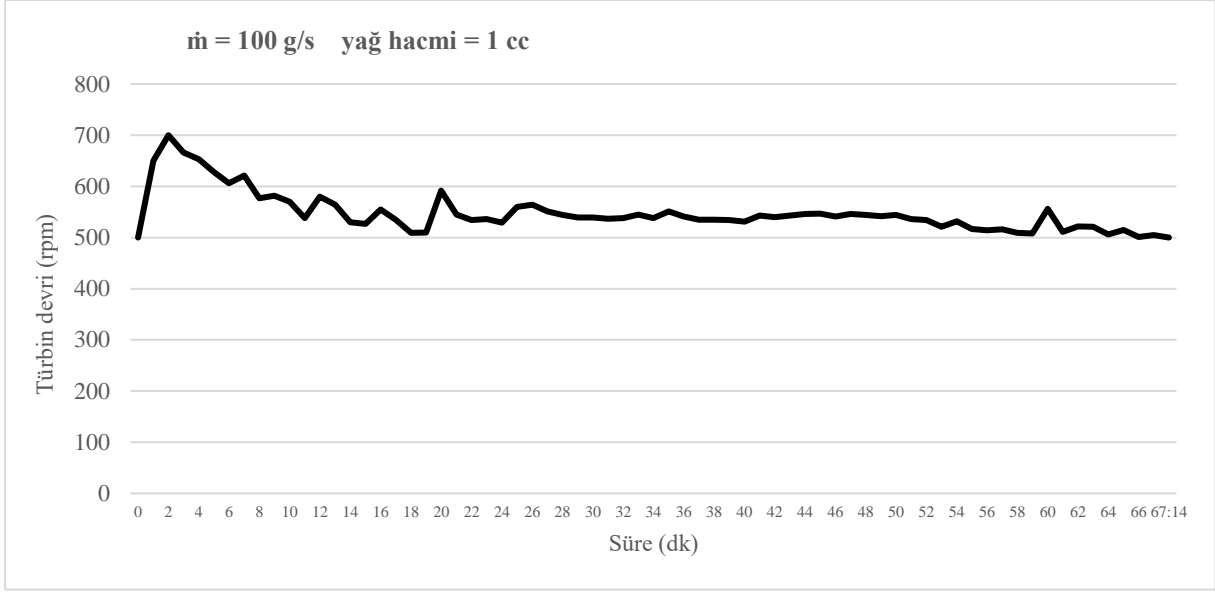
Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Gerçekleştirilen üçüncü deney çevriminde, yağlama yapıldıktan sonra ilk 1 (bir) dk içerisinde türbin devrinin 446 rpm'ye yükseldiği ve bu yükselişin %18,93 lük bir artışa tekabül ettiği görülmüştür. Buna ilave olarak, 6. dk içerisinde 489 rpm ile maksimum türbin devrine çıkıldığı (başlangıç devrine göre %30,4 lük artış) ve 4. ila 9. dakikalar arasında (bu dakikalar dahil) türbin devrinin 466 rpm – 475 rpm arasında seyrettiği tespit edilmiştir. Bahse konu aralık için türbin devir artışı % 24,26 – % 26,66 olmuştur. Türbin devrinin yüksek seyrettiği bu aralık, toplam çevrim süresinin yaklaşık % 8'ine karşılık gelmektedir.

Deney 4 çevriminde ise Deney 1'deki yağlama miktarı korunmuş olup türbin giriş debisi iki katına çıkarılmıştır. Tablo xxx'de Deney 4'e ait parametreler ve Şekil xxx'de de Deney 4'ün grafiği görülmektedir.

Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

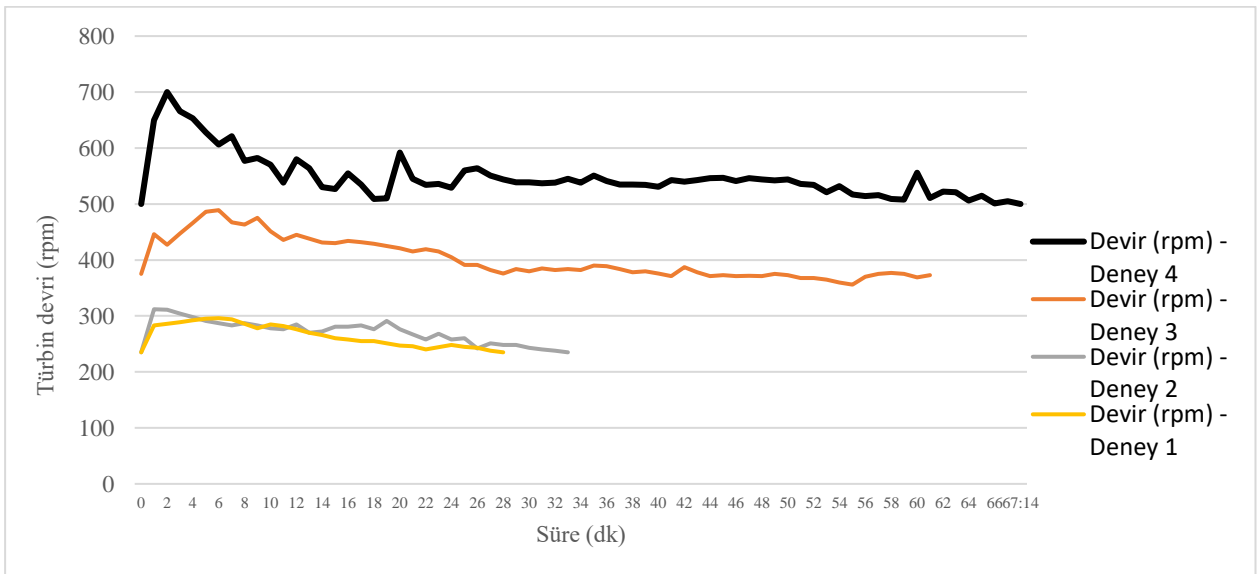
Kütleli debi (g/s)	100 ± 1
Yağ hacmi (cc)	1
Kompresör basıncı (bar)	1,25
Başlangıç devri (rpm)	500
Ortam sıcaklığı (⁰ C)	15
Çevrim süresi (dk)	67:31



Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Gerçekleştirilen dördüncü deney çevriminde, yağlama yapıldıktan sonra ilk 1 (bir) dk içerisinde türbin devrinin 650 rpm'ye yükseldiği ve bu yükselişin %30 luk bir artışa tekabül ettiği görülmüştür. Buna ilave olarak, 2. dk içerisinde 700 rpm ile maksimum türbin devrine çıkıldığı (başlangıç devrine göre % 40'luk artış) ve 1. ila 7. dakikalar arasında (bu dakikalar dahil) türbin devrinin 650 rpm – 621 rpm arasında seyrettiği tespit edilmiştir. Bahse konu aralık için türbin devir artışı % 30 – % 24,2 olmuştur. Türbin devrinin yüksek seyrettiği bu aralık, toplam çevrim süresinin yaklaşık % 9'una karşılık gelmektedir.

Şekil 8'de tüm deneylerin grafikleri görülmektedir.



Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

5. DEĞERLENDİRME

Sonuç itibariyle yapılan deneylere istinaden elde edilen veriler incelendiğinde;

- Yağlama ile birlikte tüm uygulamalarda türbin devirlerinde artış gerçekleştiği ve türbin devirlerinde % 25,96 ila % 40 oranlarında maksimum yükseliş sağlandığı,
- Toplam çevrim sürelerinin % 8 ila %25'lik kısımlarında devrin yüksek seyrettiği ve bu yüksek devirli periyotlardaki devir artışlarının % 20,42 ila % 32,77 olarak kaydedildiği görülmüştür. Ayrıca;
- En yüksek debi ve kompresör basıncının uygulandığı çevrim olan dördüncü deneyde, maksimum türbin devri artışı (% 40) elde edilmiş olup bununla birlikte türbin devir karakteristiğinin diğer çevrimlere göre daha dalgalı yapıda olduğu dikkati çekmiştir.
- Aynı debi ve kompresör basınç değerleri için yağ miktarının değiştirildiği çevrimlerde ise (1. ve 2.) yağlamanın 1cc'den 2 cc'ye çıkarılmasıyla maksimum devir artışının % 25,96'dan % 32,77'ye yükseldiği ve yüksek devir periyodu süresinin de % 15'ten % 25'e çıktığı kaydedilmiştir.

Bu bağlamda, yağlama uygulamasının döner paletli türbinin devri (dolayısıyla türbin gücü) üzerinde artış meydana getirdiği böylelikle performansına olumlu etki ettiği değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, yağlama uygulamasının çeşitli türbin hacimlerinde, farklı yağlar kullanılarak, farklı kompresör basınçları ve akışkan debileri üzerinde denenmesiyle bu sonuçların geliştirilebileceği düşünülmektedir.

SEMBOLLER

- H Döndürme momenti
- h Rotor derinliği
- r Rotor yarıçapı
- p Basınç
- C Eksantriklik oranı
- Θ Rotor açısı
- N Güç
- ω Açısal hız
- n Devir

KAYNAKLAR

1. İnternet: <https://aircompressorworks.com/compressed-air-basics-part-8-rotary-vane/>
2. İnternet: <https://www.sil.si.edu/Exhibitions/Science-and-the-Artists-Book/engi.htm>
3. İnternet: <https://www.revolvy.com/page/Rotary-vane-pump?cr=1>
4. İnternet: <https://mi-air.com/what-is-rotary-vane-vacuum-pump/>
5. Subiantoro, A., Ooi, K.T., “Analysis of the revolving vane (RV-0) expander, Part 1: Experimental investigations” International Journal of Refrigeration, Volume 35, Issue 6, Pages 1734-1743, September 2012.
6. Subiantoro, A., Ooi, K.T., “Analysis of the revolving vane (RV-0) expander, Part 2: Verifications of theoretical models” International Journal of Refrigeration, Volume 35, Issue 6, Pages 1744-1756, September 2012.
7. Subiantoro, A., Yap, K.S., Ooi, K.T., “Experimental investigations of the revolving vane (RV-I) expander” Applied Thermal Engineering, Volume 50, Issue 1, Pages 393-400, 10 January 2013.

8. Jia, X., Zhang, B., Pu, L., Guo, B., Peng, X., “Improved rotary vane expander for trans-critical CO2 cycle by introducing high-pressure gas into the vane slots” International Journal of Refrigeration, Volume 34, Issue 3, Pages 732-741, May 2011.
9. Xia, C., Zhang, W., Bu, G., Wang, Z., Shu, P., “Experimental study on a sliding vane expander in the HFC410A refrigeration system for energy recovery” Applied Thermal Engineering, Volume 59, Issue 1-2, Pages 559-567, 25 September 2013.
10. Yang, B., Peng, X., He, Z., , Guo, B., Xing, Z., “Experimental investigation on the internal working process of a CO2 rotary vane expander” Applied Thermal Engineering, Volume 29, Issue 11-12, Pages 2289-2296, August 2009.
11. Montenegro, G., Torre, A.D., Fiocco, M., Onorati, A., Benatzky, C., Schlager, G., “Evaluating the Performance of a Rotary Vane Expander for Small Scale Organic Rankine Cycles using CFD tools” Energy Procedia, Volume 45, Pages 1136-1145, 2014.
12. Kolasinski, P., Blasiak, P., Rak, J., “Experimental and Numerical Analyses on the Rotary Vane Expander Operating Conditions in a Micro Organic Rankine Cycle System” MDPI Energies 2016, 9(8), 606, 1 August 2016.
13. Bellmer , F.O., “Rotary vane compressor”, Patent number: 3,295,752 Publication date: 03.01.1967, United States Patent, 1967.
14. Cassidy, H.J., “Rotary vane refrigerant gas compressor”, Patent number: 3,820,924 Publication date: 28.06.1974, United States Patent, 1974.
15. Roberts, R.W., “Rotary sliding vane compressor with magnetic vane retractor”, Patent number: 4,132,512 Publication date: 02.01.1979, United States Patent, 1979.
16. Brucken, B.L., “Rotary vane variable capacity compressor”, Patent number: 4,137,018 Publication date: 30.01.1979, United States Patent, 1979.
17. Yamada K., Morikawa Y., Fujio K., Yoshihiro K., Matsuda T., Taguchi, T., “Rotary vane compressor with valve control of oil to bias the vanes”, Patent number: 4,342,547 Publication date: 03.08.1982, United States Patent, 1982.
18. Maruyama T., Yamauchi S., Kagoruku, N., “Rotary vane compressor with suction port adjustment”, Patent number: 4,486,158 Publication date: 04.12.1984, United States Patent, 1984.
19. Vaisman, I., “Rotary vane compressor with economizer port for capacity control”, Patent number: 6,428,284 Publication date: 06.08.2002, United States Patent, 2002.
20. Kruse , H., “Experimental Investigations on Rotary Vane Compressors”, International Compressor Engineering Conference, Paper 318, 1980.
21. Huang, Y.M., Yang, S.A., “A Measurement Method for Air Pressures in Compressor Vane Segments”, Measurement, Volume 41, Issue 8, Pages 835-841, October 2008.
22. Tan, K.M., Ooi, K.T., “Experimental Study of Fixed-Vane Revolving Vane Compressor”, Applied Thermal Engineering, Volume 62, Issue 1, Pages 207-214, 10 January 2014.
23. Akmandor, İ. S. ve Erzöz, N., “Turbo-Rotary Compound Propulsion Engine”, Turkish Patent Institute, TR 2006 03859 B, 21.02.2007.
24. Akmandor, İ. S. ve Erzöz, N., “Turbo-Rotary Propulsion Engine Thermodynamic Cycle”, Turkish Patent Institute, No. TR 2005 02164 B, 21.03.2008.
25. Okur, M. ve Şahin, F., “Turbo Döngüsel Bir Motorda Döner Valf Uygulamalarının Türbin Gücüne Etkisi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 28, No 1, 51-58, 2013.
26. Okur, M., İçingür, Y., Akmandor, İ.S., “Turbo Döngüsel Bir Motorda Farklı Buji Konumlarının Performansa Etkisi”, 5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), Karabük, 13-15 Mayıs 2009.
27. Aran, G., “Aerothermodynamic Analysis And Design Of A Rolling Piston Engine” Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
28. Kayacan, M. K., Okur, M., “Çift Hazneli Döngüsel Bir Türbin İçin Tasarım Parametrelerinin İncelenmesi” Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34:3, 1561-1572, Mayıs 2019.
29. Yalçın, K., “Hacımsal ve Santrifüj Pompalar”, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1998.
30. İnternet: https://prodepc.blob.core.windows.net/epcblobstorage/GSAP_msds_01923420.PDF

THE ESTIMATION OF MAIZE LINES BY MORPHOLOGICAL AND SSR MARKERS AND USING GAIA SOFTWARE WITHIN DUS TEST

Larysa Prysiazhniuk

Yuliia Shytikova

Yevhenii Starychenko

Olena Svyarchuk

Serhii Melnyk

Svitlana Tkachyk

Since 2000s, the assessment of varieties by a complex of morphological characters and DNA markers within DUS testing has been used by expert institutions of UPOV member countries. Thus, the aim was to assess the correlation between the pairs of the studied lines by morphological characteristics and SSR markers and to determine the difference of varieties based on GAIA software.

It was studied 100 maize lines of Ukrainian and foreign breeding. 8 SSR markers were used: phi064, umc1448, umc1792, bnlg1782, bnlg1129, phi084, phi015, phi083. The description of morphological characters was carried out with 36 marker characters within DUS testing. The correlation between the pairs of lines by SSR markers and morphological characteristics was determined by Mantel test. Comparison of lines was performed using GAIA software (GEVES, France).

It was determined that marker umc1448 (PIC 0.83) proved the most polymorphic, and phi015 (PIC 0.46) was the least polymorphic. As a result of the Mantel test the presence of correlation was determined (p-value 0,001 for α 0.005). The correlation coefficient is 0.051. In accordance with the comparison parameters recommended by GEVES, maize lines with phenotypic limit 6, genotypic limit 0.20 and distinction threshold 9 were compared and 33 GAIA distinct lines were detected.

Thus, according to the obtained data, the presence of weak correlation between genetical distances of the studied SSR markers and morphological characteristics was determined. It was determined that for 33 GAIA distinct lines the reduction of DUS testing time by one year can be recommended.

Keywords: *maize, SSR markers, DUS test, genetical distances, GAIA software*

Introduction

The study of maize lines for distinctness, uniformity and stability (DUS) is a prerequisite for their registration in Ukraine and in UPOV member countries (International union for the protection of new varieties of plants) (Yadav, Singh, 2010). In accordance with UPOV principles, the description of plant lines and varieties that are subject of DUS examination is based on marker morphological characteristics. However, since the beginning of the 2000s, some countries have begun to use additional methods for assessing variety differences at the national level. In particular, the assessment of varieties by molecular markers alongside a morphological description is used by European expert services (Naktuinbouw, The Netherlands and GEVES, France) (Thomasset et al., 2015). In particular, GEVES uses analysis of maize based on SNP (Single Nucleotide Polymorphism) markers in combination with a morphological description to manage the reference collections and expedite lines registration (Greveniotis et al., 2018; TGP/15 Guidance on the Use

of Biochemical and Molecular Markers in the Examination of DUS). Netherlands expert service uses SSR (Simple Sequence Repeats) markers to assess the genetic diversity of potatoes, French beans, flower and ornamental plants (Yan et al., 2005; Hibrand-Saint Oyant et al., 2008; Reid et al., 2009). ISTA (International Seed Testing Association) has developed and validated methods for using SSR markers to assess the genetic diversity of wheat and maize, and development is underway for barley, oats, soybeans and peas (International Rules for Seed Testing, 2019).

The main advantages of using SSR markers are a high level of polymorphism, widespread genome distribution, codominant type of inheritance, and the presence of validated methods for their use (ISO/TR 17623:2015, 2015; ISO/TR 17622:2015; Gunjaca et al., 2008; Yadav, Singh, 2010; Karuri et al., 2010; Muthusamy et al., 2014). According to UPOV's core principles for the comprehensive analysis of new varieties, there are several approaches for involvement DNA markers: the management of a reference collection of varieties, the study links between DNA markers and economically valuable traits, and a combination of varieties assessment by morphological and DNA markers. The combination of varieties assessment involves the using of special software that provides analysis of varieties for all studied parameters.

There are scientific studies that describe the combination of morphological characteristics and DNA markers, and also the search of correlation between them (Gunjaca et al., 2008; Yadav, Singh, 2010; Babić et al., 2012; Darvishzadeh, 2012; Karuri et al., 2010; Hall et al., 2016; Afriyie-Debrah et al., 2018). However, the obtained data indicate that often there is no correlation between morphological characters and DNA markers. This causes difficulties for the use of DNA markers for the plant varieties examination. To solve this problem, an approach is proposed that combines the analysis of varieties based on morphological characters and genetic distance by molecular markers – GAIA analysis.

GAIA software has been developed by specialists from the French expert service GEVES to assess varieties during DUS examination and combines analysis of morphological characteristics and electrophoretic (or DNA) characteristics of varieties (Thomasset et al., 2015). The ultimate purpose of analyzing each candidate variety is: detect very distinct varieties (GAIA-distinct varieties) at the end of the first year of study (on the basis of description made in the field and stored in a database) and detect varieties which need to be further compared to close varieties next year. The principle of analysis is an assessment of the distance between 2 varieties, based on the values of weight of each characteristic (qualitative, quantitative characteristics and electrophoretic (DNA) characteristics). Thus, the aim of the study was to assess the correlation between pairs of the studied lines according to morphological characteristics and SSR markers and to determine the GAIA-distinct varieties.

Material and Methods

Materials for study were 100 lines of maize Ukrainian and foreign breeding which were involved to DUS examination of first and second years. The research was performed during 2018-2019 on the basis of the Laboratory molecular genetic analysis of Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. DNA was extracted from 5-day sprouts maize lines. PCR was carried out using 8 SSR markers: phi064, umc1448, umc1792, bnlgl1782, bnlgl1129, phi084, phi015, phi083 ((ISO/TR 17623:2015). Visualization of PCR products was carried out by electrophoresis in a 2% agarose gel using 0.5× TBE (triborate buffer solution), according to generally accepted methods with

ethidium bromide (Prysiashniuk et al., 2019 a). The size of amplicons was determined using software TotalLab, version 2.01 (trial version). According to the size of the obtained alleles, PIC (polymorphism information content) was calculated. The description of the morphological features of the maize lines was carried out for 36 marker characters in accordance with Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability for species *Zea mays* L. The states of expression are indicated by notes from 1 to 9. According to the results of SSR analysis genetic distances were calculated using the unweighted pair-group average (UPGA), and according to the morphological description, the method of single linkage was used with Euclidean distance (Drozdov, 2010; Prysiashniuk et al., 2019 b). Correlations were estimated by genetic distances between DNA markers and morphological characters for maize lines which were involved to DUS examination by the Mantel test using the XLSTAT 2018 software (Trial version) (Legendre and Fortin, 2010; Diniz-Filho et al., 2013). The comparisons of studied lines were carried out by GAIA software, developed by specialists of GEVES, according to guideline (Guitouni and Chevalier, 2010).

Results and Discussion

According to PCR results, it was determined that from 2 to 9 alleles were identified in the studied lines in accordance with the SSR markers. The frequencies of the identified alleles were 0.01-0.72. The umc1448 marker (PIC 0.83) was found to be the most polymorphic, and phi015 (PIC 0.46) was the least polymorphic. A high PIC was noted for the phi064 and bnlg1782 markers (0.79). The presence of unique alleles for the studied lines was identified by umc1448 marker – 132 bp allele, by bnlg1782 marker - alleles of sizes of 240 and 242 bp (Prysiashniuk et al., 2019 a)

As a result of cluster analysis of maize lines by SSR markers, it was determined that 88 distinct lines were found using 8 SSR markers. Genetic distances between the studied lines according to morphological marker characteristics were calculated. It was determined that out of 100 studied lines, 4 pairs of lines (fertile lines and their sterile analogues) turned out to be identical by 36 morphological characteristics (Prysiashniuk et al., 2019 a).

In order to test the presence of correlation between pairs of the studied lines by morphological characters and SSR markers, Mantel test was performed (linear Pearson correlation) (Fig. 1). As a result of the analysis, measures of calculated significance level p-value and the correlation coefficient r (AB) for the theoretical significance level $\alpha=0.05$ were determined, which, according to the interpretation of the test, allowed to accept one of the analysis hypotheses about the presence (H_a) or the absence of correlation (H_0).

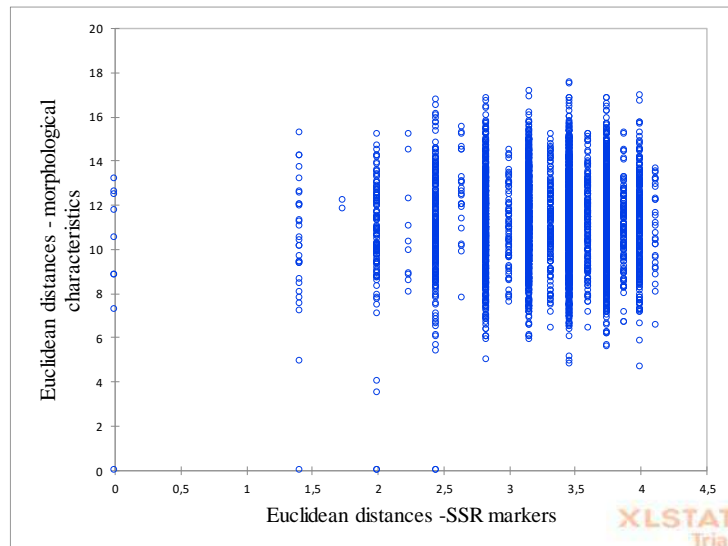


Fig. 1. Relationship between genetic distances of the maize lines according to SSR markers and morphological characteristics

It is known that the hypothesis H_0 about the absence of correlation is accepted on the assumption that $p > \alpha$. As a result of our research, calculated p-value (0.001) was lower than the significance level $\alpha = 0.05$, therefore, it is necessary to accept alternative hypothesis H_a about the presence of correlation (Diniz-Filho et al., 2013). The correlation coefficient $r(AB)$ is 0.051. Consequently, as a result of the analysis, the presence of a weak correlation between genetic distances by SSR markers and states of expression morphological characteristics was determined.

Gunjaca et al. (2008) were studying 41 maize inbred lines by SSR markers and 38 morphological characteristics within DUS testing. They were estimating the correlation between genetic distances by SSR markers and morphological characteristics by Mantel test. Their researches are confirmed by the results in present study. It correlation obtained by authors was 0.2105. In a similar study morphological, physiological characterization and RAPD molecular marker were used for estimate variety relationships between 30 maize inbred lines (Yadav, Singh, 2010). According to results, they found that morphological markers and molecular markers with insufficient primers do not generate sufficient diversity in the population. It can be explained by using random primers which not cover whole genome. The SSR markers have some advantages which allow to find distinctiveness among maize lines.

GAIA software was used to determine the difference between the maize lines which were involved to DUS examination by morphological characteristics and the results of SSR analysis. In accordance with the structure of the GAIA database, data were entered which characterize the trials and the studied lines, namely: species; places of trials; varieties (number of application and variety name); years of trials; characteristics (qualitative, quantitative, DNA characteristics); weighing matrices of expression state of each characteristic; genetic distance type; characteristics for each studied line (qualitative, quantitative, DNA characteristics, genetic distances).

In accordance with the requirements of GAIA analysis, the parameters of comparison sessions include threshold values for differences in total weighing for qualitative and quantitative morphological characters and genetic distances by SSR markers. To determine the GAIA-distinct varieties, comparisons were carried out based on the created sessions. In accordance with the parameters of session 1, which are recommended by GEVES as optimal for making decisions,

phenotypic limit is 6, genotypic limit is 0.20, and distinction threshold is 9. The studied varieties were compared by these parameters.

According to the principles of comparison, varieties are first compared by morphological characteristics, in which the total difference weight is greater than or equal to the phenotypic limit (6), and then varieties that turned out to be GAIA non-distinct are compared by quantitative characteristics. As results of our study, 33 lines were GAIA-distinct with a combination of qualitative and quantitative characteristics and the phenotypic limit of which was greater than or equal to 6. Also, GAIA non-distinct lines are presented. They are in pairs with lines which are most similar by GAIA (13 comparisons with lines from 1 to 2).

Variety analysis, which includes a comparison of varieties by qualitative, quantitative and genetic distances, involve a comparison of varieties whose phenotypic limit is greater than or equal to 6, then for GAIA non-distinct varieties, a comparison is carried out by quantitative characteristics in accordance with certain weighing and minimum difference limits. In the final step, GAIA non-distinct varieties are compared by genetic distances.

As a result of maize lines comparisons by qualitative, quantitative characteristics, and genetic distances, 33 GAIA-distinct and GAIA non-distinct lines were obtained (12 comparisons with lines from 1 to 5) (Fig. 2).

Comparison	Type of comparison	Name of the comparison	Species	Season
5	Qualit. + Quantit. + Bn	Test 3	Zea mays	Season 1
6	Qualit. + Bn + Quantit.	Test 4	Zea mays	Season 1
7	Qualit. + Bn	Test 5	Zea mays	Season 1
8	Quantitative	Test 6	Zea mays	Season 1
9	Qualit. + Quantit.	Test 7	Zea mays	Season 1

Chara	Lang name	Weighting	Note Std/Cycle 1	Note Ref/Cycle 1	Note Std/Cycle 2	Note Ref/Cycle 2
1	Песток: величина зерна-наполнен	0.00	0	0	0	0
6	Песток: положение пластинки у колоса	3.00	3	1	0	0
7	Стебель: длина соцветия	0.00	2	1	0	0
8	Соцветие: цвет цветка	0.00	4	9	0	0
12	Соцветие: высота колосковой воронки от почвы	0.00	3	5	0	0
15	Колос: антоциановая окраска вены	0.00	3	5	0	0
19	Песток: антоциановая окраска вены	0.00	3	1	0	0
38	За выделом зерна в сахарном типе	2.00	2	4	0	0

Fig. 2. GAIA work window - results of maize lines comparisons by qualitative, quantitative traits and genetic distances

The results of comparisons, which include genetic distances, can be displayed in graphical view (Fig. 3).

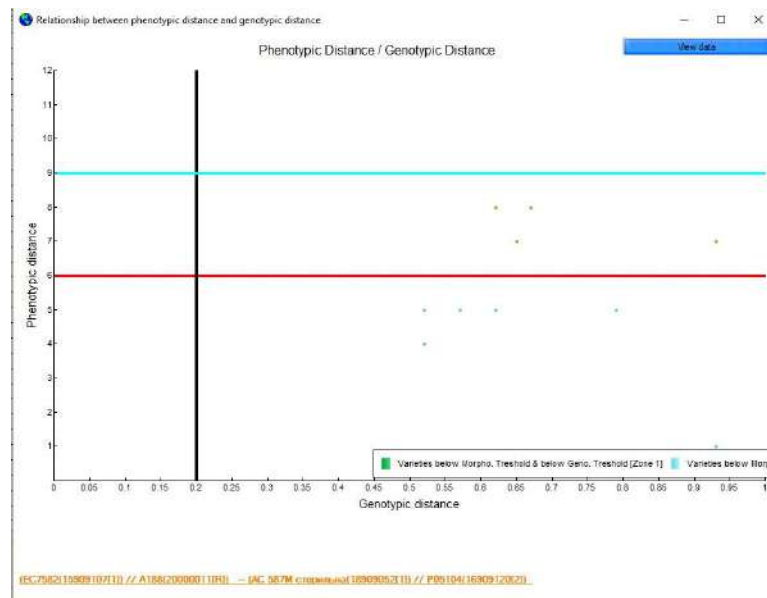


Fig. 3. Graphical display of results of maize lines comparisons by qualitative, quantitative characteristics and genetic distances

The graph depicts points that combine a pair or more of lines that are most similar to each other and not similar by GAIA. The yellow dots indicate lines that are below distinction threshold, above the phenotypic limit and above the genotypic limit. Blue points reflect maize lines that have not passed the threshold of phenotypic limit, but they are above the genotypic limit.

Thus, according to the obtained comparisons result of the complex of qualitative, quantitative characteristics and genetic distances, 33 lines are identified as GAIA-distinct and they can be recommended for registration of the first year of study.

Conclusions

As a result of the studies, genetic distances were determined by SSR markers and morphological characteristics between 100 maize lines. It was determined that 88 lines were found to be distinct by 8 SSR markers, 92 lines were distinct by morphological characteristics. It was found that 4 pairs of non-distinct maize lines by SSR markers and morphological characteristics are fertile lines and their sterile analogues. Using the Mantel test, a weak correlation was determined by genetic distances between the studied lines ($r = 0.051$). Based on notes of expression states of morphological characteristics of studied lines and calculated genetic distances by DNA markers, 33 lines were determined using GAIA software, which are distinct by the studied characteristics and which can be recommended for registration of the first year of study.

References

- Afriyie-Debrah, C., Addo, J. S., Berchie, J. N., Nyandanu, D., & Ribeiro, P. F. (2018). DNA-Based Markers as the DUS Descriptors to Assess the Genetic Diversity in the Maize Varieties. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, 1-9. <http://doi.org/10.9734/AJB2T/2018/41367>
- Babić, M., Babić, V., Prodanović, S., Filipović, M., & Anđelković, V. (2012). Comparison of morphological and molecular genetic distances of maize inbreds. *Genetika*, 44(1), 119-128. <http://doi.org/10.2298/GENSR12011119B>

- Balestre, M., Von Pinho, R. G., Souza, J. C., & Lima, J. L. (2008). Comparison of maize similarity and dissimilarity genetic coefficients based on microsatellite markers. *Genet. Mol. Res*, 7(3), 695-705. <http://doi.org/10.4238/vol7-3gmr458>
- Darvishzadeh, R. (2012). Phenotypic and molecular marker distance as a tool for prediction of heterosis and F1 performance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 6(4), 732.
- Diniz-Filho, J. A. F., Soares, T. N., Lima, J. S., Dobrovolski, R., Landeiro, V. L., Telles, M. P. D. C., ... & Bini, L. M. (2013). Mantel test in population genetics. *Genetics and molecular biology*, 36(4), 475-485. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572013000400002>.
- Drozdo, V. I. (2010). *Instruction on the use of the package Statistica 6.0.* (74 p.). Kursk, Jugozapadnyj gos. un-t [in Russian].
- Guitouni, C. & Chevalier, C. (2010). GAIA User's Guide (p. 61). GEVES, France.
- Greveniotis, V. A., Giourieva, V. S., Bouloumpasi, E. C., Sioki, E. J., & Mitlianga, P. G. (2018). Morpho-physiological Characteristics and Molecular Markers of Maize Crosses Under Multi-location Evaluation. *Journal of Agricultural Science*, 10(11). <http://doi.org/10.5539/jas.v10n11p79>
- Gunjaca, J., Buhinicek, I., Jukic, M., Sarcevic, H., Vragolovic, A., Kozic, Z., ... & Pejic, I. Discriminating maize inbred lines using molecular and DUS data. *Euphytica*. 2008. № 1-2. P. 165-172. <http://doi.org/10.1007/s10681-007-9518-z>
- Hall, B. D., Fox, R., Zhang, Q., Baumgarten, A., Nelson, B., Cummings, J., ... & Zastrow-Hayes, G. (2016). Comparison of genotypic and expression data to determine distinctness among inbred lines of maize for granting of plant variety protection. *Crop Science*, 56(4), 1443-1459. <http://doi.org/10.2135/cropsci2015.03.0185>
- Hibrand-Saint Oyant, L., Crespel, L., Rajapakse, S., Zhang, L., & Foucher, F. (2008). Genetic linkage maps of rose constructed with new microsatellite markers and locating QTL controlling flowering traits. *Tree Genetics & Genomes*, 4(1), 11. <http://doi.org/10.1007/s11295-007-0084-2>
- International Rules for Seed Testing 2019. URL: <https://www.seedtest.org/en/international-rules-for-seed-testing-content---1--1083.html> (01.10.2019)
- ISO/TR 17622:2015. Molecular biomarker analysis - SSR analysis of sunflower. Geneva, 2015. 6 p.
- ISO/TR 17623:2015. Molecular biomarker analysis – SSR analysis of maize. Geneva, 2015. 10 p.
- Karuri, H. W., Ateka, E. M., Amata, R., Nyende, A. B., Muigai, A. W. T., Mwasame, E., & Gichuki, S. T. (2010). Evaluating diversity among Kenyan sweet potato genotypes using morphological and SSR markers. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(1), 33-38.
- Legendre, P., & Fortin, M. J. (2010). Comparison of the Mantel test and alternative approaches for detecting complex multivariate relationships in the spatial analysis of genetic data. *Molecular ecology resources*, 10(5), 831-844. <https://doi:10.1111/j.1755-0998.2010.02866.x>.
- Muthusamy, V., Hossain, F., Thirunavukkarasu, N., Choudhary, M., Saha, S., Bhat, J. S., ... & Gupta, H. S. (2014). Development of β -carotene rich maize hybrids through marker-assisted introgression of β -carotene hydroxylase allele. *PLoS One*, 9(12). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0113583>.

- Prysiazhniuk, L., Honcharov, Y., Shytikova, Y., Topchii, O., & Otroshko, S. (2019 b) Differentiation of maize lines with high content of carotenoids using protein and DNA markers. *Agrofor International Journal*, 5, 5-17. <http://doi.org/10.7251/AGRENG1903005P>
- Prysiazhniuk, L.M., Chernii, S.O., Tahantsova, M.M., Tkachyk, S.O. (2019 a). Application of SSR markers for the estimation of maize polymorphism (*Zea mays* L.) in examination on distinctness, uniformity, stability. *Plant Physiology and Genetics*. 51(6). 529-540. <https://doi.org/10.15407/frg2019.06.529> [in Ukrainian]
- Reid, A., Hof, L., Esselink, D., & Vosman, B. (2009). Potato cultivar genome analysis. In *Plant Pathology* (pp. 295-308). Humana Press, Totowa, NJ.
- TGP/15 Guidance on the Use of Biochemical and Molecular Markers in the Examination of Distinctness, Uniformity and Stability (DUS). URL: https://www.upov.int/edocs/tgpdocs/en/tgp_15.pdf (01.10.2019)
- Thomasset M., Maton C., Bernole A., Bazante F., Muret C., Aizac B., Remay A. (2015). The use of SNP markers in maize DUS testing. XXIIIrd EUCARPIA Maize and Sorghum Conference, 10-12 June 2015 Montpellier, France, 1.
- Yadav, V. K., & Singh, I. S. (2010). Comparative evaluation of maize inbred lines (*Zea mays* L.) according to DUS testing using morphological, physiological and molecular markers. *Agricultural Sciences*, 1(03), 131. <http://doi.org/10.4236/as.2010.13016>
- Yan, Z., Denneboom, C., Hattendorf, A., Dolstra, O., Debener, T., Stam, P., & Visser, P. B. (2005). Construction of an integrated map of rose with AFLP, SSR, PK, RGA, RFLP, SCAR and morphological markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 110(4), 766–777. <http://doi.org/10.1007/s00122-004-1903-6>

**YAŞLILIK DÖNEMİ İNTİHARLARINDA SOSYAL SORUNLARIN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**
THE EXAMINATION OF THE EFFECTS OF SOCIAL PROBLEMS IN SUICIDE OF THE
ELDERLY PERIOD

Dr. Öğr. Üyesi Ergün HASGÜL
Sağlık Bilimleri Üniversitesi

ÖZET

Her insan doğumla başlayan ve ölümle sonlanan bir süreçten geçmektedir. Bu süreç yaşlanma olarak adlandırılır. Yaşlanma hem biyolojik hem de kronolojik bir olgudur. Kronolojik olarak yaşlanma insan her geçen zaman yaş almasını, biyolojik yaşlanma ise dölleme ile başlayan ve yaşam boyu devam eden bir süreçtir. İnsanı gelişimsel olarak inceleyen bilimler bu süreci dönemler olarak ele almaktadır. Yaşlanma süreci ile bireylerde fiziksel ve ruhsal yönden bazı işlevlerde, sosyal ilişkilerde azalma ve kayıplar ortaya çıkar. Yaşlılık bu süreç içinde ölümden önceki son dönem olarak kabul edilir. Genel görüşte yaşlılık dönemi bir gerileme ya da bir yavaşlama dönemi olarak görülür. Bu görüş toplum içinde yaşlılara karşı bir önyargıyı geliştirmekte, yaşlılar hasta, zayıf ve bağımlı olarak görülmekte, ötekileştirilerek toplumda sosyal olarak dışlanmaktadır. Yaşlılara yönelik bu ayrımcı ve olumsuz yaklaşımlar, yaşlıları yalnızlaştırmakta, psiko-sosyal sorunlarını artırmakta ve hatta intihara sürüklemektedir. Yaşlılık ve intihar 20. Yüzyılda toplumsal bir olgu olarak kabul görülmeye başlanmıştır. Bilimsel çalışmalar, yaşlılık dönemini incelemeye ve intihar davranışının nedenini araştırmak amacıyla yapılmaya başlanmıştır. Türkiye’de 2018 yılında kaba intihar hızı 3,88’dir (Yüz binde). İstatistikler her geçen yıl intihar eden yaşlı sayısının arttığını göstermektedir. En fazla yaşlı intiharlarının 75 yaş ve üstündeki yaşlarda olduğu görülmektedir. Aile içi geçimsizlik, hastalık, ticari başarısızlık, hissi ilişki ve istediği ile evlenememe, geçim zorluğu gibi nedenler intihara sebep olmaktadır. Yaşlılık dönemi sosyal sorunları, aktif ve sağlıklı yaşlanma, yaşam kalitesinin ve sosyal refahın artırılması, yaşlılarla ilgili düzenlemelerin ve politikaların geliştirilmesi, haklarının savunulması sosyal hizmetin konularından bazılarıdır. Bu çalışma; yaşlılık döneminde ortaya çıkan intiharın ve sosyal nedenlerinin incelenmesi, Dünya’daki durumunun değerlendirilmesi ve öneriler sunulması amacıyla hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dünya, İntihar, Sosyal Sorunlar, Yaşlılık

ABSTRACT

Every person goes through a process that starts with birth and ends with death. This process is called aging. Aging is both a biological and chronological phenomenon. Chronologically, aging is a process that begins with aging each time, and biological aging starts with fertilization and continues throughout life. The sciences that examine human developmentally, address this process as periods. With the aging process, a decrease in physical relations and social functions and social relations occurs in individuals. Old age is considered as the last period before death in this process. In general view, the old age period is seen as a decline or a slowdown period. This view develops a prejudice against the elderly in the society, the elderly are seen as sick, weak and addicted, they are marginalized and socially excluded. These discriminatory and negative approaches towards the elderly isolate the elderly, increase their psycho-social problems and even lead to suicide. Aging and suicide started to be accepted as a social phenomenon in the 20th century. Scientific studies started to be carried out to examine the aging period and to investigate the cause of suicidal behavior. Crude suicide rate was 3.88 (Per One hundred thousand) in Turkey in 2018. Statistics show that the number of elderly people committing suicide increases every year. It is seen that most suicides of the elderly are at the age of 75 and over. Causes such as family incompatibility, illness, commercial failure, emotional relationship and inability to marry with what he wants, and difficulty in making a living cause suicide. Social problems of the old age, active and healthy aging, increasing the quality of life and social welfare, developing regulations and policies about the elderly, advocating their rights are some of the topics of social work. This study has been prepared in order to examine suicide and social causes occurring in old age, to evaluate its situation in the world and to present suggestions.

Keywords: Elderly, Social Problems, Suicide, World

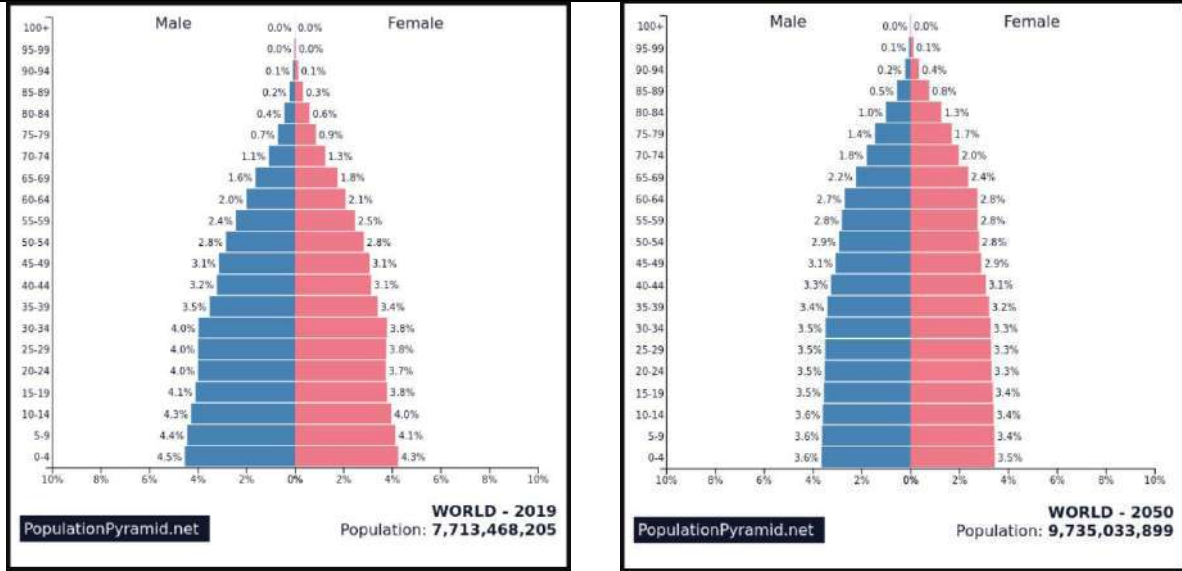
1. GİRİŞ

Yaşlılık çok yönlü değerlendirilmesi gereken bir yaşam dönemidir. Yaşlılık insan yaşamının son evresi (Kurt, Beyaztaş ve Erkol, 2010) gibi kısa tanımlamalarla beraber, bireyin kontrolü dışında meydana gelen ve çevresel değişkenlere uyumda bazı zorluk veya sınırlılıkların yaşandığı bir gelişim dönemi olarak daha geniş bir biçimde de tanımlanabilir (WHO, 2015). Kalinkara (2011) yaşlılığı insan yaşamının son dönemi ve bireyin ileri yaşlanma aşaması olarak tanımlar. Yaşamın her alanında fiziksel, sosyal ve mental yaygın bir kayıp duygusunun yaşandığı, bireylerin bedensel, psikolojik ve sosyal yönden bağımsızlıklarını yitirip, yeniden bağımlı duruma geçtikleri bir dönem olarak tanımlanabilir (Hasgül, 2018).

Nüfusun yaşlanması, bir nüfusun yaş yapısının değişerek, o nüfustaki çocukların ve gençlerin payının azalması ve yaşlı insanların (60 yaş üstü veya 65 yaş üstü) payının göreceli olarak artmasıdır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2007). Çağımızda hızla gelişen teknoloji sağlık hizmetlerinde de etkisini göstermiştir. Bu etkisi dünya çapında hızla yaygınlaşmasıyla toplumların yaşam biçimleri değişmiş, sağlığı tehdit edici etmenler azalmış, bilimsel çalışmalar insan hayatı ve sağlığı üzerinde daha fazla durmaya başlamışlardır. Bu gelişmeler

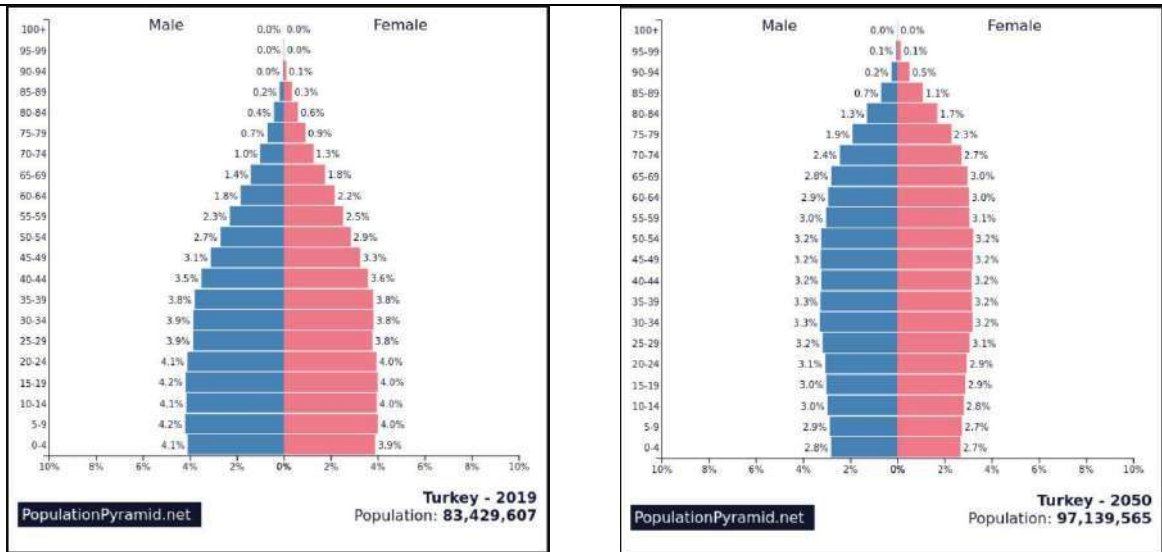
insanların doğumda beklenen ortalama yaşam beklentisini artırmıştır. Teknolojinin ve toplumun ilk değişim gösterdiği kıta olan Avrupa, dünyada yaşlıların nüfus içinde yüzdesinin en fazla olduğu kıtadır (%20). Yine bu gelişmelerin en az hızla yayıldığı kıta olan Afrika'da ise %5'dir. Nüfus projeksiyonlarına göre, 2050 yılına gelindiğinde, Avrupa'da yaşlı nüfus oranının %37'ye çıkacağı, Afrika'da ise %10 olacağı tahmin edilmektedir (Birleşmiş Milletler, 2002).

Şekil 1. 2019-2050 Dünya Nüfus Primadi Karşılaştırması (Population Pyramid, 2020)



Ülkemizde yaşlı nüfus her geçen gün artmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2019 yılı verilerine göre toplam nüfusun %9,1'i yani 7.550.727 kişi, 65 ve üzeri yaş grubunda bulunmaktadır. Ayrıca TÜİK projeksiyonlarına göre 2060 yılında yaşlı nüfusun 24 milyon kişiyi geçeceği öngörülmektedir (TÜİK, 2019).

Şekil 2. 2019-2050 Türkiye Nüfus Primadi Karşılaştırması (Population Pyramid, 2020)



Tablo 1. Bazı Dünya Ülkelerinde Nüfus, Yaşlı Nüfus ve İstatistiki Bilgiler, 2018 (Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2018)

Ülke	Toplam nüfus	Yaşlı nüfus	Yaşlı nüfus oranı (%)
Dünya	7.503.828.180	680.204.019	9,1
ABD	329.256.465	52.766.466	16,0
Almanya	80.457.737	17.991.838	22,4
Çin	1.384.688.986	156.105.900	11,3
Fransa	67.364.357	13.350.421	19,8
Hindistan	1.296.834.042	82.839.517	6,4
İngiltere	65.105.246	11.840.331	18,2
Rusya	142.122.776	20.842.106	14,7

Tablo 1'e bakıldığında, 2018 yılında dünya yaşlı nüfus ortalamasının %9,1 olduğu görülmektedir. Türkiye, TÜİK istatistiklerine göre 2019 yılı itibariyle bu oranı yakalamıştır (%9,1). Bununla birlikte, bu oranın birçok Avrupa ülkesine göre düşük olduğu görülmektedir (Tablo 1). Artan yaşlı nüfusla birlikte yaşlılık sorunları daha belirginleşmeye ve bilimsel çalışmaların odağında yer almaya başlamaktadır. Bu sorunlardan bazıları, yalnızlık, ekonomik sorunlar, işsizlik, geçim sorunları, depresyon, demans, Alzheimer ve intihardır. Yaşlılık döneminde gerçekleşen intiharlar her geçen yıl artmakta olmasına rağmen, üzerinde önemle durulmamaktadır.

Yaşlı intiharlarını anlamak, çözüm üretmek ve en aza indirmek için sosyal sorunların etkisinin değerlendirilmesi önemlidir. Sosyal sorunları değerlendirmeden önce ilişkili olabileceği düşünülen yaşlılığın sınıflanmasına, yaşlılığın dönemsel özelliklerine ve sosyal gereksinimlerine değinilecektir.

2. YAŞLILIK SINIFLAMASI

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yaşlılığın sınırını 1970'li yıllarda 60 yaş olarak alırken, bugün doğumda beklenen ortalama yaşam süresinin artması gibi nedenlerle 65 yaş olarak alınmaktadır. Bu sınıflamaya göre 65-74 yaş "genç yaşlı", 75-84 yaş "yaşlı", 85 yaş ve üzeri ise "yaşlı-yaşlı" olarak anılmaktadır. Doğumda beklenen yaşam beklentisinin tüm dünyada yükselmesi ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 65 yaşın hala genç olduğunu deklare etmiştir.

Bu yeni sınıflamaya göre,

- 0-17 yaş: reşit olmamış
- 18-65 yaş: genç
- 66-79 yaş: orta yaş
- 80-99 yaş: yaşlı
- 100 + yaş: uzun ömürlü yaşlı

olarak tanımlanmıştır (Seventywave, 2019).

Yaşlılık sınıflamasını etkileyen önemli unsurlardan birisi de yaşlıların gelişimsel özellikleridir. Sağlıklı yaşlanma, teknoloji, tıbbın ilerlemesi ile insanlar fiziksel, psikolojik ve sosyal açıdan daha sağlıklı bir yaşam sürmektedir. Bu sayede insanların gelişimsel özellikleri de önceki sınıflamalara göre değişiklik göstermektedir.

3. YAŞLILIK DÖNEMİ ÖZELLİKLERİ

Yaşlılık döneminde insan hayatında olan bazı değişiklikler; Eşin ölümü, Fiziksel yeterlilik ve sağlığın azalması, Sosyal rol, prestij, meslek ve gelirin azalması, işe yaramama duygusunun gelişmesi, Bağımsız yaşamın kaybı, Yalnızlık hissi, sıkıntı ya da depresyon gelişmesi olarak görülebilir.

Yaşlanma ile bireylerde doyum ve başarı elde edilen konularda bulunmaktadır. Buna göre yaşlı bireyler daha açık fikirli ve toleranslı olabilirler, daha rahat sosyal ilişkiler kurabilirler, kavrama gücü artar, vatandaşlık ve toplumsal konularda sorumluluklar alabilirler, bulunulan ortama daha kolay adapte olma, değişimi kabul etme, meslek ve becerilerde uzmanlaşma, yeni meşguliyetler geliştirme ve beceriler öğrenme, evliliklerinde ilişkilerini derinleştirebilme yeteneğine sahip olurlar. Ayrıca diğer yaş gruplarına göre; herhangi bir kayıpta durumu daha rahat atlatabilirler, yalnızlıkla daha kolay baş edebilirler, bağımlı yaşama geçişte daha kolay adapte olabilirler, sosyal konumunu, işini, gelirini kaybetme gibi durumlarla daha kolay baş edebilirler.

Havighurst (1948) çeşitli yaşam dönemleri için gelişim görevleri belirlemiştir. Yaşlılık dönemi gelişim görevleri şunlardır:

1. Azalan fiziksel güç ve sağlığına uyum yapma: yaşlılık dönemi fiziksel açıdan gücün azaldığı ve sağlığın bozulma işaretleri verdiği dönemdir. Kişinin bu dönemde bu değişikliklere uyum sağlaması, gücünün yettiği işleri yerine getirmesi, sağlığına dikkat etmesi beklenir.
2. Emeklilik ve azalan gelire uyum sağlama: yaşlılık dönemi aynı zamanda gelirin azaldığı dönemdir. Çünkü emekli maaşı almaya başlamıştır. Daha önce daha fazla maaş alırken, kişi artık daha az kazanmaya başlamıştır.
3. Eşin ölümüne uyum sağlama: eşlerden biri diğerinden daha önce öldüğünde, kalan kişinin bunu kabullenmesi beklenir.
4. Yaş grubu ile açık bir yakınlık kurma: yaşlıların sonraki nesillere uyum yapmaları zor olduğundan, kendi yaşlılarıyla yakınlık kurmaları beklenir. Onların zamanları çoktur, birbirlerini dinleyecek kadar vakitleri vardır. Sonraki nesillerin onlara bu kadar zaman ayırmaları zor olur.
5. Toplumsal ve vatandaşlık yükümlülüklerini yerine getirme: daha önceki dönemlerde olduğu gibi, bu dönemde de kişiden beklenen görevlerden biri, toplumsal sorumluluklarını yerine getirmesidir.

6. Doyurucu fiziksel yaşama düzenlemesi oluşturma: yaşlılık kendine özgü yaşam biçimi düzenlemeleri gerektirir. Kişi yaşamını kolaylaştıracak şekilde ortamsal düzenlemeler yapmalıdır.

4. YAŞLILARIN SOSYAL GEREKSİNİMLERİ

İnsanların 70 yaşını geçtikten sonra karşılanmasını istedikleri bir takım ihtiyaçları olur. Eğitim etkinliklerine katılmak suretiyle yaşlılar büyük ölçüde bu ihtiyaçlarını tatmin etme fırsatını da yakalamış olurlar. Bu ihtiyaçları şu başlıklar altında ele alabiliriz:

1. Saygı görme, kendini kontrol edebilme.
2. Hoşlanılan ve memnuluk veren etkinliklerde bulunma
3. Topluma katkıda bulunan bir birey olma
4. Genç insanlarla iletişime devam etme
5. Fiziksel ve zihinsel açıdan sağlıklı bir hayat sürme.

5. YAŞLILIK DÖNEMİNDE İNTİHAR

Yaşlılık döneminde depresyon, anksiyete, intihar girişimi ve demans en sık karşılaşılan ruhsal sorunlardır. Bu sorunların bazılarının; yaş, çocuk sayısı, meslek, medeni durum, ekonomik durum, eğitim düzeyi, aile yapısı, boş zamanlarını değerlendirme biçimi olduğu bilinmektedir. Sanayileşme ile artan kentleşmede yaşlılar büyük binalarda yalnız yaşamaya başlamış, aile yapılarının değişmesi ile de bakımlarını kendileri yapmak ya da profesyonel bakım elemanlarından almak zorunda kalmışlardır. Ülkemizde kırsal bölgeler ile kentsel bölgeler arasında bu açıdan farklılıklar görülmektedir. Kırsal alanda yaşayan yaşlı bireyler, komşu, akraba gibi sosyal destek ağlarına sahipken, kentsel alanda yaşayan yaşlılar çoğunlukla yalnız yaşamakta ya da torunlarına bakmak üzere çocukları ile birlikte yaşamaktadırlar. Bazıları da hala geleneksel geniş aile biçimini sürdürmektedir. Ülkemizde son yıllarda yalnız yaşayan yaşlı bireylerde görülen en önemli olumsuzluklardan biri, intihar girişimlerinin artmasıdır. Bu oran erkeklerde kadınlara oranla daha yüksektir. Bunun nedenlerinden bazıları, kendine bakım konusunda kadınların erkeklere göre daha iyi olması, kadınların torun bakımını üstlenerek boş zamanlarını değerlendirmesi, kadınların kendini işe yarar ve değerli hissetmesinden kaynaklanabilir.

İntiharın bir diğer önemli sebebi ise benlik saygısı düşüklüğüdür. Benlik saygısı ve kendini kabul yaşlılıkta da çok önemli olan ancak; çok kolay değişebilen kavramlardır. Benlik saygısı bireyin toplumdaki rolü ve ilişkileri ile yakından ilgilidir. Yaşlılık ise bireyin toplumdaki rolü ve ilişkilerinde önemli değişmelerin yaşandığı bir dönemdir. Fiziksel ve zihinsel yeteneklerdeki kayıplar yaşlı bireyin kendini kabulünü ve benlik saygısının düşmesini kolaylaştırır, bağımlılık ve yetersizlik duygusuna neden olur.

Yaşlılık dönemi intiharlarının bir diğer önemli nedeni de ruhsal hastalıklar olabilir. Buna göre demans, Alzheimer gibi bilişsel sorunlara (psikoz gibi) da sebep olan hastalıklar, depresyon, bipolar bozukluklar, şizofreni de intihar sebepleri arasında yer alabilir.

Yukarıda saydığımız nedenlere bağlı olarak, ülkemizde de yaşlı intiharları görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2012'den 2018'e kadar her yaş grubu için intihar sayılarına ve nedenlerine ilişkin bilgiye sitesinde yer vermektedir. Çalışma kapsamında 65 yaş ve üstündeki intihar vakalarının son 10 yıldaki verisi incelenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. 65 Yaş Üstü İntihar İstatistik

Yıl	Sayı
2009	339
2010	321
2011	309
2012	381
2013	375
2014	346
2015	377
2016	373
2017	371
2018	365
Ortalama	355,7
Toplam	3557

Tablo 2'de görüldüğü üzere 2009 yılından 2018 yılına kadar olan verilerde, 65 yaş ve üstündeki intihar eden birey sayısı 339'dan dalgalı bir şekilde 365'e ulaşmıştır. Son 10 yılın ortalaması 355,7 ve toplamı ise 3557'dir. Buna göre her gün bir yaşlı birey intihar ediyor dememiz doğru olacaktır.

Tablo 3. İntihar Nedeni 2002-2018 Yılları Arası

İntihar nedeni	Sayı
Aile geçimsizliği	235
Geçim zorluğu	235
Hissi ilişki ve istediği ile evlenememe	55
Ticari Başarısızlık	36
Hastalık	1917
Diğer nedenler	417
Nedeni bilinmeyen	2387

İntihar vakaları nedenlerine göre incelendiğinde, 2012-2018 yılı arasındaki yaşlı bireylerin intiharlarında hastalık (1917) en fazla intihar nedeni olarak görülmektedir. Aile geçimsizliği (235) ve geçim zorluğu (235) diğer önemli intihar nedenleri olarak görülmektedir. Hissi ilişki ve istediği ile evlenememe (55) ve ticari başarısızlık (36) intihara sebep olan nedenlerdir. 2387 intiharın ise nedeni bilinmemektedir. Bu sorunların neredeyse tamamı sosyal boyutları olan ve sosyal sorun çözme süreci ile, aile desteği ile, bazıları için profesyonel destek ile en aza indirilebilecek sorunlardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

TÜİK istatistilerine göre, yaşlıların aile geçimsizliği, geçim zorluğu, hissi ilişki ve istediği ile evlenememe, ticari başarısızlık gibi engellenebilir sosyal sorunların yaşlı intiharları üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

Yaşlı intiharlarının yıllık ortalama 355,7 gibi yüksek bir sayıda olması, bu konuda gerek sosyal çalışmaların gerekse politikaların yapılmasını gerekli kılmaktadır. Yaşlıların bilgi ve deneyimleri dikkate alınarak, insan onur ve haysiyetine yakışır yaşama alanlarının oluşturulması, sosyal gereksinimleri dikkate alınarak sorumluluklarını artıracakları politikaların geliştirilmesi, toplumda yaşlılık algısının düzeltilmesi için gerekli çalışmalar yapılması, sivil toplumun da içinde olduğu kamu, üniversite ve özel sektör çalışmalarının yapılması, yaşlılık dönemi gönüllü çalışmalarının başlatılması ve sosyal sorumluluk faaliyetleriyle yaygınlaştırılması yaşlılık dönemi intiharlarında sosyal sorunların azaltılmasında önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, (2018). Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü Temmuz 2019 Bülteni. Erişim tarihi: 07.03.2020. Erişim sitesi: https://ailevecalisma.gov.tr/media/11564/eyhgm_buelten_temmuz2019.pdf
2. Birleşmiş Milletler, (2002). Ekonomi ve sosyal işler dairesi nüfus bölümü: Dünya nüfus yaşlanması 1950-2050. Erişim tarihi: 23.03.2017
3. Devlet Planlama Teşkilatı (2007). Türkiye’de yaşlıların durumu ve yaşlanma ulusal eylem planı. Yayın no. DPT: 2741. Erişim tarihi: 23.03.2017 <http://ekutup.dpt.gov.tr/nufus/yaslilik/eylemla.pdf>
4. Hasgül, E. (2018). Empati Eğitim Programının Huzurevi Çalışanlarının Empati Becerileri Ve Yaşlı Ayrımcılığına Yönelik Tutumları Üzerine Etkisi: Kastamonu, Tosya Örneği. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
5. Havighurst, R. J. (1948). Developmental tasks and education. University of Chicago Press.
6. Kalınkara, V. (2011). Temel Gerontoloji: Yaşlılık Bilimi, 7-9. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
7. Kurt, G., Beyaztaş, F. Y. & Erkol, Z. (2010). Yaşlıların sorunları ve yaşam memnuniyeti. Adli Tıp Dergisi, 24 , 32-39.
8. Population Pyramid, (2020). Erişim tarihi: 07.03.2020 Erişim adresi: <https://www.populationpyramid.net/turkey/2019/>
9. SeventyWave, (2019). 65-79 is the New Middle Age, 80 is Elderly. Erişim tarihi: 08.03.2020 Erişim sitesi: <https://www.seventhwaveuk.com/content/347-65-79-is-the-new-middle-age-80-is-elderly>
10. Türkiye İstatistik Kurumu, [TÜİK] (2019). Nüfus ve Demografi, Erişim tarihi: 07.03.2020 Erişim sitesi: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
11. WHO. (2015). Definition and typology of violence. Violence Prevention Alliance, 1-2. Erişim adresi: <http://www.who.int/violenceprevention/approach/definition/en/>

**LİMAN DEVLETİ DENETİMLERİNDE CAN KURTARMA TEÇHİZATI
KAYNAKLI UYGUNSUZLUKLARA YOL AÇAN ETKENLERİN ARAŞTIRILMASI
INVESTIGATION OF THE FACTORS THAT LEAD TO DEFICIENCIES ORIGINATE
FROM LIFE SAVING APPLIENCES IN PORT STATE CONTROL**

**Arş. Gör. Şükrü İlke SEZER
Dr. Öğr. Üyesi Ercan AKAN**
İskenderun Teknik Üniversitesi

ÖZET

Dünya ticaretinin yaklaşık %85'i deniz taşımacılığıyla yapılmaktadır. Ülkeler arasındaki en yaygın taşımacılık biçimi olmasından dolayı dünya genelindeki büyümeye bağlı olarak deniz ticaretinde büyüme meydana gelmektedir. Bu büyüme sonucunda deniz trafiğinin yoğunluğu artmaktadır. Bu durum deniz taşımacılığının riskli bir hal almasına yol açarak deniz kazalarının meydana gelmesine sebep olmaktadır. Meydana gelen kazalar sonucunda Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından çeşitli düzenlemeler yapılarak, sözleşmeler aracılığıyla denizde emniyet, güvenlik ve çevre konularında bazı kurallar ve standartlar oluşturulmuştur. Söz konusu kuralların ve standartların gemilerde uygulanıp uygulanmadığını kontrol etmek üzere denetimler yapılmaktadır ve yapılan denetimlerin amacı, standart altı gemilerin tespit edilmesidir. Gemilere uygulanan bu denetimlerden önemli bir tanesi liman devleti denetimidir. Liman devleti denetimi; bir ülkenin kendi limanlarına gelen yabancı bayraklı gemileri denizde emniyet, çevre kirliliği, gemi adamlarının çalışma ve yaşama koşullarına yönelik denetime tabi tutan bir mekanizmadır.

Liman devleti denetimlerini gerçekleştiren uzmanlar tarafından, uluslararası sözleşmelerin gereklerine uygun olmayan durumlar uygunsuzluk olarak belirlenir. Gemilerde tespit edilen uygunsuzlukların bazılarının hemen düzeltilmesi beklenirken bazılarının ise belirli bir zaman içerisinde düzeltilmesi istenir. Gemi adamlarının ve deniz çevresinin emniyetini olumsuz yönde etkileyen uygunsuzlukların hemen düzeltilmesi istenir ve düzeltilinceye kadar gemi tutuklanır. Bazı durumlarda, gemi tutuklandıktan sonra geminin söz konusu bölgesel liman devleti anlaşmasına üye olan ülkelerin limanlarına girmesi yasaklanır. Gemilerin tutuklanması veya yasaklanması durumu ciddi mâlî kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca gemilerde tespit edilen uygunsuzluk sayısının artması gemilerin risk profilini de artırmaktadır. Bu durumda gemilere uygulanan denetimlerin sıklığı artırılır.

Bölgesel liman devleti denetimi anlaşmalarına üye olan ülkelerce her sene yayınlanan raporlar incelendiğinde can kurtarma teçhizatı kaynaklı uygunsuzluklar genel olarak üst sıralarda yer almaktadır. Ayrıca bu teçhizatlar, yaşanan bir deniz kazası sonrasında kazazedelerin hayatlarının kurtarılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu alanda meydana gelen uygunsuzluk, belki de gemi adamlarının hayatlarının kurtulamamasına sebep olabilir. Can kurtarma teçhizatı kaynaklı uygunsuzlukların fazla olması ve insan hayatı açısından ciddi önem arz etmesinden dolayı uygunsuzluklara yol açan faktörler araştırılmıştır.

Can kurtarma teçhizatı kaynaklı uygunsuzlukların sebepleri araştırılırken Delphi tekniğinden faydalanılmıştır. Üç tur olarak tasarlanan Delphi tekniği 11 kişiden oluşan uzman gruba uygulanmıştır. İlk turda sorulan açık uçlu soruya verilen yanıtlar neticesinde 20 madde belirlenmiştir. İkinci ve üçüncü turda 5'li Likert ölçeği kullanılarak çalışmaya katılan uzmanlar arasında fikir birliği sağlanmaya çalışılmıştır. Üçüncü tur sonunda 17 madde üzerinde fikir birliği sağlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, can kurtarma teçhizatı kaynaklı uygunsuzlukların ortaya çıkmasına yol açan etkenleri tespit ederek gemi adamları, denizcilik şirketleri ve can kurtarma teçhizatı bakımı yapan şirketler üzerinde farkındalık oluşturmak ve uygunsuzluk sayısını azaltmak için çözüm önerileri sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Liman Devleti Denetimi, Can Kurtarma Teçhizatı, Uygunsuzluk, Delphi

ABSTRACT

Approximately 85% of world trade is done by sea transportation. Since it is the most common form of transportation among countries, the growth in maritime trade occurs depending on global growth. As a result of this growth, the density of sea traffic increases. This situation causes maritime transportation to become risky and causes marine accidents to occur. As a result of the accidents that occurred, various conventions have been made by the International Maritime Organization (IMO) and the International Labour Organization (ILO). And some rules and standards have been established on the issues of safety, security, and environment at sea. Inspections are carried out to check whether these rules and standards apply to ships. The purpose of the inspections is to detect substandard ships. An important one of these inspections applied to ships is port state controls. Port state controls; is a mechanism that controls foreign-flagged ships arriving at their own ports of a country for safety at sea, environmental pollution, working and living conditions of seafarers.

Where conditions on board are found that are not in compliance with the requirements of the relevant instruments by the port State control officers, these are recorded as deficiencies. While some of the deficiencies detected on the ships are expected to be corrected immediately, others are requested to be corrected within a certain time frame. Deficiencies that negatively affect the safety of seafarers and the marine environment are required to be rectified immediately. The ship is detained until it is rectified these deficiencies. In some cases, after the ship is detained, the ship is prohibited from entering the ports of the countries that are members of in question the regional port state agreement. The detention or banning of ships causes serious financial losses. In addition, the increase in the number of deficiencies detected on the ships increases the risk profile of the ships. In this case, the frequency of inspections carried out to ships is increased.

When the reports published annually by the countries that are members of the regional port state control agreements are examined, deficiencies arising from life-saving appliances are generally at the top rank. Also, these appliances play an important role in saving victims' lives after a marine accident. Maybe deficiency in this subject may cause seafarers to lose their lives. Many deficiencies originate from life-saving appliances and they are seriously important in terms of human life. For these reasons, the factors that lead to these deficiencies have been investigated.

Delphi technique was used while investigating the causes of deficiencies that originate from life-saving appliances. Delphi technique, which was made in three rounds, was carried out to the expert group consisting of 11 people. As a result of the answers to the open-ended question asked in the first round, 20 items were determined. In the second and third rounds, it was tried to reach consensus among the experts who participated in the study by using the 5-point Likert scale. At the end of the third round was reached a consensus on 17 items. The aim of this study is to identify the factors that lead to the emergence of deficiencies arising from life-saving appliances and to raise awareness of seafarers, maritime companies and companies that maintain life-saving appliances, and to offer solutions reduce the number of deficiencies.

Keywords: Port State Control, Life Saving Appliances, Deficiencies, Delphi

1. GİRİŞ

Dünya ticaretinin %85'i deniz yoluyla yapılmaktadır. Ticaret hacmindeki artış aynı şekilde deniz yolu taşımacılığına da yansımaktadır. Bu durum deniz trafiğinin yoğunluğunun artmasına bağlı olarak deniz kaza riskini artırmaktadır [1]. Deniz kazaları sonucunda ortaya üç farklı sonuç çıkabilir. Bunlar; insanların yaralanması veya ölümleri, deniz çevresinin kirlenmesi, gemi ve taşıdığı yükün zarar görmesi veya tamamen kayıplardır [2]. Deniz kazalarının meydana gelmesi sonucunda; insanların, deniz çevresinin ve gemilerin emniyetini sağlamaya yönelik çeşitli kuralların ve standartların belirlenme gerekliliği ortaya çıkmıştır [1]. Denizde emniyeti sağlamak adına söz konusu kural ve standartlar Birleşmiş Milletlerin alt

komitelerinden olan Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından oluşturulmaktadır [3].

Belirlenen kurallara ve standartlara uymayan gemiler standart altı gemiler olup “Tekne, makine, ekipman veya işletme emniyeti ile ilgili sözleşmenin gerektirdiği standartların büyük ölçüde altında olan veya mürettebatı, gemi adamı donatım emniyet belgesiyle uyumlu olmayan gemilerdir.”[4] şeklinde tanımlanmaktadır. Günümüzde standart altı gemileri ortadan kaldırmak için IMO ve ILO sözleşmeleri sonucu ortaya çıkan yasal çerçeveler doğrultusunda gemilerin, gemi adamlarının ve deniz çevresinin emniyetini sağlamak amacıyla denetimler yapılmaktadır [3,5].

Literatürde gemi denetimleriyle ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde [3,5] gemilere uygulanan denetimleri;

- Liman devleti denetimleri,
- Bayrak devleti denetimi,
- Klas denetimleri,
- Sigorta denetimi,
- Endüstri denetimi,
- ISM (International Safety Management) ve ISPS (International Ship and Port Facility Security) denetimleri şeklinde sınıflandırmak mümkündür.

Bu çalışmada, liman devleti denetimleri sırasında ortaya çıkan uygunsuzluklardan can kurtarma teçhizatı başlığı altında yer alan uygunsuzlukların ortaya çıkmasını sağlayan faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu faktörler belirlenerek söz konusu alanda meydana gelen uygunsuzlukların sayısının azaltılması ve farkındalık oluşturulması amaçlanmaktadır.

2. LİMAN DEVLETİ DENETİMLERİ

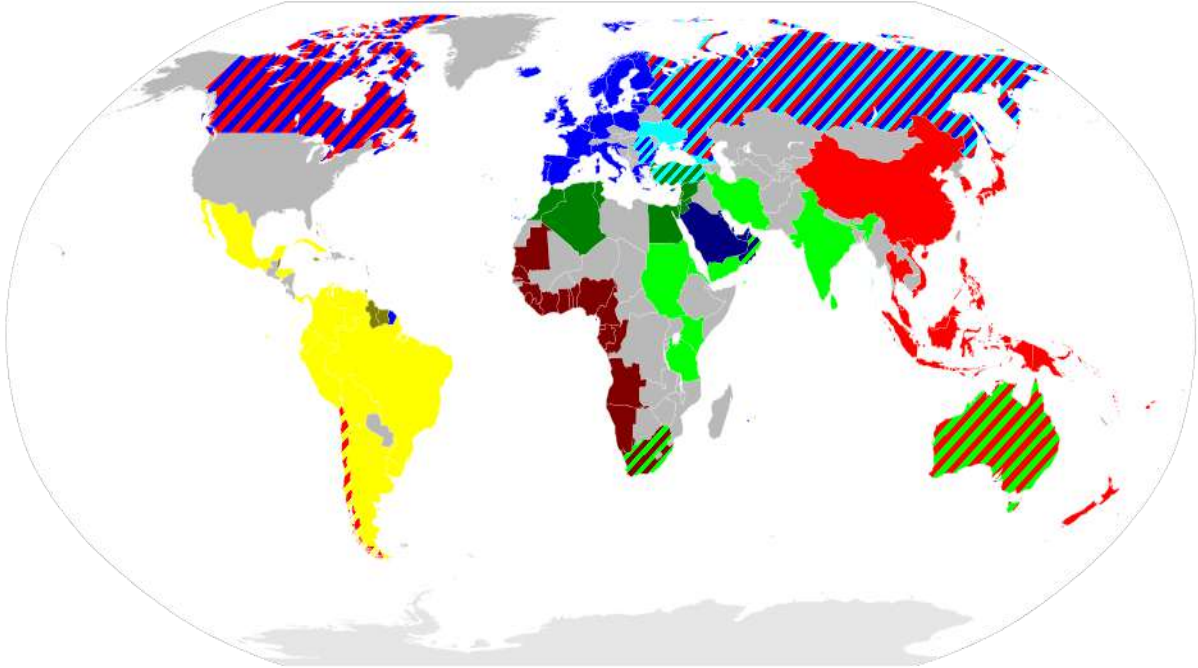
Gemilerin sözleşmelere göre kural ve standartlara uygun olup olmadığının kontrolü başta bayrak devleti kontrolü tarafından sonrasında klas kuruluşları ve sigorta kulüpleri tarafından yapılması gerekmektedir. Ancak bu kontrol mekanizmalarının standart altı gemilerin tespit edilmesinde başarılı olamamasından dolayı liman devleti denetimleri ortaya çıkmıştır [6].

Gemilerin emniyetli bir şekilde işletilebilmesi ve standart altı gemilerin ticari faaliyetlerde bulunmasını engellemek amacıyla bir emniyet ağı bulunmaktadır. Bu emniyet ağı günümüzde IMO ve ILO'nun belirlediği kurallar doğrultusunda bayrak devleti, klas kuruluşları, deniz sigortacıları, endüstri kuruluşları ve liman devleti denetimlerinden oluşmaktadır [3,7]. Liman devleti denetimleri standart altı gemilerin tespiti için oluşturulan emniyet ağının son kademesinde yer alan kontrol mekanizmasıdır [7].

1978 yılında 8 kuzey deniz ülkesinin, Lahey’de imzaladıkları mutabakat anlaşmasıyla Liman devleti denetimlerinin temelleri atılmıştır. Bu anlaşmayla beraber, imzalayan devletlerin limanlarına gelen gemilerin yaşam ve çalışma koşulları açısından denetlenmesi amaçlanmıştır. 1978 yılında meydana gelen Amoco Cadiz isimli tankerin deniz kazasından sonra Lahey mutabakat anlaşmasının değiştirilmesi durumu ortaya çıkmıştır. Kaza sonrası bazı bayrak devletlerinin kontrolleri gerektiği şekilde yapmadığı görülmüştür. Denetlemelerin, çalışma ve yaşam koşullarının yanı sıra deniz çevresi ve deniz emniyeti konularını da kapsamaması gerektiği ortaya çıkmıştır. Yaşanan olaylar neticesinde 1980 yılında 13 Avrupa ülkesinin deniz emniyetiyle ilgili kuruluşlar ile IMO ve ILO temsilcileri bir araya gelerek standart altı gemilerin ticari faaliyetlerinin sonlandırılması için en iyi yolun liman devleti denetimleri olacağı söylemi ortaya çıkmıştır. Liman devleti denetimlerinin denizcilik alanında yapılan uluslararası sözleşmelere göre yapılması kabul edilmiştir. İkinci kez 1982 yılında bir araya gelen taraf ülkeler Lahey mutabakat anlaşmasının yerini alması için Paris

Memorandumunu kabul etmişlerdir ve Temmuz 1982 tarihinde Paris Memorandumu yürürlüğe girmiştir [7]. Paris Memorandumundan sonra IMO bu tarz bölgesel iş birliklerini artırmak için A.682 (17) numaralı kararı yayınlamıştır ve ülkeleri işbirliği konusunda teşvik etmeye çalışmıştır [8].

Liman devleti denetimi; ülkelerin kendi ulusal limanlarında yabancı bayraklı gemileri uluslararası düzenlemelerin gerekliliklerini yerine getirip getirmediğini kontrol eden denetim şeklidir. Liman devleti denetimlerinin yapılabilmesi için liman devleti bölgesel iş birlikleri oluşturulmuştur. Bu bölgesel iş birlikleri; Paris Memorandumu, Latin Amerika (Acuerdo de Vina del Mar) Memorandumu, Tokyo Memorandumu, Karayipler Memorandumu, Akdeniz Memorandumu, Hint Okyanusu Memorandumu, Batı ve Orta Afrika (Abuja) Memorandumu, Karadeniz Memorandumu, Riyad Memorandumu olup Amerika Birleşik Devletleri tek başına Birleşik Devletler Sahil Güvenlik Liman Devleti Kontrol Programını uygulamaktadır [9].



Şekil 1. Dünya Memorandum Haritası

Şekil 1 incelendiğinde; sarı bölge Latin Amerika Memorandumunu, zeytin yeşili bölge Karayipler Memorandumunu, kırmızı bölge Tokyo Memorandumunu, açık yeşil bölge Hint Okyanusu Memorandumunu, koyu mavi bölge Riyad Memorandumunu, koyu yeşil bölge Akdeniz Memorandumunu, bordo bölge Batı ve Orta Afrika Memorandumunu, mavi bölge Paris Memorandumunu, açık mavi bölge Karadeniz Memorandumunu göstermektedir. Bazı yerler iki renk olarak gösterilmektedir bu bölgelerde yer alan ülkeler iki rengi temsil eden memorandumlara üye olan ülkelerdir [10]. Bu bölgesel iş birliklerinin uluslararası anlaşma değilde memorandum olmasının nedeni, prosedürlerinin ve sonrasında yapılması muhtemel güncellemelerin daha kolay ve daha az zaman almasından kaynaklandığı belirtilmektedir [7].

Liman devleti denetimlerinde her bölgesel memorandumun denetimleri uygulama şekilleri, kabul ettikleri uluslararası denizcilik sözleşmeleri, gemi risk profillerini belirleme standartları birbirinden farklılıklar gösterebilmektedir. Bölgesel memorandumlar arasında Paris ve Tokyo memorandumlarının ve Amerikan sahil güvenliğinin, standart altı gemilerin tespitinde daha etkili oldukları söylenmektedir [11,12].

Her liman devleti denetimi sonunda denetimi yapan uzman kişi tarafından bir rapor hazırlanır. Bu raporda, yapılan denetimin ayrıntıları ve tespit edilen uygunsuzluklar yer alır. Eğer herhangi bir uygunsuzluk tespit edilmişse uygunsuzluğun türüne göre hemen düzeltilmesi istenebilir veya düzeltilmesi için belirli bir süre verilebilir [11]. Bir geminin denetime girdiği memorandumun yasal dayanaklarını oluşturan uluslararası sözleşmelerin standart ve kurallara uymayan durumlar uygunsuzluk olarak adlandırılır. Uzmanlar tarafından belirlenen herhangi bir uygunsuzluk durumu gemi, deniz çevresi ve gemi adamları için ciddi anlamda tehlike arz ediyorsa geminin bu uygunsuzluğu düzeltene kadar limandan ayrılmasına izin verilmez ve gemi tutuklanır [14].

Liman devleti denetimi neticesinde elde edilen uygunsuzluk kategorileri memorandumlar arasında bazı küçük farklılıklar gösterse de her memorandum için benzer şekilde kategorize edilmektedir. Paris Memorandumuna göre oluşturulan kategoriler Çizelge 1’de gösterilmektedir [15].

Çizelge 1. Paris Memorandumuna Göre Uygunsuzluk Kategorileri

Personel Sertifikaları	Seyir Emniyeti
Dokümanlar	Can Kurtarma Teçhizatı
Gemi Sertifikaları	Tehlikeli Yükler
Yapısal Kondisyon	Makine ve Yardımcı Makinalar
Su ve Hava Sızdırmazlığı	Zehirli Boyalar
Acil Durum Sistemleri	Balast Suyu
Radyo Haberleşme	MARPOL Ek I
Yük Operasyonları	MARPOL Ek II
Yangın Emniyeti	MARPOL Ek III
Alarmlar	MARPOL Ek IV
Yaşama Koşulları	MARPOL Ek V
Çalışma Koşulları	MARPOL Ek VI
Gemi Adamları için Minimum Gereksinimler	ISM
İstihdam Koşulları	ISPS
Yaşam Mahalli, Dinlenme Olanakları, Yiyecek İçecek Olanakları	Diğerleri
Tıbbi Bakım, Sağlığın Korunması, Sosyal Güvenlik	

Paris Memorandumunun 2018 yıllık raporu incelendiğinde Çizelge 1’deki kategoriler arasında can kurtarma teçhizatı kaynaklı uygunsuzluklar, en çok tespit edilen uygunsuzluklar içerisinde üçüncü sırada yer almaktadır. Birinci sırada yangın emniyeti, ikinci sırada ise seyir emniyeti kategorileri gelmektedir [15].

Çizelge 2. 2017 ve 2018 Yıllarına Ait Can Kurtarma Teçhizatı Kategorisindeki Uygunsuzlukların İstatistikleri

Paris Mou			
Yıl	CKT Kaynaklı Uygunsuzluk Sayısı	Sayı %	Tutulmaya Neden Olan CKT Kaynaklı Uygunsuzluk Sayısı
2018	3300	8,2	280
2017	3307	8,0	286

Çizelge 2’de, Paris Memorandumunda can kurtarma teçhizatı (CKT) kategorisinde ortaya çıkan uygunsuzlukların 2017–2018 yıllarındaki sayıları, o yılda ortaya çıkan bütün uygunsuzluklar içindeki yüzde değerleri ve tutulmaya sebebiyet veren uygunsuzluk sayısı verilmiştir.

Can kurtarma teçhizatları ile ilgili düzenlemeler ve standartlar LSA (Life-Saving Appliance) Kod ve SOLAS’da (Safety of Life at Sea) yer almaktadır. Can kurtarma teçhizatı ve düzenlemeleri başlığı SOLAS sözleşmesinin III. bölümünü oluşturmaktadır. Bu başlık altında can kurtarma teçhizatlarıyla ilgili gereklilikler bulunmaktadır. İlgili bölümün 34. kuralı LSA Kod ile belirlenen uluslararası standartlara uyulmasının zorunlu olduğunu belirtmektedir [16]. LSA Kod’a göre can kurtarma teçhizatları 6 başlık altında toplanmakta ve Çizelge 3’de gösterilmiştir [17].

Çizelge 3. Can Kurtarma Teçhizatları

1	Kişisel Can Kurtarma Teçhizatları
	Can simitleri
	Can yelekleri
	Dalma giysileri
	Koruyucu giysi
	Isı koruyucu tulum
2	Görünür İşaretler
	Paraşütlü işaret fişekleri
	El maytapları
	Yüzer duman işaretleri
3	Can Kurtarma Vasıtaları
	Can salları
	Can filikaları
4	Kurtarma Botları
5	Can Kurtarma Vasıtalarını Denize İndirme ve Binme Donanımları
	İndirme ve binme donanımları
	Gemi terk sistemleri
6	Diğer Can Kurtarma Teçhizatları
	Halat atma aletleri
	Genel alarm ve yayın sistemleri

Paris Memorandumunda gemilere yapılan denetimlerin raporları incelendiğinde can kurtarma teçhizatlarının kullanıma hazır olmaması, hasarlı olması, son kullanma tarihlerinin geçmiş olması, personelin yeterince ekipman veya prosedürlere aşına olmaması, tercih edilen ekipmanların onaylı tipte olmaması, bakımlarının düzgün yapılmaması ve talimatlarının kayıp olması gibi uygunsuzlukların tespit edildiği görülmektedir

3. YÖNTEM

Bu çalışmada yöntem olarak Delphi tekniği kullanılmıştır. Delphi tekniği karışık problemlerin çözümü için katılımcıların farklı görüşlerinden yararlanmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir [18]. Bu teknik 1950’li yıllarda Amerika’da askeri konularla ilgili yapılan çalışmalarda kullanılmak üzere Helmer ve Dalkey tarafından ortaya çıkarılmıştır [19]. Delphi tekniğinin gizlilik, ardışıklık, kontrollü geri besleme ve cevapların analizi olmak üzere 4 temel özelliği vardır. Bu özelliklere göre çalışmaya dâhil olan katılımcılar ortaya çıkan fikirlerin kime ait olduğunu bilmezler ve yanıtlarını çok daha rahat bir şekilde verebilirler. Teknik, ardışık turlar halinde yapılır ve bu sayede katılımcılar fikirlerini gözden geçirerek

değiştirme fırsatı bulabilirler. Kontrollü geri besleme sayesinde katılımcılara önceki turların sonuçları bildirilir ve diğer katılımcıların fikirleri hakkında bilgi sahibi olurlar. Yapılan geri bildirimler önceki turlarda verilen yanıtların istatistiksel analizlerini içermektedir [20].

Delphi tekniğinde yapılacak olan çalışmalarda tur sayısı araştırmanın konusuna göre değişiklik göstermektedir. Genellikle üç tur halinde yapılmaktadır. Birinci tur, araştırmanın konusu ile ilgili araştırmacı tarafından hazırlanan açık uçlu sorulardan oluşur. Açık uçlu sorulara verilen cevaplar analiz edilerek ve literatür incelenerek ikinci tur için anket formu hazırlanır. Hazırlanan bu anket formları genellikle Likert ölçeğine göredir ve bu formlar ilk turdaki katılımcılara gönderilir. Katılımcıların anketleri doldurup göndermesiyle ikinci tur tamamlanır. Katılımcıların verdiği cevaplar analiz edilir ve ikinci tur anketine eklenerek aynı katılımcılara tekrar gönderilir böylece üçüncü tur başlatılmış olur. Üçüncü turda katılımcılar diğer katılımcıların verdiği cevapların analizlerini göz önünde bulundurarak fikir değişikliği yapabileme imkânına sahiptirler. Üçüncü tur sonunda araştırmacı tarafından belirlenen uzlaşma ölçütlerine göre anket maddeleri üzerinde fikir birliğine varılıp varılmadığı sonucuna ulaşılır. Araştırmacı isterse çalışmadaki tur sayısını artırabilir. Ayrıca ilk turu literatür taraması sonucunda elde ettiği bilgilerden faydalanarak atlayabilir.[20,21].

Delphi tekniğinde katılımcı sayısının belirlenmesi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Şahin, ideal grup büyüklüğünün 10-20 kişi arasında olması gerektiğini en az 7 kişinin katılımıyla çalışma yapılabileceğini belirtmiştir [18]. Gordon, çalışmaya katkı sağlayan kişi sayısının 15-35 arasında olması gerektiğini vurgulamıştır [22]. Delbecq ve arkadaşları 10-15 kişinin çalışmanın yapılabilmesi için yeterli olabileceğini söylemiştir [23]. Linstone ise en az 7 kişi olması gerektiğini belirtmiş ancak grup büyüklüğünün 4-3000 kişi arasında değişebileceğini bildirmiştir [24]. Ayrıca çalışmaya katkı sağlayacak kişilerin yapılan çalışma konusunda bilgi birikimine sahip, tecrübeli kişilerden oluşması çalışma açısından önem arz etmektedir [18]. Bu çalışmada, kişi sayısı başlangıçta 11 olup üçüncü tura 1 kişi katılım sağlamamıştır ve çalışma 10 kişiyle tamamlanmıştır.

Delphi tekniğinin uygulandığı çalışmaların sonunda katılımcılar arasında bir uzlaşma olmalıdır. Bu uzlaşma belirlenen ölçütlere göre sağlanmaktadır. Söz konusu ölçütler için belirli bir standart ve kural bulunmamaktadır [25]. Bu çalışmada, birinci turda katılımcılardan alınan cevaplara göre elde edilen maddeler 5’li Likert ölçeğine göre anket haline getirilmiştir. Uzlaşma ölçütü olarak medyan, çeyrekler arası genişlik, 4 ve 5 yanıtlarını veren uzmanların yüzde değerleri kullanılmıştır.

Medyan: “Cevapların %50’sini soluna, %50’sini de sağına alan noktadır.”

Birinci Çeyrek: ”Cevapların %25’ini soluna, %75’ini de sağına alan noktadır.”

Üçüncü Çeyrek: “Cevapların %25’ini sağına, %75’ini de soluna alan noktadır. “

Çeyrekler Arası Genişlik: “Üçüncü çeyrek ile birinci çeyrek arasındaki farktır.” Genişliğin az olması fikir birliği olduğu manasına gelmektedir [18]

Çizelge 4. Uzlaşma Ölçütleri

Medyan	≥ 4
Çeyrekler arası genişlik	$\leq 1,5$
Frekans 4-5	$\geq \%70$

Çizelge 4’de çalışmada kullanılan uzlaşma ölçütleri ve değerleri gösterilmiştir. Bir madde üzerinde fikir birliği sağlanabilmesi için maddenin medyan değerinin 4’den büyük veya eşit

olması, çeyrekler arası genişliğin 1,5’den küçük veya eşit olması, 4 veya 5 yanıtını veren katılımcıların yüzde değerinin %70’den fazla veya eşit olması gerekmektedir.

4. BULGULAR

Çalışmada üç tur uygulanan Delphi tekniğinde katılımcılara ilk turda açık uçlu soru yöneltilmiştir. Bu soru; “Liman devleti denetimlerinde can kurtarma teçhizatları başlığı altında ekipmanların çalışmaması, hasarlı olması, kullanım sürelerinin dolmuş olması, personelin ekipmanlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması, ekipmanların kullanıma hazır olmaması vb. gibi çeşitli uygunsuzluklar tespit edilmektedir. Can kurtarma teçhizatı kaynaklı bu uygunsuzlukların ortaya çıkmasını sağlayan faktörler neler olabilir?” şeklindedir. Katılımcılardan alınan cevaplar bir araya getirilerek 3 tema altında toplanmıştır. Bu temalar; gemi adamı kaynaklı faktörler, kurum kaynaklı faktörler ve dış faktörlerdir. Gemi adamı kaynaklı faktörler teması 8 maddeden oluşmaktadır. Bu maddeler Çizelge 5’de gösterilmektedir.

Çizelge 5. Can Kurtarma Teçhizatı Kaynaklı Uygunsuzlukların Ortaya Çıkmasını Sağlayan Faktörler

Gemi Adamı Kaynaklı Faktörler	
1.	Talimlerin ve gemi içi eğitimlerin kurallara uygun olarak yapılmaması
2.	Gemi adamlarına gemiye katılış sonrası aşinalık eğitimi verilmemesi
3.	Gemi adamlarının tecrübesizliği
4.	ISM uygulamasının yetersizliği
5.	Can kurtarma teçhizatlarının amaçları dışında kullanılması
6.	Gemi adamlarının emniyet kültürünün zayıf olması
7.	Planlı bakım tutumun gereklerine uyulmaması
8.	Geminin SOLAS eğitim kitabının gemiye uygun olmaması
Kurum Kaynaklı Faktörler	
1.	Gemi adamlarına gemi öncesi eğitim verilmemesi
2.	Donatanın servis taleplerini ertelemesi
3.	Servis ihtiyacının kâğıt üzerinde yapılması
4.	İç denetimin yetersiz yapılması
5.	Şirketin gemiden yapılan malzeme talepleri karşılayamaması
Dış Faktörler	
1.	Dış denetimlerin (klas denetimi, bayrak denetimi) yetersiz yapılması
2.	Geminin seferlerinin kısa olması
3.	Geminin liman süresinin kısa olması
4.	Eğitim merkezlerinde gemi adamlarına yetersiz eğitim verilmesi
5.	Gemideki iş yoğunluğunun fazla olması
6.	Ekipmanların kötü hava şartlarına maruz kalması
7.	Ekipmanların periyodik bakım tutumunu yapan servislerin eksik ve yanlış iş yapmaları

Birinci tur sonunda belirlenen maddeler ikinci turda 5’li Likert ölçeği kullanılarak anket formu olarak düzenlenmiş ve katılımcılara gönderilmiştir. Katılımcılardan alınan yanıtlar analiz edilmiş ve elde edilen medyan, çeyrekler arası genişlik ve 4-5 yanıtlarını veren katılımcıların yüzde değerleri hesaplanmıştır. Üçüncü tur için aynı anket formu kullanılmıştır. Ayrıca ikinci tura ek olarak her bir maddenin analiz sonucu ve her katılımcının ikinci turda maddelere vermiş oldukları cevaplar yer almıştır.

Çizelge 6. Gemi Adamı Kaynaklı Faktörlerin İkinci Ve Üçüncü Tur Delphi Sonuçları

Madde	İkinci Tur			Üçüncü Tur		
	%	Medyan	ÇAG	%	Medyan	ÇAG
Gemi Adamı Kaynaklı Faktörler						
1. Talimlerin ve gemi içi eğitimlerin kurallara uygun olarak yapılmaması	100	5	0,0	100	5,0	0,00
2. Gemi adamlarına gemiye katılım sonrası aşinalık eğitimi verilmemesi	100	5	1,0	100	5,0	0,00
3. Gemi adamlarının tecrübesizliği	81,8	4	1,0	90	4,0	1,00
4. ISM uygulamasının yetersizliği	72,7	5	2,0	90	4,5	1,00
5. Can kurtarma teçhizatlarının amaçları dışında kullanılması	72,8	4	2,0	100	4,0	1,00
6. Gemi adamlarının emniyet kültürünün zayıf olması	100	5	1,0	100	5,0	1,00
7. Planlı bakım tutumunun gereklerine uyulmaması	100	5	1,0	100	5,0	1,00
8. Geminin SOLAS eğitim kitabının gemiye uygun olmaması	63,7	4	2,0	80	4,0	1,25

Çizelge 6’da gemi adamı kaynaklı faktörler için ikinci ve üçüncü tur sonuçları bir arada gösterilmektedir. Buna göre; ikinci turda 4, 5 ve 8. maddelerin uzlaşma ölçütlerini sağlayamadıkları görülmektedir. Üçüncü turda katılımcıların fikirlerini değiştirerek bütün maddeler üzerinde uzlaşma sağladıkları görülmektedir.

Çizelge 7. Kurum Kaynaklı Faktörlerin İkinci Ve Üçüncü Tur Delphi Sonuçları

Madde	İkinci Tur			Üçüncü Tur		
	%	Medyan	ÇAG	%	Medyan	ÇAG
Kurum Kaynaklı Faktörler						
9. Gemi adamlarına gemi öncesi eğitim verilmemesi	81,8	5	1,0	100	5,0	0,25
10. Donatanın servis taleplerini ertelemesi	81,8	4	1,0	80	4,0	1,25
11. Servis ihtiyacının kâğıt üzerinde yapılması	72,8	4	2,0	80	4,0	0,50
12. İç denetimin yetersiz yapılması	100	5	0,0	100	5,0	0,25
13. Şirketin gemiden yapılan malzeme talepleri karşılayamaması	72,8	4	2,0	80	4,5	1,25

Çizelge 7’de kurum kaynaklı faktörlerin ikinci ve üçüncü tur sonuçları yer almaktadır. Sonuçlara göre, ikinci tur sonunda 11. ve 13. maddeler uzlaşma ölçütlerini sağlayamamaktadır. Üçüncü turda bazı katılımcıların fikirlerini uzlaşma yönünde değiştirdikleri ve bütün maddelerin kabul edildiği görülmektedir.

Çizelge 8. Dış Faktörlerin İkinci Ve Üçüncü Tur Delphi Sonuçları

Madde	İkinci Tur			Üçüncü Tur		
	%	Medyan	ÇAG	%	Medyan	ÇAG
14. Dış denetimlerin (klas denetimi, bayrak denetimi) yetersiz yapılması	72,7	5	2,0	90	4,5	1,00
15. Geminin seferlerinin kısa olması	54,6	4	2,0	50	3,5	2,00
16. Geminin liman süresinin kısa olması	45,5	3	2,0	30	2,5	2,00
17. Eğitim merkezlerinde gemi adamlarına yetersiz eğitim verilmesi	72,7	5	2,0	80	5,0	1,25
18. Gemideki iş yoğunluğunun fazla olması	72,8	4	2,0	80	4,0	1,25
19. Ekipmanların kötü hava şartlarına maruz kalması	54,6	4	4,0	60	4,0	2,50
20. Ekipmanların periyodik bakım tutumunu yapan servislerin eksik ve yanlış iş yapmaları	72,7	4	1,0	90	4,0	0,25

Çizelge 8’de dış faktörlerin ikinci ve üçüncü tur analizleri yer almaktadır. Bu analizlere göre ikinci turda sadece 20. madde üzerinde fikir birliği sağlanmıştır. Üçüncü tur sonuçlarına göre katılımcıların 15, 16 ve 19. maddeler üzerinde uzlaşma sağlayamadıkları görülürken ikinci turda uzlaşma sağlanamayan 14, 17 ve 18. maddeler üzerinde uzlaşma sağlandığı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, liman devleti denetimlerinde ortaya çıkan uygunsuzlukların başında gelen ve herhangi bir tehlike durumunda insan hayatının kurtulması açısından önemli olan can kurtarma teçhizatı kaynaklı uygunsuzluklara yol açan etkenlerin neler olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Delphi tekniği kullanılarak, alanlarında uzman olan kişilerden faydalanılmış ve elde edilen sonuçlara göre 17 maddenin söz konusu uygunsuzluğun ortaya çıkmasında etkili olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

İleride ortaya çıkabilecek bu alandaki uygunsuzlukların azaltılması, geminin limanda tutulması sonucunda ortaya çıkabilecek ekonomik kayıpların, yaşanması muhtemel herhangi bir acil durumda can kurtarma teçhizatlarında yaşanabilecek sorunlar neticesinde insanlara gelebilecek zararın ve geminin uygunsuzluk sayısındaki artışa bağlı olarak bölgesel memorandumlardaki risk profiline artmasının önüne geçebilecektir.

Uygunsuzlukların azaltılması, ortaya çıkmasına yol açan faktörlerin ayrıntılı olarak incelenerek düzeltici ve önleyici faaliyetlerin uygulanmasıyla mümkün olabilir. Bu açıdan gemi adamlarına gemi, çalıştığı kurum ve eğitim aldığı merkezlerde verilen eğitimin belirlenen standartlarda, doğru ve verimli bir şekilde verilmesi gemi adamı kaynaklı faktörlerin azalmasına yardımcı olabilir. Kurumların, gemilerden gelen istek ve önerileri belirlenen kurallar çerçevesinde göz önünde bulundurması ayrıca kural koyucular tarafından belirlenen standartların usulüne uygun bir şekilde yerine getirilmesi kurum kaynaklı faktörlerin azaltılması konusunda katkı sağlayabilir. Dış faktörlerden kaynaklı uygunsuzlukların azaltılması ulusal ve uluslararası alanda yapılacak yeni düzenlemeler yardımıyla mümkün olabilir.

KAYNAKÇA

1. Yavuz, S. (2003). Dünyada Liman Devleti Denetimi Ve Liman Devleti Denetimi İle İlgili Türk Mevzuatının AB Müktesebatıyla Uyumlaştırılması İçin Gerekli Düzenlemeler, Uzmanlık Tezi, *İktisadi Sektörler Ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Alt Yapı Hizmetler Dairesi*, Ankara.
2. Kristiansen, S. (2005). Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis (First Published). London: Elsevier Butterworth-Heinemann.
3. Knapp, S. (2007). The Econometrics Of Maritime Safety Recommendations To Enhance Safety At Sea, Doktora Tezi, *Erasmus Research Institute of Management*, Rotterdam.
4. International Maritime Organization (IMO). (2017). Resolution A.1119(30). Procedures For Port State Control. London: IMO.
5. Grbic, L., Jelena Culin, J. ve Bielic, T. (2018). Inspections on Board Oil Tankers: Present Situation and Suggestion for Improvement. *Multidisciplinary Scientific Journal Of Maritime Research*, 32 (2), 132-140.
6. Xu, S. (2001). Port State Control: Review And Assessment, Yüksek Lisans Tezi, World Maritime University Maritime Affairs Maritime Administration And Environmental Protection, Malmö.
7. Ozcayir, O. (2004). Port State Control (İkinci Baskı). New York: Informa Law from Routledge.
8. International Maritime Organization (IMO). (1991). Resolution A.682(17). Regional Co-Operation In The Control Of Ships And Discharges. London: IMO.
9. İnternet: Port State Control. URL: <http://www.imo.org/en/ourwork/msas/pages/portstatecontrol.aspx>, Son Erişim Tarihi: 24.02.2020.
10. İnternet: Port State Control. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Port_state_control, Son Erişim Tarihi: 24.02.2020.
11. Piniella, F., Rodríguez, E. ve Alcaide, J. I. (2014). A Comparative Analysis of Vessels Detained Under The PSC Agreements Of Paris, Tokyo and Vina del Mar. *Journal of Shipping and Ocean Engineering*, 4 (6), 291-306.
12. Ung, S., Tsai, C. ve Chen, C. (2013). A Rigorous Review And Thorough Planning For The Ship Inspection System In Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology*, 21(5), 569-577
13. Anderson, P. (2015). ISM Code A Practical Guide to the Legal and Insurance Implications (Üçüncü Baskı). New York: Informa Law from Routledge.
14. İnternet: Annual Report 2018. URL: http://www.tokyomou.org/publications/annual_report.php, Son Erişim Tarihi: 24.02.2020.
15. İnternet: 2018 Paris MoU Annual report "Consistent Compliance". URL: <https://www.parismou.org/2018-paris-mou-annualreport-consistent-compliance>, Son Erişim Tarihi: 24.02.2020.
16. IMO. (2014). International Convention for the Safety of Life at Sea (6.Baskı). London: IMO
17. IMO. (2017). Life-Saving Appliances Including LSA Code. London: IMO
18. Şahin, A. (2001). Eğitim Araştırmalarında Delphi Tekniği ve Kullanımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 215-220.
19. Dalkey, N. ve Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. *Management Science*. 9(3), 458-467.
20. Rowe, G., Wright, G. The Delphi Technique As A Forecasting Tool: Issues And Analysis. *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353-375.
21. Paykoç, F. ve Ok, A. (1990). Delfi Tekniği İle Türk Eğitim Sistemindeki Bazı Problemlerin İncelenmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 14(75), 14-21.

22. Gordon, T. J. (1994). The Delphi Method. AC/UNU Millennium Project: Futures Research Methodology. http://www.gerenciamento.ufba.br/downloads/delphi_method.pdf, Son Erişim Tarihi: 24.02.2020.
23. Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H. ve Gustafson, D. H. (1975). Group Techniques For Program Planning: A Guide To Nominal Group And Delphi Processes. Glenview, Illinois: Scott, Foresman & Company.
24. Thangaratinam, S. ve Redman, C. (2005). The Delphi Technique. *Education, The Obstetrician & Gynaecologist*, 7, 120-125.
25. Nworie, J. (2011). Using the Delphi Technique in educational technology research. *Tech Trends*, 55(5), 24-30.

**RADİOAKTİV ŞÜALANMANIN $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ KRİSTALINDA QURULUŞ
ÇEVİRLMƏLƏRİNİN XARAKTERİNƏ TƏSİRİ**
INFLUENCE OF RADIOACTIVE RADIATION ON THE NATURE OF
STRUCTURAL TRANSFORMATIONS OF $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ CRYSTAL

Öğr. Üyesi Prof. Dr. Vaqif NƏSİROV
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Prof. Dr. Hüseyin İBRAHİMOV
Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
Öğr. Üyesi, Dr. Aybəniz RZAYEVA
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

ÖZET

$\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ birləşməsi sintez olunaraq Bridgman üsulu ilə monokristalları alınmışdır. Rentgenoqrafik tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, alınan kristal otaq temperaturunda parametrləri $a=26.51\text{Å}$, $b=15.46\text{Å}$, $c=13.98\text{Å}$, fəza qrupu $\text{Abm}2$ olan rombik qəfəsə malikdir və ərimə temperaturuna kimi bu kristalda iki quruluş çevrilməsi baş verir. $T>380\text{K}$ temperaturda tədqiq olunan nümunədə rombik qəfəs parametrləri $a=3.485\text{Å}$, $c=6.728\text{Å}$, fəza qrupu $\text{P}6_3/\text{mmc}$ olan heksaqonal qəfəsə çevrilir. $T>770\text{K}$ temperaturda heksaqonal qəfəs parametri $a=5.882\text{Å}$ olan üzəmərkəzləşmiş kub qəfəsə çevrilir. Rentgenoqrafik tədqiqatlarla paralel olaraq DTA (Diferensial termik analiz) tədqiqatları aparılmış və otaq temperaturundan ərimə temperaturuna kimi 4 endoeffekt (106°C , $440,6^\circ\text{C}$, $552,7^\circ\text{C}$, $642,8^\circ\text{C}$) müşahidə olunmuş və prosesin entalpiyası hesablanmışdır.

Təcrübənin sonrakı mərhələsində tədqiq olunan nümunə standart mənbəyi C_0^{60} olan ГYPX-1000 qurğusunda şüalandırılmışdır. 25 Mrad şüalanmadan sonra tədqiq olunan nümunədə aparılan DTA təcrübələri göstərmişdir ki, bu halda endoeffektlər 111°C , 451°C , $536,7^\circ\text{C}$ və $672,8^\circ\text{C}$ temperaturalarda müşahidə olunur.

Alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, 25 Mrad radioaktiv şüalanma kristalda quruluş çevrilmələrinin temperaturuna və xarakterinə nəzərə çarpacaq təsir göstərmir.

Anahtar Kelimələr: Monokristal, Heksaqonal, Radioaktiv Şüalanma, Üzəmərkəzləşmiş Kub

ABSTRACT

The $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ compound was synthesized and obtained by monocrystals using the Bridgman method. As a result of X-ray researches, it has been found that the crystal room temperature has a rhombic cage with parameters $a = 26.51\text{Å}$, $b = 15.46\text{Å}$, $c = 13.98\text{Å}$, with space group $\text{Abm}2$, and two crystal structures occur in this crystal before melting temperatures. In the sample studied at $T > 380\text{K}$, the rhombic cage parameters are converted to hexagonal cages with a space band $\text{P}6_3/\text{mmc}$ with $a = 3.485\text{Å}$, $c = 6.728\text{Å}$. At a temperature of $T > 770\text{K}$, the hexagonal cage is converted into a centrally located cube with $a = 5.882\text{Å}$. In parallel with X-ray researches, DTA (Differential Thermal Analysis) was performed and four endo-effect (106°C , $440,6^\circ\text{C}$, $552,7^\circ\text{C}$, $642,8^\circ\text{C}$) were observed from room temperature to melting temperature and the process was calculated.

At the next stage of the experiment, the sample was irradiated on the ГYPX-1000 with a standard source C_0^{60} . 25 DTA experiments in this explored sample after 25 Mrad radiation showed that in this case, the endo-effects were observed at temperatures 111°C , 451°C , $536,7^\circ\text{C}$ and $672,8^\circ\text{C}$.

Analysis of the results shows that 25 Mrad radiation does not have a significant effect on the temperature and character of the structure transformations in the crystal.

Keywords: Monocrystal, Hexagonal, Radiation, Centrally Located Cube

Məlumdur ki, Cu – S sisteminin hal diaqramı müxtəlif vaxtlarda mümkün fiziki-kimyəvi tədqiqatlar vasitəsilə müxtəlif müəlliflər tərəfindən tədqiq olunmuşdur. [1] Olduqca mürəkkəb

qarşılıqlı kimyəvi təsir prosesləri nəticəsində ilk baxışdan sadə görünən bu sistemin müxtəlif birləşmələrində çox saylı fazalar və mürəkkəb kristal quruluşları reallaşır. Kristal quruluşlarının mürəkkəbliyi ilk növbədə bu fazalarda baş verən quruluş çevrilmələrinin mövcudluğu, mis atomlarının asanlıqla öz valent halını dəyişə bilməsi və yüksək miqrasiya qabiliyyətinə malik olmaları ilə bağlıdır.

Bu baxımdan sabit təzyiqdə temperaturun təsiri ilə baş verən quruluş faza çevrilmələrinin mexanizminin araşdırılması və bu maddələrin radiasiyaya davamlılıq həddinin müəyyən edilməsi həm elmi və həm də praktik baxımdan çox əhəmiyyətlidir. Belə ki, quruluş çevrilmələri nəticəsində bu birləşmələrin əsas fiziki-kimyəvi xassələri dəyişir. Radiasiya isə quruluş çevrilmələrinin temperaturuna və hətta sayına təsir göstərə bilir. Cu_2S kristalında mis atomlarının müxtəlif nisbətlərdə metal atomları ilə əvəz olunması yüksək temperatur effektivliyinə malik materiallar əldə etməyə imkan verir. Bu metallar arasında yüksək ərimə temperaturuna və kiçik qadağan olunmuş zonaya malik Ni atomları xüsusi yer tutur. Qeyd edək ki, təqdim olunan iş Cu_2S kristalında Cu atomlarının Ni atomları ilə qismən əvəz olunmasının və radiasiyanın polimorf çevrilmələrin mexanizminə və xarakterinə təsirini araşdırmaq üçün planlaşdırılmış tədqiq işlərinin davamıdır.[2-5]

Tədqiq olunan nümunəni sintez etmək üçün stexiometrik tərkibdə götürülmüş ilkin elementlər içərisi 0,133 Pa təzyiqə kimi, havasızlaşdırılmış ampulaya daxil edilmiş, ağzı qapanaraq proses $800-1150^\circ\text{C}$ temperatur intervalında aparılmışdır. Sintez zamanı aşağıdakı təmizlikli: Cu-99.998, Ni-99.996 və “XЧ” tipli kükürd elementləri götürülmüşdür.[6]-da verilən üsulla $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ monokristalları əldə olunmuşdur. Alınan nümunələrdən $1 \times 4 \times 6 \text{mm}^3$ ölçülü müstəvi lövhə şəkilli nümunələr alınaraq iki mərhələdə tədqiqatlar aparılmışdır.

Birinci mərhələdə rentgenoqrafik üsulla alınan nümunədə quruluş çevrilmələri tədqiq olunmuş və polimorf modifikasiya kristallarının qəfəs parametrləri hesablanmışdır. Təcrübələr DPOH-3 rentgendifraktometrində $\text{CuK}\alpha(\lambda=1,5406\text{Å})$ şüalanmasında $0^\circ \leq 2\theta \leq 100^\circ$ bucaq intervalında aparılmışdır.

Rentgendifraktometrik tədqiqatlar zamanı $T=300\text{K}$ temperaturda 15 difraksiya əks olunması müşahidə olunmuş və bu əks olunmalar qəfəs parametrləri $a=26.51\text{Å}$, $b=15.46\text{Å}$, $c=13.98\text{Å}$, fəza qrupu $\text{Abm}2$ olan rombik qəfəsdə indeksləşmişdir. Sonra kristalın oriyentasiyasını dəyişmədən $300-380\text{K}$ temperatur intervalında hər 10K -dən bir $0^\circ \leq 2\theta \leq 100^\circ$ bucaq intervalında çəkilişlər aparılmış və $T>380\text{K}$ temperaturda 6 yeni difraksiya əks olunması müşahidə olunmuşdur. Həmin əks olunmalar parametrləri $a=3.435\text{Å}$, $c=6.728\text{Å}$, fəza qrupu $\text{P}6_3/\text{mmc}$ olan heksaqonal qəfəsdə indeksləşmişdir.

Şəraiti dəyişdirmədən rentgendifraktometrik çəkiliş davam etdirilmiş və $T>780\text{K}$ temperaturda yeni difraksiya əks olunmaları müşahidə olunmuş və bu əks olunmalar parametri $a=5.882\text{Å}$, fəza qrupu $\text{Fm}\bar{3}\text{m}$ olan üzəmərkəzləşmiş kub (ÜMK) qəfəsdə indeksləşmişdir. Təcrübələr kristalın ərimə temperaturuna kimi davam etdirilmiş və maddə əriyənə kimi difraksiya əks olunmalarında heç bir dəyişiklik müşahidə olunmamışdır.

$\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ kristalından müxtəlif temperaturlarda çəkilən difraktogramların hesabatı cədvəl 1-də verilmişdir.

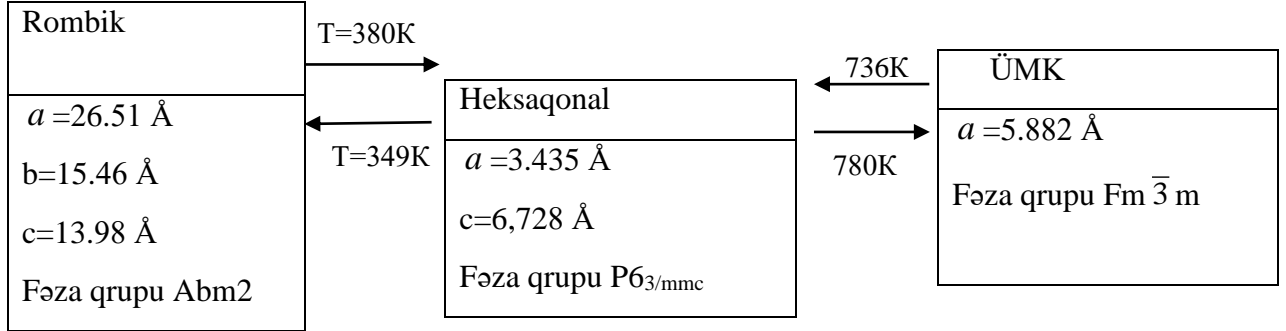
Cu_{1.75}Ni_{0.25}S kristalında müxtəlif temperaturlarda alınan difraktoqramın hesabı**Rejim: 30 kV, 10 mA, şüalanma CuK_α (λ=1,540 6 Å)**

T _{tac} , K	2θ	d, Å	I / I ₀	Hal	Kristal qəfəsinin parametrləri
300	16°12'	5.480	20	302	Rombik a=26.51 Å b=15.46 Å c=13.98 Å Fəza qrupu Abm2
	17°36'	5.033	30	420	
	18°20'	4.828	15	222	
	18°48'	4.735	25	421	
	20°12'	4.394	10	203	
	26°30'	3.355	15	630	
	27°12'	3.278	20	242	
	29°12'	3.064	40	433	
	31°04'	2.876	15	134	
	34°48'	2.578	30	225	
	39°24'	2.294	25	116	
	47°10'	1.928	30	180	
	53°44'	1.702	20	191	
	66°16'	1.410	10	686	
80°36'	1.184	100	1.13.1		
380	26°24'	3.363	10	002	Heksaqonal a =3.435 Å c=6,728 Å Fəza qrupu P6 ₃ /mmc
	33°04'	2.721	100	110	
	54°28'	1.682	10	004	
	65°46'	1.201	45	114	
	86°36'	1.124	10	210	
	86°48'	1.121	10	006	
780	30°20'	2.941	40	200	ÜMK a =5.882 Å Fəza qrupu Fm $\bar{3}$ m
	43°28'	2.076	15	220	
	51°22'	1.774	25	311	
	53°54'	1.6979	100	222	
	63°12'	1.4705	65	400	
	71°36'	1.315	40	420	

Kristal soyudularkən T=770K temperatúra kimi ÜMK kristaldan alınan difraksiya əksolunmalarının sayı dəyişməmiş və T=750K temperaturda nümunə iki fazalı olmuşdur: 60% kub, ~30% heksaqonal. Yalnız T=736K temperaturda ÜMK→ heksaqonal çevrilməsi baş vermişdir. Soyudulmanı davam etdirdikdə nümunə T=450K temperatúra kimi yenə iki fazalı

olmuşdur: 80% heksaqonal, ~20% rombik. Yalnız T=351K temperaturda heksaqonal→rombik çevrilməsi baş verir.

Beləliklə, otaq temperaturundan ərimə temperaturuna kimi Cu_{1,975} Ni_{0,025}S kristalında aşağıdakı sxem üzrə iki polimorf çevirmə baş verir:



Bu çevrilmələr zamanı qarşılıqlı çevrilən modifikasiya kristalları arasında kristalloqrafik istiqamət əlaqələrinin saxlanması müşahidə olunur.

Təcrübənin ikinci mərhələsində Cu_{1,975}Ni_{0,025}S kristalında radioaktiv şüalanmadan əvvəl və sonra ABŞ-da istehsal olunan “Perken Elmer STA 6000” cihazında diferensial termik analiz (DTA) tədqiqatları aparılmışdır. Radioaktiv şüalanmadan əvvəl aparılan DTA tədqiqatlarının nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

Endoeffektlərin temperaturu ,0°C	Entalpiyası H,C/q
106,0	18,3
440,6	2,742
552,7	20,63
642,8	7,29

Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi kristalın derivatoqramında 106⁰C, 440,6⁰C, 552,7⁰C, 642,8⁰C temperaturlarda dörd endotermik effekt müşahidə edilmişdir və bu effektlərin entalpiyası üçün uyğun olaraq 18,3; 2.742; 20.63; 7.29 C/q alınmışdır.

Aparılan təcrübənin davamı olaraq Cu_{1,975}Ni_{0,025}S kristalı 25Mrad dozada γ -şüalanmaya məruz qoyularaq DTA tədqiqatları davam etdirilmişdir. Tədqiq olunan nümunə standart mənbəyi C₆₀ olan GYPX-1000 qurğusunda şüalandırılmışdır. Şüalanma dozasının gücü

$$\rho = \frac{2,8 \cdot 10^4 \Delta D_n}{t}$$

ifadəsiylə təyin olunmuşdur. Burada ΔD_n -mühitin optik sıxlığı, t-şüalanma müddətidir.

Bu üsuldən istifadə zamanı məhlulda udulan dozanın qiyməti müəyyən edilir. Udulan dozadan ekspozisiya dozasına keçmək üçün

$$D_{\text{mühit}} = D_{\text{hava}} \frac{87\gamma_{\text{mühit}}}{100\gamma_{\text{hava}}}$$

ifadəsindən istifadə olunur.

Burada $\gamma_{\text{mühit}}$, γ_{hava} uyğun olaraq γ –şüaların mühitdə və havada udulma əmsallarıdır. C_0^{60} üçün γ - kvantların enerjisinin $E= 1.25\text{Mev}$ olduğunu nəzərə alsaq, mühitlə hava arasındakı udulma dozaları arasındakı əlaqə üçün

$$D_{\text{mühit}}(\text{rad}) = 0.968D_{\text{hava}}(\text{rentgen}) \text{ alarıq.}$$

25 Mrad dozada şüalanmadan sonra da $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ kristalının derivatoqramında dörd endotermik effekt müşahidə olunmuşdur. Bu effektlər 111°C , 451.6°C , 536.7°C , 672.8°C temperaturlarında müşahidə olunmuş və bu endoeffektlərin entalpiyası üçün uyğun olaraq 21.3, 3.685, 21.55, 5.21 C/q alınmışdır. DTA-nın nəticələri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3.

Endoeffektlərin temperaturu, $^\circ\text{C}$	Entalpiyası H, C/q
111.0	21.3
451.6	3.685
536.7	21.55
672.8	5.21

Beləliklə alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, Cu_2S kristalında Cu- atomlarının Ni atomları ilə qismən əvəz olunması nəticəsində alınan $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ kristalında otaq temperaturundan ərimə temperaturuna kimi üç polimorf modifikasiya mövcuddur və kristalda rombik \rightarrow heksaqonal \rightarrow ÜMK sxemi üzrə quruluş çevrilmələri baş verir. Tədqiq olunan nümunədə 25Mrad dozalı γ - şüalanma quruluş çevrilmələrinin temperaturuna və sayına təsir göstərmir. Başqa sözlə desək, alınan nümunə 25Mrad şüalanmaya davamlılıq göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Абрикосов Н.Х., Банкина В.Ф., Порецкая Е.В., Скуднова Л.В. Полупроводниковые холькогениды и сплавы на их основе. Изд. “Наука”, 1975, 220 с
2. V.I.Nasirov, G.B.Ibrahimov, A.G.Rzayeva Structural transformation in $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ crystals.//Crystallography report, 2016.vol.61, №7, p.1-3.
3. V.I.Nasirov, G.B.Ibrahimov, A.G.Rzayeva Structural phase transformation in $\text{Cu}_{1,80}\text{Ni}_{0,20}\text{S}$ crystals // АМЕА məruzələri, 2015. Cild XXI, №3, S. 28-31
4. Ф.Ф.Алиев, А.Г.Рзаева, М.Н.Мирзоев, Г.М.Дамиров Изменение термодинамических параметров $\text{Cu}_{1,95}\text{Ni}_{0,05}\text{S}$ при фазовых переходах// АМЕА-nın Xəbərləri, 2016. Cild XXXVI, №5 S. 91-101
5. V.İ.Nəsirov, A.G.Rzayeva, H.B.İbrahimov $\text{Cu}_{1,975}\text{Ni}_{0,025}\text{S}$ monokristalında quruluş faza çevrilmələri AZTU, Elmi əsərlər №2 Səh 71-74. 2019
6. Л.В.Рустомова, Г.Б.Гасымов Полиморфные превращения в $\text{Cu}_{1,80}\text{Te}$ // Докл.АН АЗССР, 1989.№7.С.22.